

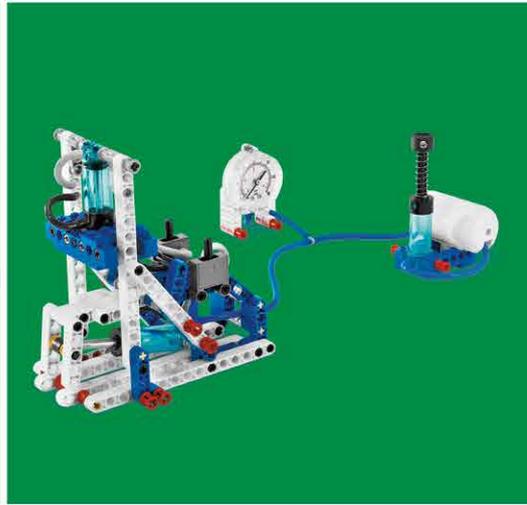
9641



education



Pneumatik  
Kolbenstange  
Zylinder  
**Kraft**  
Erforschen  
Verdichten  
Kolben



Anleitung für Lehrkräfte



## Inhaltsverzeichnis

1. <a href="#">Einführung</a> .....	3
2. <a href="#">Anbindung an Lehr- und Bildungspläne</a> .....	8
3. <a href="#">Was ist Pneumatik?</a> .....	17
4. <a href="#">Grundlagenmodelle</a> .....	26
5. Hauptaktivitäten	
5.1 <a href="#">Die Scherenhebebühne</a> .....	38
5.2 <a href="#">Die Roboterhand</a> .....	45
5.3 <a href="#">Die Presse</a> .....	52
5.4 <a href="#">Der Roboterarm</a> .....	59
6. <a href="#">Entwurfs- und Konstruktionsaufgaben</a> .....	66
6.1 <a href="#">Der Dinosaurier</a> .....	67
6.2 <a href="#">Die Vogelscheuche</a> .....	71
7. <a href="#">Glossar</a> .....	75
8. <a href="#">LEGO® Baustein-Übersicht</a> .....	78



## Einführung

Das LEGO® Pneumatics Set bietet hervorragende Lernmöglichkeiten und ebnet durch praktische Anwendung den Weg in die Welt von Wissenschaft und Technik.

### Zielgruppe

Das Lernmaterial ist für die Schlüsselstufe 3 (Schüler im Alter von 11 bis 14 Jahren) vorgesehen, besitzt jedoch auch für die Schlüsselstufe 2 (7 bis 11 Jahre) Relevanz. Das Lehrmaterial erläutert die Unterrichtsaktivitäten vollständig, liefert zusätzliche Erklärungen, gibt Anweisungen zum Gebrauch der Schülerunterlagen und enthält darüber hinaus spezielle Fragen und Hinweise, die auf den Lernfortschritt abzielen. Sowohl Sie als auch Ihre Schüler werden lückenlos durch die Unterlagen geführt.

### Zielsetzung

Mit den Aufgaben aus Wissenschaft und Technik von LEGO Education können Schüler wie richtige technische Forscher arbeiten, denn sie erhalten sowohl die Aufgaben als auch die erforderlichen Werkzeuge, um wissenschaftliche Untersuchungen durchführen zu können. Unsere Produkte regen Ihre Schüler dazu an, die Frage zu stellen: „Was passiert, wenn...“ Die Kinder stellen Voraussagen oder Vermutungen an, testen das Verhalten ihrer Modelle, zeichnen ihre Ergebnisse auf und präsentieren sie anschließend.

### Das Set

Das Set besteht aus 31 Konstruktionselementen, darunter Pumpen, Zylinder und Ventile. Einige dieser Elemente werden nur in diesem Set geliefert. Alle Elemente und die 10 Bauanleitungen können im unteren Teil der Aufbewahrungsbox 9632/9686 verstaut werden. Das Aktionspaket enthält 14 Grundlagenaktivitäten, 4 Hauptaktivitäten und 2 Entwurfs- und Konstruktionsaktivitäten. Das Set wurde für einen problemlosen Unterrichtseinsatz und effizientes Lernen konzipiert!



## Neuerungen

### Praktische Einführung in die Pneumatik

Das Set gibt Ihren Schülern Gelegenheit, mit praktischen Aktivitäten einen tiefen Einblick in die Pneumatik zu gewinnen.

Die Abschnitte „Was ist Pneumatik?“ und „Grundlagenmodelle“ vermitteln Ihnen und Ihren Schülern die nötigen Grundkenntnisse in der Thematik. Mit den vier Hauptaktivitäten können Ihre Schüler Pneumatik im praktischen Einsatz erleben. Wissenschaftliche und technische Konzepte werden in spannenden Präsentationen vorgestellt, die zu Kreativität und Teamarbeit motivieren. Die Aktivitäten vereinen zahlreiche Grundlagen aus Wissenschaft, Konstruktion, Technik und Mathematik und erzielen so äußerst lehrreiche Kombinationen.

## Einsatzweise

### Bauanleitungen

Die LEGO® Education Science and Technology-Lösungen bieten mit den „Buddy Building“-Bauanleitungen eine einzigartige Besonderheit, denn die Anleitungen sind für Zweiergruppen konzipiert, d. h. jeder Schüler baut nur ein halbes Modell. Mit zwei verschiedenen Bauanleitungen (A und B) erstellt jedes Teammitglied eine Baugruppe. Dann folgt die Zusammenarbeit, und die Teilmodelle werden zu einem komplexen Modell mit vielfältigen Funktionen zusammengesetzt.

### Was ist Pneumatik?

In diesem Abschnitt werden die Grundlagen der Pneumatik erläutert: Was ist Pneumatik, wie funktioniert sie, wie wird sie eingesetzt? Der Abschnitt geht auf die Bauart und Funktion der Konstruktionselemente ein und enthält vier Seiten, die Sie ausdrucken und in Ihrem Klassenzimmer aushängen können. Sie können den Abschnitt zu Ihrer eigenen Vorbereitung nutzen oder auch an Ihre Schüler austeilen.

### Grundlagenmodelle

Die Grundlagenmodelle beschreiben den Schülern die einfachen Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge der Pneumatik auf verständliche Weise und bringen diese bereits zum Einsatz. Sie geben den Schülern im Rahmen verschiedener Aktivitäten und Konstruktionsphasen Gelegenheit, mit Modellen, die schnell zusammengebaut werden können, zu experimentieren. Jedes Grundlagen-Arbeitsblatt enthält eine Begriffssammlung, die die Schüler dabei unterstützt, die richtigen Fachbegriffe (der Pneumatik) bei ihren Untersuchungen und eigenen Erklärungen anzuwenden.



**Lehrhinweise**

Die Lehrhinweise behandeln die Aktivitäten und beinhalten Fragen, Antworten und Hinweise sowie Ideen für weitergehende Untersuchungen.

Jede Aktivität bezieht sich auf verschiedene Themen und Gesetzmäßigkeiten aus Wissenschaft und Technik bzw. auf gängige Inhalte von Schullehrplänen. Zu Beginn jeder Aktivität listen wir die speziellen Lernziele der jeweiligen Aktivität auf.

Allgemeine Lehrinhalte aller Aktivitäten erfahren Sie im Abschnitt „Schwerpunkte der Unterrichtsinhalte“.

Weiterhin geben wir den relevanten Wortschatz der Aktivität sowie eventuell erforderliche Zusatzmaterialien an.

Die Lehrhinweise folgen der bewährten Methodik von LEGO® Education, die sich aus vier Phasen zusammensetzt: Themaeführung, Aufbau, Beobachtung, Ausbau und Verbesserung. Mit diesem grundlegenden Verfahren nehmen die Aktivitäten einen natürlichen Verlauf.

**Themaeführung**

Ein kurzer Text gewährt Einblick in Zweck und Funktion eines bestimmten Modells. Zur Illustration steht ein kurzer Film einer echten Maschine zur Verfügung, die die gleiche Funktion wie das LEGO Modell erfüllt. Text und Film bilden den Ausgangspunkt für eine Klassendiskussion, in die Sie auch Ihre eigenen Erfahrungen einbringen können. Sie können auch aktuelle Anlässe aus dem näheren und weiteren Umfeld der Schüler ins Spiel bringen, um die Funktion des Modells vor Augen zu führen.

**Aufbau**

Die Schüler bauen mithilfe der Bauanleitungen Modelle auf, die die theoretischen Grundlagen der Lernbereiche greifbar machen. Zu den Versuchen werden Hinweise und Tipps gegeben, damit eine korrekte Funktion des Modells sichergestellt wird.

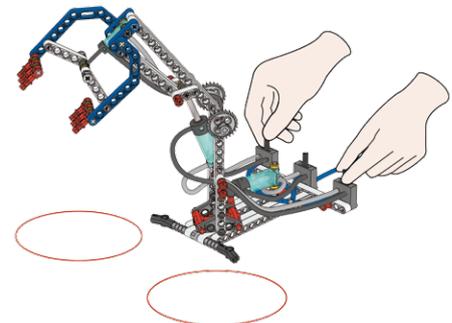
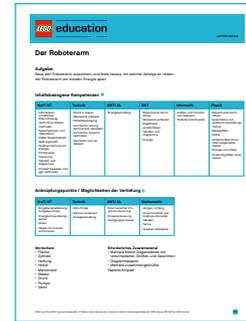
**Beobachtung**

Die Untersuchungen, die auf einer wissenschaftlichen Vorgehensweise gründen, motivieren die Schüler zur Diskussion über bestimmte Technologiebereiche, zur Hinterfragung der eigenen Vorstellungen und zum Ausbau der eigenen Kenntnisse im Sinne der gestellten Aufgabe.

Bei jeder Aktivität müssen die Schüler zunächst Prognosen über die Resultate abgeben und später die tatsächlichen Resultate aufzeichnen. Sie können die Schüler dazu auffordern, ihre Ergebnisse zu präsentieren und zu erklären.

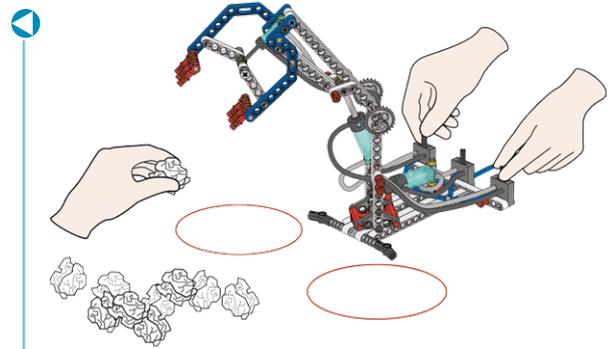
Die ebenfalls enthaltenen Fragereihen vertiefen die aus den Untersuchungen gewonnenen Kenntnisse.

Hier bietet sich auch die Gelegenheit, den Lernfortschritt der einzelnen Schüler zu beurteilen.



### Ausbau und Verbesserung

Hier werden Ideen für zusätzliche Untersuchungen vorgestellt, die auf den abgeschlossenen Aufgaben aufbauen. In dieser Phase stellen die Schüler weitere Experimente an, entwerfen Zusatzkomponenten oder konzentrieren sich auf eine bestimmte Funktion des Modells. Weiterhin werden Vorschläge für eigene Untersuchungen und Erfindungen der Schüler gemacht, die sich Maschinen und Mechanismen aus der Praxis weiter annähern.



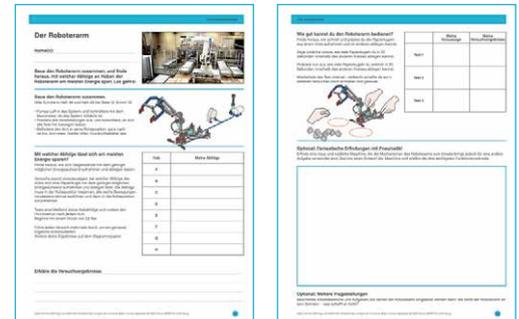
### Schülerarbeitsblätter

Die Arbeitsblätter leiten die Schüler durch die Untersuchungen, so dass die Lehrkraft nur wenig Unterstützung leisten muss. Die Schüler werden Voraussagen treffen, Messungen durchführen und Daten aufzeichnen. Im weiteren Verlauf werden die Modelle verändert und die neuen Resultate mit den vorherigen verglichen. Auf dieser Grundlage werden schließlich Zusammenhänge gebildet und Erkenntnisse gewonnen.

Sie können die Schüler auch dazu auffordern, ihre Arbeitsblätter und Ergebnisse zu vergleichen. Der Austausch vertieft die neuen Erkenntnisse aus den Untersuchungen. Aufbauend auf den Untersuchungsergebnissen der Schüler können Sie auch weitere Themen diskutieren, wie etwa die korrekte Durchführung der Versuche („Praxisgerechtes Testen“) oder die maßgeblichen Variablen des Experiments.

Zum Abschluss einer Aktivität erhalten die Kinder die Aufgabe, ein Gerät oder eine Maschine zu entwerfen, die die wichtigsten der erlernten technischen Sachverhalte zum Einsatz bringt. Diese Aufgabe eignet sich hervorragend als Zusatzprojekt oder als Hausaufgabe.

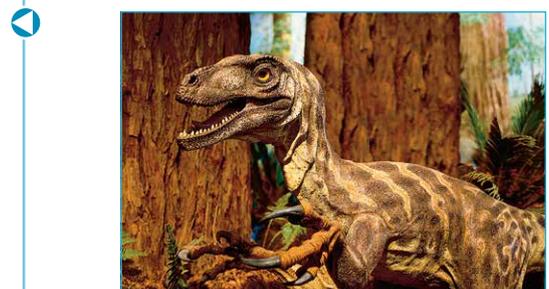
Die Arbeitsblätter können auch Ihnen von Nutzen sein, wenn es darum geht, den individuellen Wissensstand und Lernfortschritt der Schüler zu bewerten. Sie bilden außerdem eine sinnvolle Ergänzung zu den sonstigen Aufzeichnungen der Schüler.



### Entwurfs- und Konstruktionsaufgaben

Das Ziel dieser Aktivitäten besteht darin, dass die Schüler ihre eigenen Lösungen für verschiedene Anforderungen der Praxis entwickeln. Sie lernen, eine Lösung zu entwerfen und herzustellen. Anschließend können sie ihre Konstruktion bewerten und erklären, mit welcher Vorgehensweise und welchen technischen Konzepten sie versucht haben, die Konstruktionsanforderungen zu erfüllen. Alle Aktivitäten bauen auf den Wissensgrundlagen, Fähigkeiten und Einsichten auf, die mit den Grundlagen- und Hauptaktivitäten vermittelt wurden. Die Lehrhinweise enthalten zu jeder Aktivität Überlegungen zur Bewertung der vorgeschlagenen Lösungen.

Die Abbildung einer Beispiellösung steht ebenfalls zur Verfügung. Sie können dieses Beispiel einsetzen, wenn Schüler bei ihren Entwürfen nicht weiter kommen. Es ist allerdings von entscheidender Bedeutung, dass die Beispiellösung nicht als „einzig richtige Lösung“ betrachtet wird. Versuchen Sie stets, die Schüler zu eigenen Ideen zu motivieren.



### **Zeitaufwand**

Die Schüler sollten in der Lage sein, sämtliche Grundlagenaktivitäten innerhalb von 90 Minuten vollständig zu bearbeiten.

Bei den Hauptaktivitäten können die Schüler in 45 Minuten ein Modell bauen, testen, untersuchen und die Teile abschließend wieder einräumen. Doppelstunden eignen sich gut für weitergehende Untersuchungen in den wichtigsten Lernbereichen.

Bei den offenen Entwurfs- und Konstruktionsaufgaben brauchen die Schüler eventuell mehr Zeit, um ihre Modelle zu bauen und zu erklären.

### **LEGO® Education**



## Anbindung an Lehr- und Bildungspläne

Für die **Anbindung an deutsche Lehr- und Bildungspläne** wurden diejenigen aller Schularten der Sekundarstufe I der Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen zu Grunde gelegt. Außerdem wurden die sechs Kompetenzbereiche der KMK Strategie „Bildung in einer digitalen Welt“ berücksichtigt, wobei v.a. die Punkte *5.1 Technische Probleme lösen* und *5.5 Algorithmen erkennen und formulieren* zum Tragen kamen.

Um viele Wiederholungen zu vermeiden und einen Überblick zu gewährleisten wurden einheitliche Formulierungen gesucht, die die einzelnen Kompetenzen der genannten Bundesländer abbilden. Sie beinhalten alle Kompetenzen, auch wenn eine Kompetenz nur in einem Lehr- / Bildungsplan auftauchte. Für die Fächer **Technik, Informatik (inkl. Informationstechnologie), Mathematik** und **Physik** konnte eine einheitliche Formulierung für alle vier Lehr- und Bildungspläne erarbeitet werden. Daneben wurden für die Fächer **Naturwissenschaft und Technik** (Baden-Württemberg) und **Natur und Technik** (Bayern) sowie für **Arbeit-Wirtschaft-Technik** (Niedersachsen) und **Arbeitslehre** (Nordrhein-Westfalen) einheitliche Formulierungen erarbeitet. Die Kompetenzen des Fachs **Biologie, Naturphänomene und Technik** (Baden-Württemberg) waren so spezifisch, dass dieses Fach separat aufgeführt wird.



## Prozessbezogene Kompetenzen

<b>1</b>	<b>Technik (inkl. AL; AWT; BNT; NT; NWT)</b>
<b>1.1</b>	<b>Kommunikation</b>
1.1.1	in kooperativen Lernformen zunehmend selbstständig arbeiten
1.1.2	Sachverhalte, Informationen und Arbeitsergebnisse adressatengerecht und mediengestützt präsentieren
1.1.3	relevante Informationen zu technischen Sachverhalten in angemessener Fachsprache strukturiert wiedergeben
1.1.4	eigene Standpunkte adressatengerecht darstellen und vertreten; Argumente aufnehmen, reflektieren und gegebenenfalls eigene Standpunkte korrigieren
1.1.5	technische Dokumentationen erstellen (Skizzen, technische Zeichnungen)
<b>1.2</b>	<b>Erkenntnisgewinnung</b>
1.2.1	ihr Vorgehen, ihre Beobachtungen und die Ergebnisse ihrer Arbeit dokumentieren
1.2.2	technikorientierte Sachverhalte strukturieren, analysieren und interpretieren
1.2.3	technische Experimente, Konstruktions- und Herstellungsaufgaben planen, durchführen und mit Hilfe einer technischen Analyse auswerten
1.2.4	geeignete Methoden zur Gewinnung von Lösungsideen anwenden
1.2.5	Schlüsse aus der Differenz zwischen Plan und Realisierung ziehen
1.2.6	sich ihr Wissen mit Hilfe der erlernten Kompetenzen erweitern und sich in der immer komplexer werdenden Welt orientieren
<b>1.3</b>	<b>Bewertung</b>
1.3.1	eigene technische Objekte und Modelle Kriterien orientiert bewerten
1.3.2	ihren eigenen Arbeitsprozess reflektieren und bewerten
<b>1.4</b>	<b>Herstellung, Konstruktion und Nutzung</b>
1.4.1	konstruktive Lösungen für technische Probleme entwickeln, reflektieren, prüfen und optimieren
1.4.2	technische Systeme auf Grundlage von simulativen und realen Handelns konstruieren, herstellen und nutzen
1.4.3	den Arbeitsablauf zielgerichtet planen, strukturieren und optimieren (Konstruktions- und Herstellungsprozesse)
1.4.4	Erkenntnis, dass technische Produkte zur Erfüllung menschlicher Bedürfnisse und Wünsche geschaffen werden
<b>2</b>	<b>Informatik</b>
<b>2.1</b>	<b>Kommunikation</b>
2.1.1	im Sinne eines fachlichen Austausches kommunizieren, indem Fachbegriffe zielgerichtet verwendet werden
2.1.2	Sachverhalte, Ablauf, Arbeitsergebnisse (auch Teilergebnisse) mit Fachbegriffen adäquat wiedergeben dokumentieren und mit geeigneter Visualisierung erläutern und präsentieren
2.1.3	geeignete Mittel der Kommunikation nutzen um Lösungen zu erläutern und zu begründen
2.1.4	arbeitsteiliges Handeln und zielgerichteten Informationsaustausch im Team bei der Entwicklung von Informatiksystemen und Softwareprojekten nutzen
<b>2.2</b>	<b>Strukturierung, Modellierung und Implementation</b>
2.2.1	anhand von einfachen Beispielen zunächst grundlegende Bausteine und Strukturen von Algorithmen wiedergeben
2.2.2	Daten im Kontext einer gegebenen Problemstellung strukturieren und (komplexere) Problemstellungen in geeignete Teilprobleme aufteilen, diese chronologisch ordnen und zu einer Gesamtlösung zusammenführen
2.2.3	Problemstellungen mit Hilfe von Algorithmen und (selbst erstellten) Soft- und Hardwareprodukten lösen
2.2.4	reflektieren ihre Vorgehensweise bei der Implementation

2.2.15	Modelle in einer visuellen Programmierumgebung mit Hilfe geeigneter Programmiersprachen und Werkzeuge umsetzen
2.2.16	entsprechende Informatiksysteme entwickeln
<b>2.3</b>	<b>Bewertung</b>
2.3.1.1	ihre Programme auf Fehler und die Ergebnisse auf Realitätsrelevanz testen
2.3.1.2	vergleichen unterschiedliche Lösungsansätze und nennen Vor- und Nachteile
2.3.1.3	die Lösung im Vergleich zur Ausgangssituation beurteilen und gegebenenfalls verbessern
2.3.1.4	informatische Sachverhalte und Vorgehensweisen in Bezug auf Analyse, Modellierung und Implementation erläutern und begründen
2.3.1.5	in geeigneter Umgebung Modell, Implementierung und Informatiksystem nach vorgegebenen Kriterien selbstkritisch hinterfragen und bewerten
<b>3</b>	<b>Physik</b>
<b>3.1</b>	<b>Kommunikation</b>
3.1.1.1	Arbeitsergebnisse physikalischer Experimente in Dokumentationen und Präsentationen sach- und adressengerecht aufarbeiten, auch mithilfe digitaler Medien
3.1.1.2	mit einem Partner oder im Team gleichberechtigt, zielgerichtet und zuverlässig arbeiten und dabei unterschiedliche Sichtweisen achten
<b>3.2</b>	<b>Erkenntnisgewinnung und Problemlösung</b>
3.2.1.1	modellieren und mathematisieren (im Rahmen experimenteller Auswertungen)
3.2.1.2	aus proportionalen Zusammenhängen Gleichungen entwickeln
3.2.1.3	mathematische Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen herstellen und überprüfen
3.2.1.4	mathematische Umformungen zur Berechnung physikalischer Größen durchführen, Wissen erwerben und anwenden
3.2.1.5	ihr Wissen anwenden, um -mit Hilfe einer physikalischen Argumentation- Problem- und Aufgabenstellungen zielgerichtet zu lösen
3.2.1.6	Hypothesen zu physikalischen Fragestellungen aufstellen, Experimente und Versuche durchführen und auswerten
<b>3.3</b>	<b>Bewertung</b>
3.3.1.1	sachgerechte Entscheidungen für Problemstellungen finden
3.3.1.2	bei gegensätzlichen Ansichten Sachverhalte nach vorgegebenen Kriterien und vorliegenden Fakten beurteilen
<b>4</b>	<b>Mathematik</b>
<b>4.1</b>	<b>Kommunikation</b>
4.1.1.1	Fachsprache angemessen und korrekt verwenden
4.1.1.2	inner- und außermathematische Probleme, Einsichten und Lösungswege mit eigenen Worten und Fachbegriffen erläutern und wiedergeben
4.1.1.3	mathematische Argumentationen verwenden, um Lösungen und Probleme zu erklären und zu verstehen
4.1.1.4	Überlegungen und Problembearbeitungen in kurzen, vorbereiteten Beiträgen und Vorträgen präsentieren
<b>4.2</b>	<b>Modellierung und Problemlösung</b>
4.2.1.1	realitätsbezogene Sachverhalte (Realsituationen) analysieren, verstehen und aufbereiten
4.2.1.2	Situationen mit Hilfe von mathematischen Modellen (Terme, Gleichungen, Funktionen, Figuren, Diagramme, Tabellen, Zufallsversuche) vereinfachen
4.2.1.3	mathematischen Modellen passende Realisationen zuordnen
4.2.1.4	relevante Größen und ihre Beziehungen identifizieren
4.2.1.5	Messwerte erfassen (Mittelwertbildung)
4.2.1.6	im mathematischen Modell arbeiten
<b>4.3</b>	<b>Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen</b>
4.3.1.1	mathematische Darstellungen verwenden
4.3.1.2	mathematische Verfahren einsetzen
4.3.1.3	Berechnungen ausführen



## Inhaltsbezogene Kompetenzen

		Haupt-aktivitäten				Entwurfs- und Konstruktionsaufgaben	
		Die Scherenbeobühne	Die Roboterhand	Die Presse	Der Roboterarm	Der Dinosaurier	Die Vogelscheuche
<ul style="list-style-type: none"> <li>● = Inhaltsbezogene Kompetenzen</li> <li>◐ = Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung</li> </ul>							
<b>1</b>	<b>Naturwissenschaft und Technik / Natur und Technik</b>						
<b>1.1</b>	<b>Denk- und Arbeitsweisen / Arbeitsmethoden</b>						
1.1.1	die Phasen des naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges unterscheiden, dabei Hypothesen aufstellen und überprüfen	●	●	●	●	●	●
1.1.2	Fehlerquellen feststellen und Maßnahmen zur Fehlervermeidung ableiten		●	●	●		
1.1.3	zur Dokumentation, Veranschaulichung, Deutung und Präsentation von Beobachtungen und Ergebnissen u. a. ... nutzen						
	Tabellen	●	●	●	●		
	Diagramme			●	●		
1.1.4	technische Arbeitsmethoden anwenden (naturwissenschaftliches Wissen für den Alltag nutzbar machen): entwickeln, konstruieren, bauen, testen, optimieren	●	●	●	●	●	●
<b>1.2</b>	<b>Technik: Systeme und Prozesse</b>						
1.2.1	Systeme analysieren und durch Systemgrenzen und Teilsysteme beschreiben (z. B. Maschinen)	●	●	●	●	●	●
1.2.2	Veränderungen in Systemen als Prozesse beschreiben (Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip)	◐	◐	◐	◐	◐	◐
<b>1.3</b>	<b>Energie und Bewegung</b>						
1.3.1	Energieumwandlungsketten darstellen (Energiebegriff, Bewegungsenergie, Lageenergie, elektrische Energie)	◐	◐	◐	◐	◐	◐
1.3.2	Möglichkeiten der Nutzarmachung von Energie beschreiben (z.B. bei Photovoltaik, Windenergie)	●	●	●	●	●	●
1.3.3	die Wirkungen von Kräften auf Körper erklären (z. B. Gewichtskraft, Reibungskraft)	●	●	●	●	●	●
1.3.4	Bewegungen in Natur und Technik vergleichen		◐			●	●
1.3.5	an konkreten Beispielen die Abhängigkeit der Arbeit von Kraft und Weg beschreiben.	◐	◐	◐	◐	◐	◐
1.3.6	Antriebsmöglichkeiten für Bewegungsabläufe beschreiben (z. B. Elektromotor)	◐	◐	◐	◐	◐	◐
1.3.7	Hebelwirkung und Drehzahlen bestimmen (z.B. Zusammenwirken Motor-Welle-Lager)	◐	◐	◐	◐	◐	◐
<b>1.4</b>	<b>Produktentwicklung</b>						
1.4.1	Ein Objekt mit Antrieb konstruieren, fertigen und optimieren	◐	◐	◐	◐	●	●
1.4.5	ein Produkt mit definierter Funktion und bestimmter Eigenschaft entwickeln und konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen	◐	◐	◐	◐	●	●
1.4.6	Funktion und Eigenschaften eines Produkts bewerten und Optimierungsansätze entwickeln	●	●	●	●	●	●
<b>1.5</b>	<b>Informationsaufnahme und –verarbeitung / Informatik</b>						

		Hauptaktivitäten				Entwurfs- und Konstruktionsaufgaben	
		Die Scherenhebebühne	Die Roboterhand	Die Presse	Der Roboterarm	Der Dinosaurier	Die Vogelscheuche
● = Inhaltsbezogene Kompetenzen ○ = Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung							
1.5.1	zuverlässige Messungen durchführen und Messfehler erkennen	○	○	○	○		
1.5.2	das Prinzip der Steuerung darstellen und erklären (z. B. Robotik)	●	●	●	●	●	●
<b>2</b>	<b>Technik</b>						
<b>2.1</b>	<b>Arbeitsweisen</b>						
2.1.1	Messwerte erfassen	●	●	●	●		
2.1.2	Fehler erkennen und selbstständig Maßnahmen zur Fehlerbeseitigung durchführen	●	●	●	●	●	●
<b>2.2</b>	<b>Systeme und Prozesse /Information und Kommunikation</b>						
2.2.1	Informationsverarbeitung nach dem EVA – Prinzip (Zusammenwirken von Sensoren, Prozessoren, Aktoren) beschreiben	○	○	○	○	○	○
2.2.2	Ansteuerungen von Aktoren (u. a. LED, Motor) realisieren	○	○	○	○	○	○
2.2.3	eine selbst gewählte abschließende Projektarbeit mit einer Steuerungs- oder Regelungsaufgabe durchführen					○	○
<b>2.3</b>	<b>Energie, Natur und Technik (Mobilität und Antriebssysteme)</b>						
2.3.1	eine Konstruktion / technische Lösung hinsichtlich der Anforderung beurteilen und ggf. verbessern	●	●	●	●	●	●
2.3.2	Prinzipien der Energiewandlung beschreiben	○	○	○	○	○	○
<b>2.4</b>	<b>Werkstoffe und Produkte</b>						
2.4.1	technische Lösungen zeichnerisch darstellen	●	●	●	●		
2.4.2	verschiedene technische Lösungen (z.B. Laufroboter) vergleichen	●	●	●	●	●	●
2.4.3	Konstruktionsaufgabe: ausgehend von einer konkreten Problemstellung, einen technischen Gegenstand planen, entwickeln, fertigen					○	○
2.4.4	Optimierungsaufgabe: Lösungsvorschläge zur Verbesserung technischer Systeme entwickeln	○	○	○	○	○	○
2.4.5	den Gasdruck als Zustandsgröße modellhaft beschreiben und die Definitionsgleichung des Drucks angeben	●	●	●	●	●	●
<b>2.5</b>	<b>Mensch und Technik / Automatisierung</b>						
<b>2.5.1</b>	<b>Produktionstechnik</b>						
2.5.1.1	technische Systeme im Hinblick auf deren Funktion beschreiben und verschiedene technische Lösungen auf Vor- und Nachteile untersuchen	●	●	●	●	●	●
2.5.1.2	Modell einer industriellen bzw. computergestützten Fertigung planen, konstruieren und erstellen	●	●	●	●		
<b>2.5.2</b>	<b>Bionik</b>						
2.5.2.1	ein Modell nach bionischem Vorbild herstellen und verbessern					○	○
2.5.2.2	technische Lösungen beschreiben, die sich an der Natur orientiert haben					○	○
<b>3</b>	<b>Arbeitslehre / Arbeit-Wirtschaft-Technik</b>						
<b>3.1</b>	<b>Energie</b>						
3.1.1	Energiewandlungskette beschreiben	○	○	○	○	○	○
3.1.2	Aufgabe und Funktion von verwendeten Energiewandlern (z.B. Elektromotor, Batterie, LED) nennen	●	●	●	●	●	●
<b>3.2</b>	<b>Information und Kommunikation</b>						
3.2.1	Programmsteuerung realisieren	○	○	○	○	○	○

		Haupt-aktivitäten			Entwurfs- und Konstruktionsaufgaben		
		Die Scherenhebebühne	Die Roboterhand	Die Presse	Der Roboterarm	Der Dinosaurier	Die Vogelscheuche
<p>● = Inhaltsbezogene Kompetenzen                      ○ = Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung</p>							
3.2.2	Prozesssteuerung in der Produktion untersuchen und realisieren, z.B. Fertigungsautomat	○	○	○	○		
<b>3.3</b>	<b>Arbeit und Produktion</b>						
3.3.1	Stoff- und Materialeigenschaften analysieren		○				
3.3.2	Optimierung handwerklicher und industrieller Fertigungsprozesse darstellen	○	○	○	○		
<b>4</b>	<b>Biologie, Naturphänomene und Technik</b>						
<b>4.1</b>	<b>Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften und der Technik</b>						
4.1.1	an Beispielen die naturwissenschaftliche Arbeitsweise durchführen und beschreiben (Beobachtung eines Phänomens, Vermutung, Experiment, Überprüfung der Vermutung)	●	●	●	●	●	●
4.1.2	Experimente planen und durchführen, Messwerte erfassen und Ergebnisse protokollieren sowie erläutern, wie man dabei vorgeht	●	●	●	●		
	Tabellen	●	●	●	●		
	Diagramme			●	●		
4.1.3	ein selbst hergestelltes technisches Produkt bewerten und den Herstellungsprozess beschreiben (Funktionalität, Fertigungsqualität, Ästhetik, Ansätze zur Optimierung)					●	●
<b>4.2</b>	<b>Energie effizient nutzen</b>						
4.2.1	beschreiben, wie Energie zielgerichtet in einem technischen Prozess genutzt werden kann (z. B. Gummibandtrieb, Elektromotor, einfache photovoltaische Anwendung)	●	●	●	●	●	●
<b>4.3</b>	<b>Ein bewegtes Objekt erfinden</b>						
4.3.1	ihre technischen Lösungen im Hinblick auf die Erfüllung der vorgegebenen Problemstellung vergleichen und optimieren					●	●
4.3.2	mehrteiliges Objekt fachgerecht herstellen	●	●	●	●	●	●
4.3.3	einfachen Antrieb nutzen (z. B. Gummiband, Elektromotor)					●	●
<b>5</b>	<b>Informatik</b>						
<b>5.1</b>	<b>Programmierung / Algorithmen</b>						
5.1.1	Abläufe (z.B. bedingte Bewegung eines Roboters) analysieren und gliedern diese in sinnvolle Teilschritte, um dazu eindeutige Handlungsvorschriften zu formulieren.		○		○	○	○
<b>5.2</b>	<b>Robotik / Automatisierte Prozesse</b>						
5.2.1	Aufbau und Funktionsweise von Robotern bzw. eingebetteten Systemen beschreiben		●		●	●	●
5.2.2	Anwendungsgebiete von Robotern bzw. robotergestützten Systemen, z. B. Industrieroboter nennen		●		●	●	●
5.2.3	aus vorgegebenen Bauteilen ein Informatiksystem konstruieren, z.B. einen Roboter		●		●	●	●
5.2.4	verschiedene Konstruktionen / Automaten zur Lösung des gleichen Problems vergleichen					●	●
5.2.5	Roboter bzw. ein eingebettetes System mit den zur Lösung einer Aufgabe nötigen Bauteilen (z.B. Sensoren, Aktoren) ausstatten		○		○	○	○
<b>6</b>	<b>Physik</b>						
<b>6.1</b>	<b>Denk- und Arbeitsweisen</b>						
6.1.1	selbständig Experimente zur Beobachtung von Phänomenen sowie zur Beantwortung vorgegebener Fragestellungen durchführen	●	●	●	●		
6.1.2	Unterscheidung zwischen Beobachtung und Erklärung beschreiben (Beobachtung durch Sinneseindrücke und Messungen, Erklärung durch Gesetze und Modelle)	●	●	●	●		
6.1.3	zwischen sprachlicher und graphischer Darstellungsform wechseln	●	●	●	●		
6.1.4	Achtung gegenüber der Ingenieursleistung entwickeln	●	●	●	●	●	●

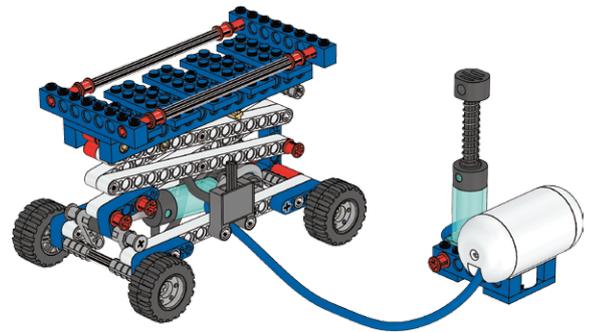
		Hauptaktivitäten			Entwurfs- und Konstruktionsaufgaben		
		Die Scherenhebebühne	Die Roboterhand	Die Presse	Der Roboterarm	Der Dinosaurier	Die Vogelscheuche
<p>● = Inhaltsbezogene Kompetenzen                      ○ = Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung</p>							
<b>6.2</b>	<b>Mechanik</b>						
6.2.1	Kräfte als Ursache von Bewegungs-/Geschwindigkeits- (Betrag und Richtung) oder Energieänderungen identifizieren (mechanische Energieübertragung)	●	●	●	●	●	●
6.2.2	die Wirkung von Kräften beschreiben (z.B. Bewegungsänderungen, Energieänderungen, Impuls)	●	●	●	●	●	●
6.2.3	Wechselwirkungen anwenden mit: Zahnradgetriebe, Hebel, einfache Maschinen	●	●	●	●		
6.2.4	eine einfach Maschine experimentell untersuchen und ihre Anwendung im Alltag und in der Technik beschreiben (z.B. Hebel, Flaschenzug)	●	●	●	●		
<b>6.3</b>	<b>Energie</b>						
6.3.1	Lage-, kinetische, elektrische und thermische Energie unterscheiden	○	○	○	○	○	○
6.3.2	Energieerhaltungssatz in der Mechanik eingeschränkt auf Bewegungs-, Lageenergie und der kinetischen Energie formulieren	○	○	○	○	○	○
6.3.3	Beispiele für die Speicherung von Energie in verschiedenen Energieformen in Alltag und Technik nennen und beschreiben (u. a. Lageenergie, Bewegungsenergie, elektrische Energie)	●	●	●	●	●	●
6.3.4	Arbeit identifizieren als Maß für die einem System zugeführte oder entzogene mechanische Energie (Wegunabhängigkeit der Hubarbeit, Arbeit als Produkt aus Kraft und Weg)	●	●	●	●	●	●
6.3.5	mit den Größen Energie und Arbeit mechanische Vorgänge in alltagsrelevanten Kontexten beschreiben	●	●	●	●	●	●
6.3.6	Wirkungsweisen von Kraftwandlern, z.B. Zahnrädern, schiefe Ebene erklären	○	○	○	○	○	○
6.3.7	bei Versuchen (u. a. mit Kraftwandlern und einfachen Maschinen wie Hebel und Flaschenzug) die zu messenden Größen selbstständig benennen	○	○	○	○	○	○
6.3.8	ein Experiment zur Leistungsbestimmung planen, dieses durchführen und auswerten	○	○	○	○	○	○
6.3.9	Kenntnisse über Reibung nutzen, deren Bedeutung für Alltag und Technik begründen		●				
6.3.10	Druckänderungen eines Gases über die Abhängigkeit des Drucks von Temperatur und Volumen erklären	●	●	●	●	●	●
6.3.11	Temperatur, Druck und Volumen als Zustandsgrößen eines Gases nennen	●	●	●	●	●	●
<b>6.4</b>	<b>Masse und Volumen</b>						
6.4.1	die Größen Druck und Dichte an Beispielen erläutern	●	●	●	●	●	●
<b>7</b>	<b>Mathematik</b>						
<b>7.1</b>	<b>Größen und Messen</b>						
7.1.1	Größen in einfachen (Sach-)Situationen (Länge – Umfang) darstellen bzw. anschaulich erläutern	●	●	●	●		
7.1.2	Längen, Flächeninhalte, Volumina, Massen, Zeitspannen messen	●	●	●	●		
7.1.3	mit Größenangaben rechnen und dabei Einheiten korrekt anwenden	●	●	●	●		
<b>7.2</b>	<b>Arithmetik / Algebra (Zahl, Variable, Operation)</b>						
7.2.1	(rationale) Zahlen in Bruch und in Dezimaldarstellung addieren, subtrahieren, multiplizieren und dividieren	●	●	●	●		
7.2.2	Terme aufstellen, deren Wert bestimmen und zur Problemlösung nutzen	●	●	●	●		
7.2.3	Zahlen vergleichen und anordnen	●	●	●	●		
<b>7.3</b>	<b>Proportionalität (Funktionaler Zusammenhang)</b>						
7.3.1	Beziehungen erkunden und Zusammenhänge durch ... darstellen	●	●	●	●		
	Tabellen	●	●	●	●		
	Graphen			●	●		
<b>7.4</b>	<b>Leitidee Daten und Zufall</b>						
7.4.1	Daten graphisch darstellen auch unter Verwendung von Software			○	○		

## Schwerpunkte der Hauptaktivitäten

Die Anforderungen an die Schüler nehmen im Laufe der vier Hauptaktivitäten zu: die Scherenhebebühne, die Roboterhand, die Presse und der Roboterarm.

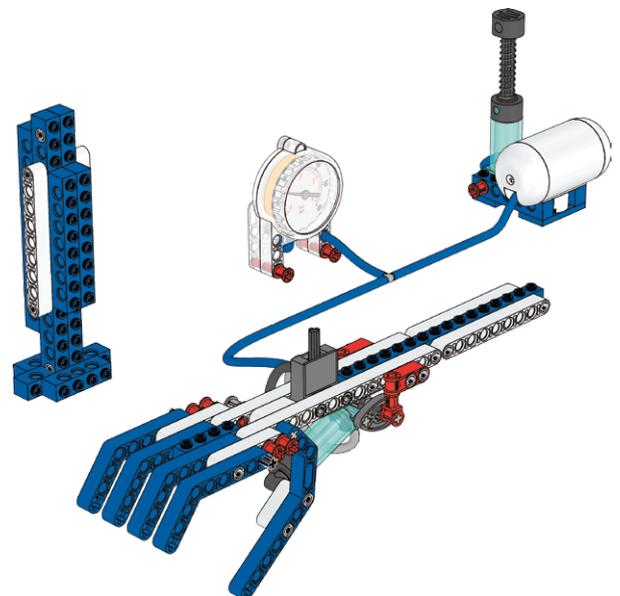
### Die Scherenhebebühne

Die Scherenhebebühne ist vergleichsweise einfach aufzubauen und besitzt nur eine Schalteinheit. Die Untersuchung zeigt, inwiefern sich die nötige Leistung der Hebebühne (hinsichtlich der erforderlichen Pumpstöße/des nötigen Drucks) mit ihrer Gewichtsbelastung und Größe ändert. Die Schüler notieren ihre Voraussagen und ihre Resultate in einer Tabelle.



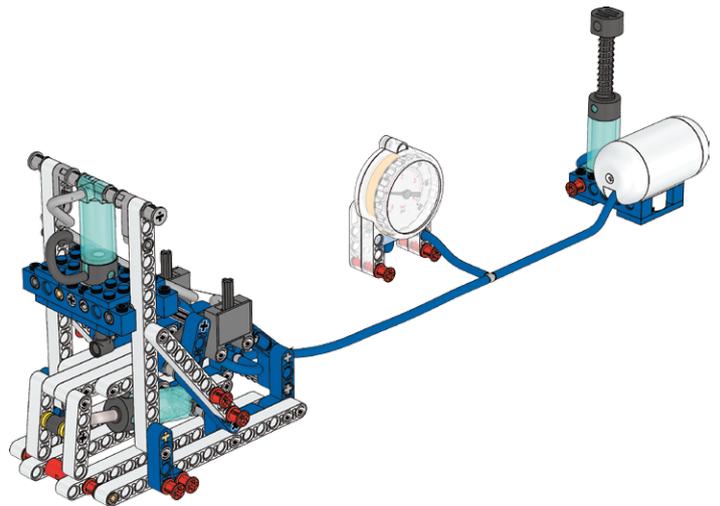
### Die Roboterhand

Die Roboterhand ist schon etwas komplizierter aufgebaut, besitzt jedoch ebenfalls nur eine Schalteinheit. Die Untersuchung stellt höhere Anforderungen, weil bei den Gegenständen, die gegriffen werden, zwei variable Größen eine Rolle spielen: Oberflächenbeschaffenheit und Gewicht. Außerdem soll der richtige Druck bestimmt werden, damit die Roboterhand zugreift, ohne den Gegenstand zu zerstören. Die Schüler verwenden nicht die Anzahl der Pumpstöße zur Bemessung des Drucks, sondern setzen von Beginn an ein Manometer ein. Die Schüler notieren ihre Voraussagen und ihre Resultate in einer Tabelle.



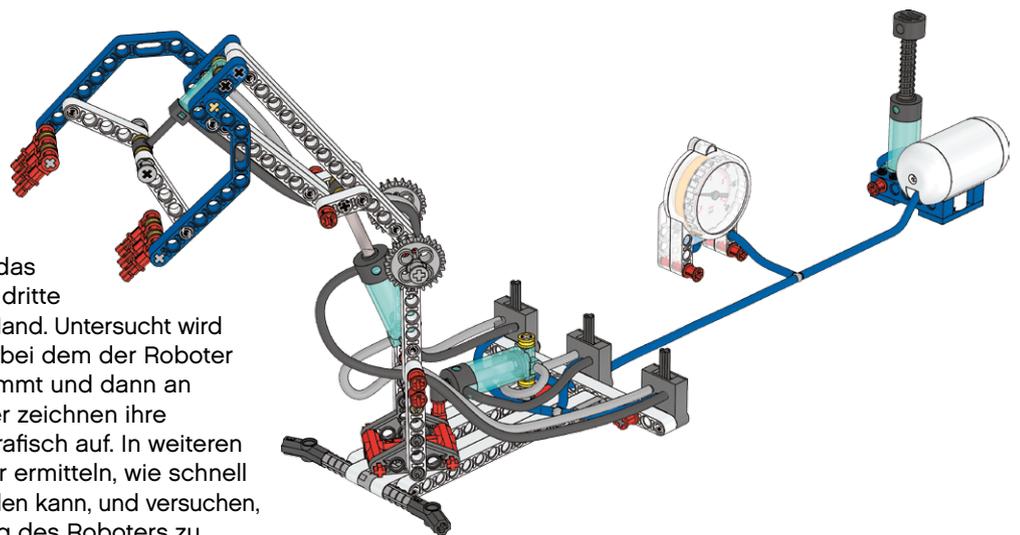
## Die Presse

Das pneumatische System der Presse ist wiederum etwas umfangreicher als bei der Scherenhebebühne oder bei der Roboterhand. Es sind zwei Kreisläufe erforderlich, die jeweils über einen eigenen Zylinder und eine eigene Schalteinheit verfügen. Ein Kreislauf wird für den Pressvorgang benötigt, der andere für den Auswurf des Gegenstands nach dem Pressvorgang. Untersucht wird der Wirkungsgrad der Presse: Wie viele vollständige Pressvorgänge können ausgeführt werden, wenn der Druck zu Beginn 2,5 Bar beträgt? Die Schüler zeichnen ihre Voraussagen und ihre Resultate grafisch auf. In einer zusätzlichen Aufgabe wird erforscht, wie schnell die Schüler ihre Presse betreiben können.



## Der Roboterarm

Der Roboterarm weist von allen Konstruktionen die höchste Komplexität auf. Er benötigt drei Kreisläufe, die jeweils über einen eigenen Zylinder und eine eigene Schalteinheit verfügen. Ein Kreislauf wird für die Drehung des Arms benötigt, der zweite für das Heben und Senken des Arms, der dritte für das Öffnen und Schließen der Hand. Untersucht wird die Effizienz des Arbeitsvorgangs, bei dem der Roboter einen Gegenstand zunächst aufnimmt und dann an anderer Stelle platziert. Die Schüler zeichnen ihre Voraussagen und ihre Resultate grafisch auf. In weiteren Untersuchungen sollen die Schüler ermitteln, wie schnell und präzise der Arm betrieben werden kann, und versuchen, die Praxistauglichkeit bzw. Leistung des Roboters zu verbessern.





## Was ist Pneumatik?

### Was bedeutet Pneumatik?

Das Wort „Pneumatik“ stammt vom griechischen „pneuma“ und bedeutet soviel wie „Wind“ oder „Atem“. Pneumatik bezeichnet heute den Einsatz von Druckluft, um Arbeit zu verrichten. Pneumatische Maschinen werden schon lange eingesetzt: Vor 2.000 Jahren baute Heron von Alexandria, ein griechischer Erfinder, eine ganze Reihe pneumatischer Maschinen, darunter auch ein pneumatisches Katapult.

### Wozu Pneumatik?

Wenn dir je beim Zahnarzt ein Zahn gebohrt oder poliert wurde, hast du – vielleicht ohne es zu wissen – schon Bekanntschaft mit pneumatischen Maschinen gemacht. Viele Zahnärzte bevorzugen bei ihren Dentalinstrumenten pneumatische Maschinen, die sich durch Kraft und Laufruhe auszeichnen.

Vorteile pneumatischer Systeme:

- Pneumatische Maschinen können sehr kompakt und leicht, aber dennoch schnell und leistungsstark sein.
- Im Vergleich zu Hydrauliköl ist Luft leichter – und kostenlos.
- Druckluft kann leicht gespeichert werden.
- Es treten keine Gefahren auf, wenn Luftschläuche oder Teile der Maschine nass werden.
- Wenn eine pneumatische Maschine überlastet wird, hält diese entweder einfach an, verdichtet die Luft weiter oder der Druck wird über ein Überdruckventil abgelassen. Wenn hydraulische Maschinen undicht werden, strömt eine Flüssigkeit aus, die den Umgebungsbereich rutschig und gefährlich macht.
- Natürlich können unter hohem Druck sowohl Flüssigkeiten als auch Luft gefährlich sein!

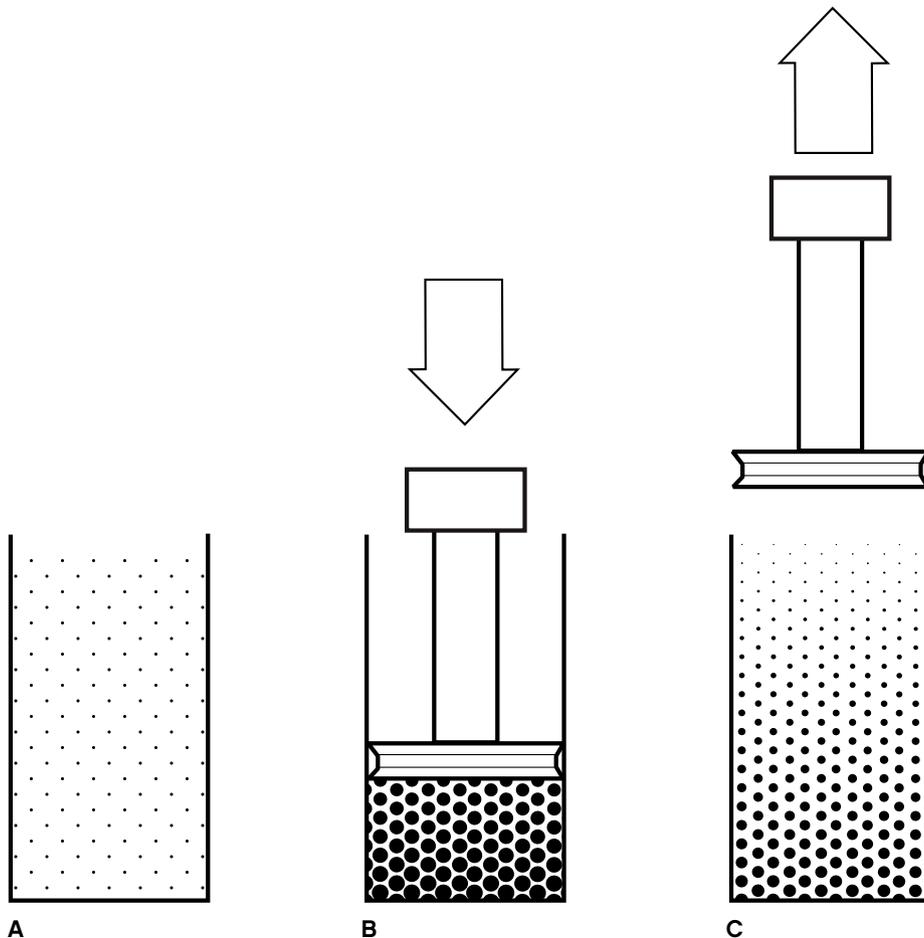
## Wie funktioniert Pneumatik?

Stelle dir einen Behälter vor, z. B. Behälter A. Er scheint leer zu sein, aber er ist stets bis zum Rand gefüllt – mit Luftmolekülen. Luftmoleküle sind unsichtbar, aber sie besitzen eine bestimmte Masse und auch ein bestimmtes Gewicht. Dementsprechend üben sie auch Druck aus. Der Luftdruck in Behälter A entspricht genau dem Luftdruck des Raumes, in dem er steht. Sobald der Behälter verschlossen wird (B), sind die Moleküle im Inneren eingeschlossen. Wenn die Moleküle nun zusammengedrückt werden, kollidieren sie miteinander und mit den Wänden des Behälters, in dem sie eingeschlossen sind, d. h. sie üben Druck aus. Zwischen den Luftmolekülen bestehen relativ große Abstände, die verringert werden, wenn Luft verdichtet wird. Die Kraft, die die Luftmoleküle auf eine Oberfläche ausüben (z. B. auf einen Kolben) wird Druck genannt.

Die Höhe des Drucks, den die Luftmoleküle ausüben, hängt von der Anzahl der Moleküle und der Kollisionen ab, die zwischen den Molekülen und der Innenfläche des Behälters auftreten. Luftmoleküle erhalten bei der Kompression potenzielle Energie.

Wenn der Kolben wieder losgelassen wird (C), dehnt sich die komprimierte Luft aus, bis der Druck innerhalb und außerhalb des Behälters wieder gleich ist.

Mit einem kontrollierten Druckluftkreislauf kann die Kraft der sich ausdehnenden Luft in Bewegungsenergie (kinetische Energie) umgewandelt werden, die ein mechanisches System antreiben kann.



**Tip:**  
Fachwörter werden im Glossar erklärt.

**Schon gewusst?**  
Wenn du wissen willst, wie man Druck berechnet, solltest du dich einmal für das Boyle'sche Gesetz interessieren.



## Das Innenleben der pneumatischen Funktionselemente von LEGO®

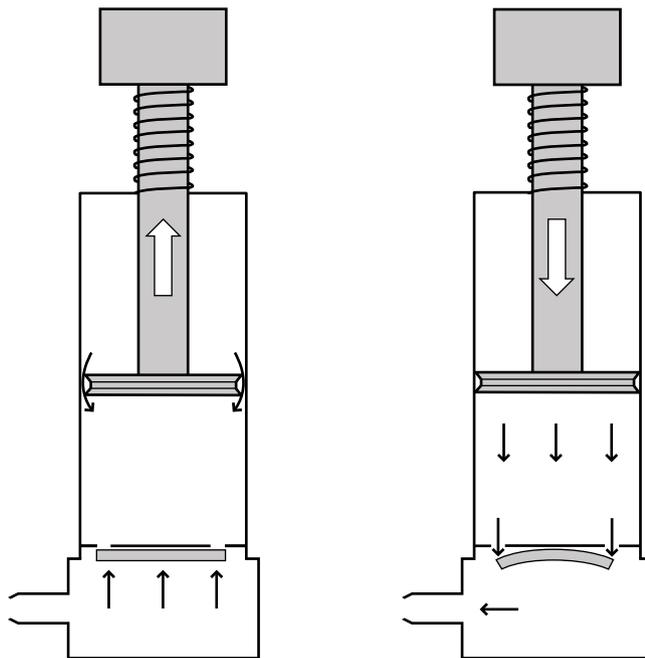
Die grundlegenden Funktionskomponenten jedes pneumatischen Systems sind Pumpen, Zylinder und Ventile. Auch wenn in der Industrie weitaus mehr Komponenten eingesetzt werden, können die meisten Arbeitsfunktionen mit diesen drei grundlegenden Komponenten ausgeführt werden.

### Die Pumpe

Die Pumpe dient dazu, Luft zu verdichten. Um die Luft im Pumpeninneren wie gewünscht zu leiten, verfügt die Pumpe über einen speziellen Kolben und eine flexible Membran.

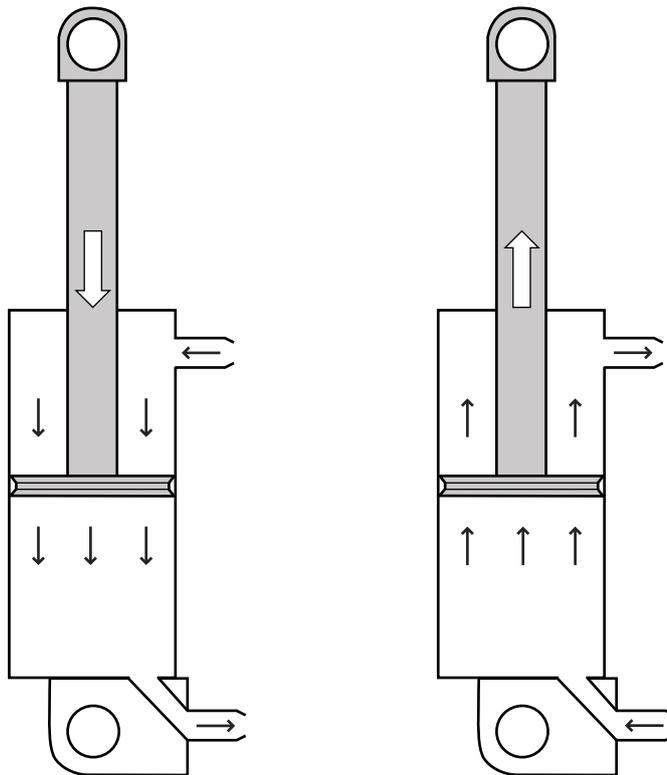
Wenn der Kolben nach unten gedrückt wird, ist die Kolbendichtung luftdicht und drückt die Luft gegen die flexible Membran. Diese verbiegt sich, so dass Luft durch den Auslass strömen kann.

Wenn der Kolben wieder nach oben geht, wird die Kolbendichtung luftdurchlässig, so dass neue Luft in das Pumpengehäuse strömen kann. Gleichzeitig nimmt die flexible Membran wieder ihre ursprüngliche Lage ein und verhindert so, dass komprimierte Luft in das Pumpengehäuse zurückströmen kann.



### Der Zylinder

Der Pneumatikzylinder wandelt die Kraft der sich ausdehnenden Druckluft (potenzielle Energie) in Bewegung (kinetische Energie) um. Wenn die Luft in den Zylinder strömt, bewegt sie den Kolben nach oben oder nach unten, je nachdem, an welchem Anschluss die Luft eintritt. Alle LEGO® Zylinder sind doppelt wirkende Zylinder; d. h. die Druckluft kann über zwei verschiedene Anschlüsse in den Zylinder einströmen.



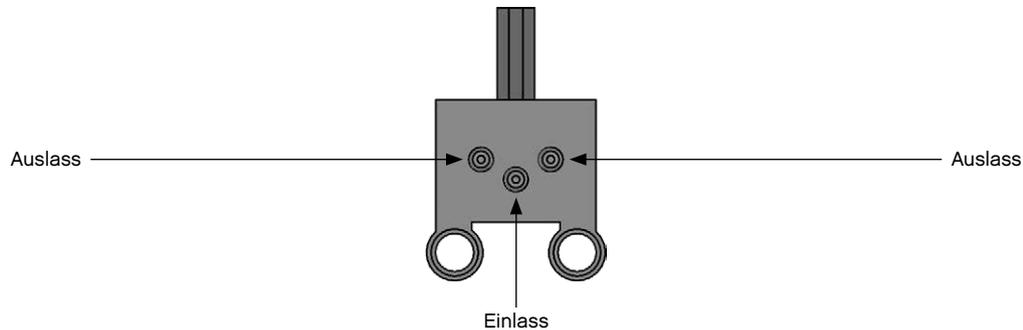
### Schon gewusst?

Je kleiner der Zylinder, desto höher der für den Betrieb erforderliche Druck. Der Grund dafür ist die kleinere Kolbenfläche. Druck ist Kraft pro Fläche. Wenn die verfügbare Fläche kleiner wird, ergibt sich ein höherer Luftdruckbedarf, um die gleiche Kraft zu erzielen.

### Das Dreistellungsventil

Die Druckluft aus einer Pumpe oder einem Speicher dringt über einen Einlass in das Ventil ein, und das Ventil leitet die Luft durch einen der beiden Auslässe an andere pneumatische Komponenten weiter oder stoppt einfach den Luftstrom. Die Gummiventildichtung verfügt über eine spezielle Kammer, welche die Luft vom Einlass zu einem der beiden Auslässe leitet.

Der Auslass, der nicht für Druckluft verwendet wird, ist automatisch geöffnet, damit die Luft eines Zylinders durch diesen Auslass in die Umgebung ausströmen kann.

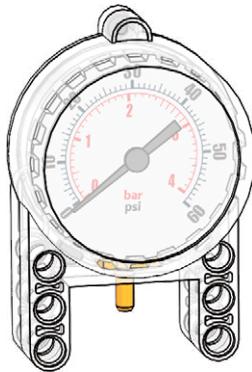


### Ventile steuern den Weg der Druckluft



### Das Manometer

Ein Manometer ist ein Druckmesser. An einem Manometer kannst du ablesen, wie der Druck durch deine Aktionen steigt oder abfällt. Das LEGO® Manometer zeigt den Druck sowohl in Bar als auch in psi an.

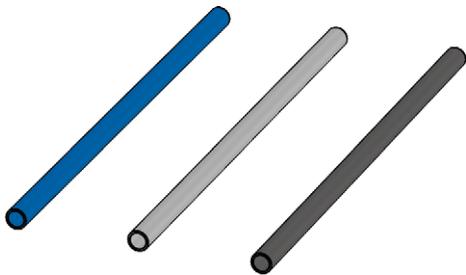


### Schläuche, T-Stück und Druckluftbehälter

Flexible Schläuche liegen in verschiedenen Längen und Farben bei. Sie leiten die Druckluft zwischen den pneumatischen Funktionselementen. Die Farben helfen, den Luftweg nachzuvollziehen, zu beschreiben und Konstruktionsfehler zu finden. Die Schläuche sind absichtlich so ausgelegt, dass an den Anschlüssen Luft ausströmen kann, wenn der Druck zu hoch wird.

Mit T-Stücken kann der Luftstrom auf mehrere Schläuche verteilt werden.

Der Druckluftbehälter dient zur Speicherung von komprimierter Luft.



Schläuche



Druckluftbehälter

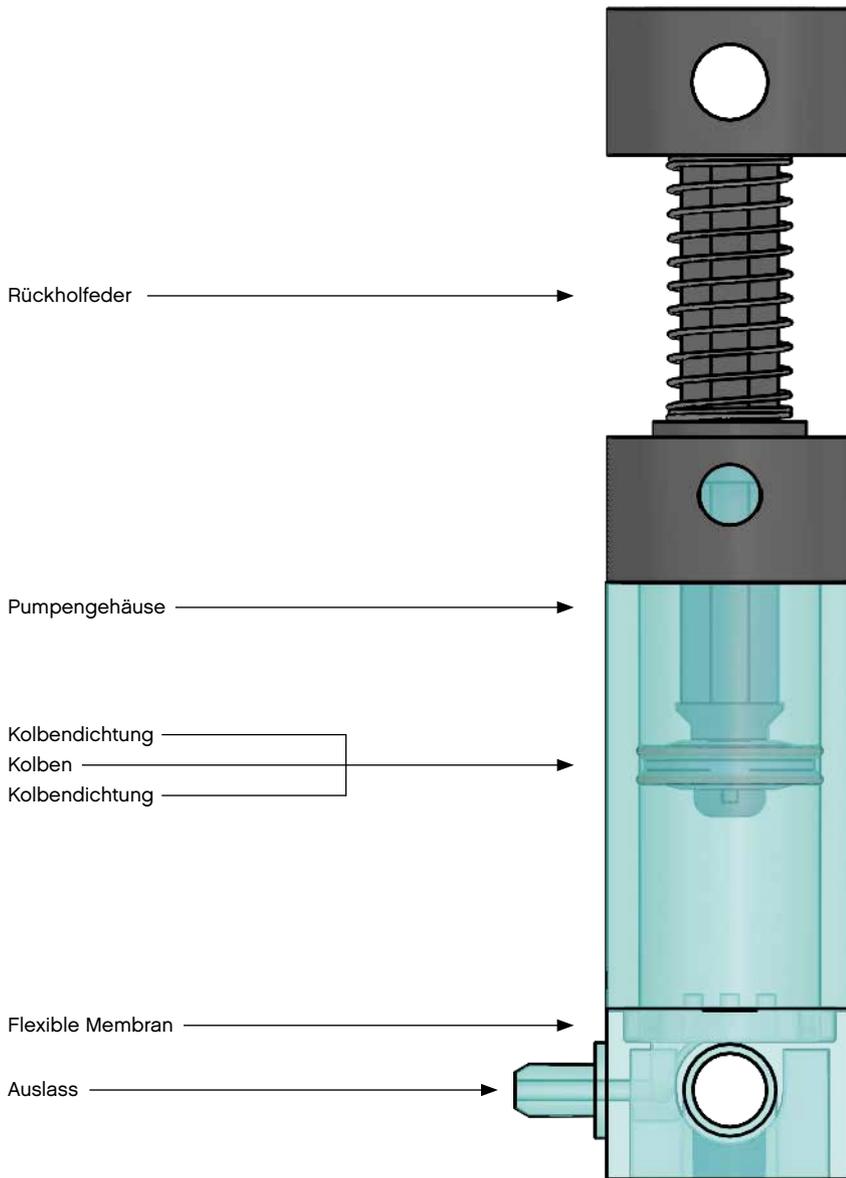


T-Stück

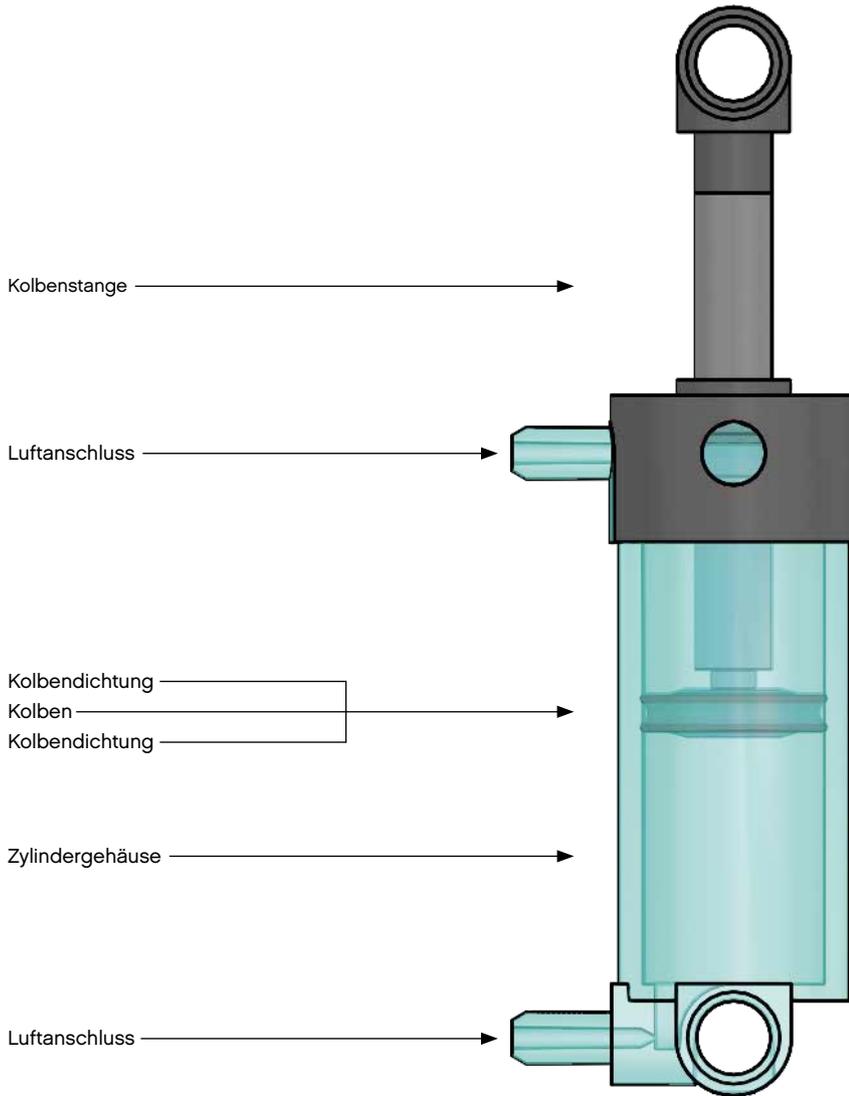
#### ◀ Tipp:

Bei LEGO Modellen richtet sich die Farbe der Schläuche nach ihrem Anwendungsbereich: Blaue Schläuche leiten die Luft zwischen Pumpe, Druckluftbehälter und Ventil. Hellgraue Schläuche leiten die Luft zwischen dem Ventil und dem unteren Einlass eines Zylinders. Schwarze Schläuche leiten die Luft zwischen dem Ventil und dem oberen Einlass eines Zylinders.

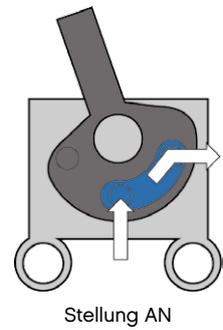
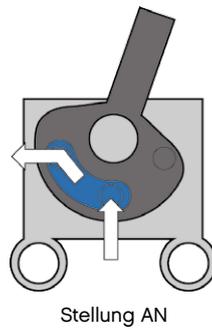
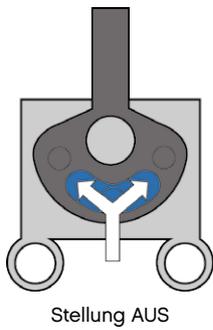
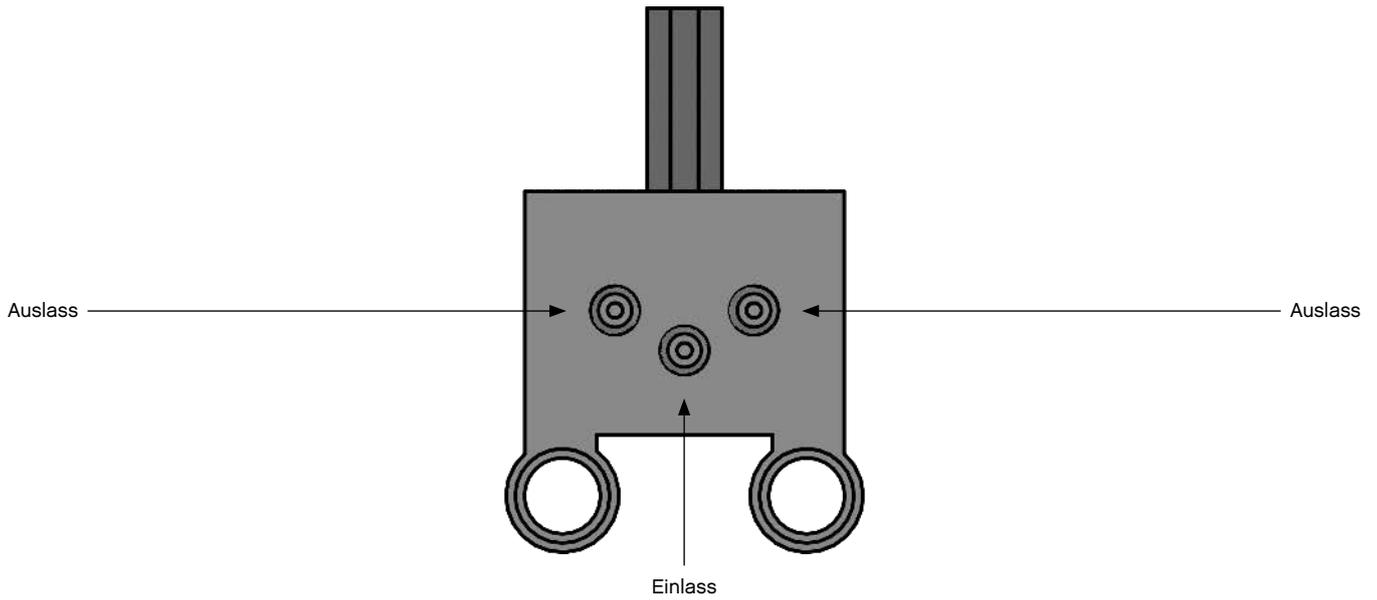
# Die Pumpe



# Der Zylinder



# Das Dreistellungsventil





## Grundlagenmodelle

### **Die schnelle Einführung zu den Komponenten und den Grundsätzen der Pneumatik**

Das Anleitungsheft zum Bau der Grundlagenmodelle beschreibt kleine Modelle, die schnell zusammengebaut und leicht verändert werden können. Die zugehörigen Aktivitäten gewähren Einblick in die Funktionsweise pneumatischer Funktionselemente. Sie liefern eine Grundlage für das Verständnis der komplexeren Hauptaktivitäten und der eigenen Entwurfs- und Konstruktionsarbeiten.

### **Für wen sind diese Modelle vorgesehen?**

Diese einfachen Modelle wurden für die Schüler entwickelt! Durch den natürlichen Lernfortschritt, der sich im Laufe der Aktivitäten einstellt, erhalten die Schüler eine Einsicht in die spannende Welt der Pneumatik. Sie können pneumatische Komponenten selbst erforschen, ausprobieren und erhalten so ein praxisgerechtes Verständnis ihrer Funktionsweise. Die Arbeitsblätter leiten die Schüler bei den Untersuchungen der pneumatischen Grundprinzipien an und dienen außerdem zur Dokumentation der Versuchsergebnisse.

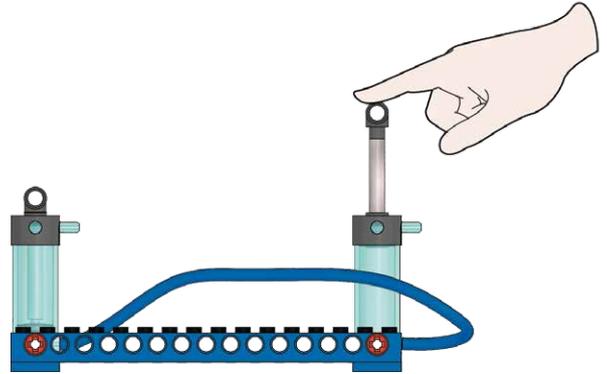
### **Wann kann ich diese Modelle verwenden?**

Greifen Sie auf diese Aktivitäten zurück, wenn Sie das Thema Pneumatik in Ihrer Klasse einführen. Durch die Handhabung der Modelle werden die Schüler sowohl mit der Bauweise pneumatischer Systeme als auch mit dem zugehörigen Wortschatz vertraut. Die Erfahrungen der Schüler mit den Grundlagenmodellen können als Ausgangspunkt für die Arbeiten an den Hauptaktivitäten sowie an den Entwurfs- und Konstruktionsaktivitäten dienen.

### 1A

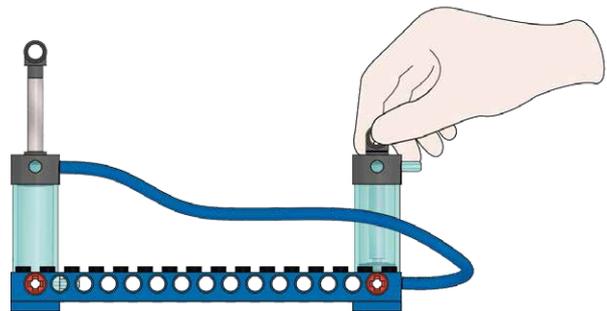
#### Baue 1A im Buch 5, Schritt 5

Wenn du die Kolbenstange herunterdrückst, drängt der Pumpenkolben die Luft zum unteren Anschluss hinaus in den Schlauch. Dieser leitet die Luft in den unteren Anschluss des zweiten Zylinders. Die Kraft der sich ausdehnenden Luft schiebt den Kolben des zweiten Zylinders nach oben, so dass dessen Kolbenstange nach oben herausgedrückt wird.



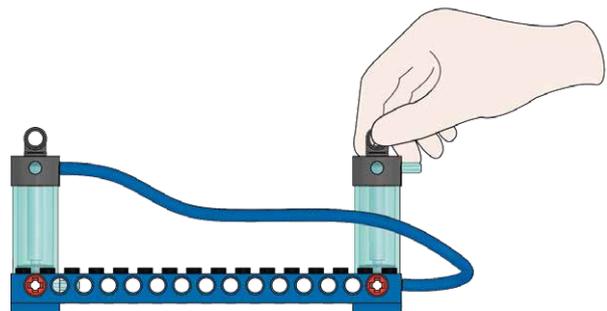
### 1B

Wenn du die Kolbenstange hochziehst, erzeugst du innerhalb des Zylinders und des Schlauchs einen Unterdruck. Wenn du die Kolbenstange loslässt, stellt sich wieder der Normaldruck ein, wodurch der Kolben und die Kolbenstange zurück nach unten gezogen werden.



### 1C

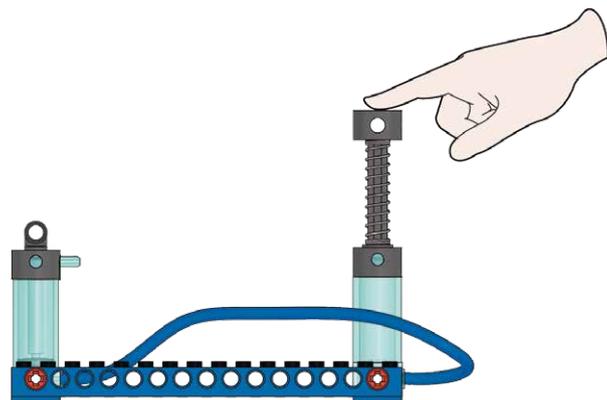
Wenn du die Kolbenstange hochziehst, saugst du über den Schlauch Luft aus dem zweiten Zylinder in den ersten Zylinder. Die Kolbenstange des ersten Zylinders bleibt oben, wenn du sie loslässt. Der Unterdruck, der entsteht, wenn die Luft vom zweiten in den ersten Zylinder strömt, zieht den Kolben und die Kolbenstange des zweiten Zylinders nach oben.



### 2A

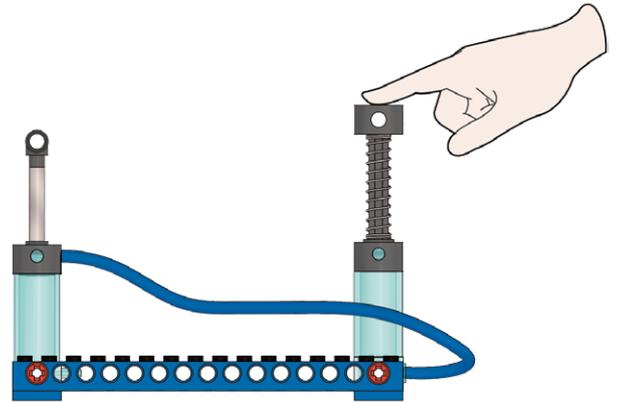
#### Baue 2A im Buch 5, Schritt 7

Die Pumpe drückt die Luft in den Schlauch und in den unteren Luftanschluss des Zylinders. Dort drückt die Luft den Kolben nach oben, so dass die Kolbenstange fast vollständig herausfährt.



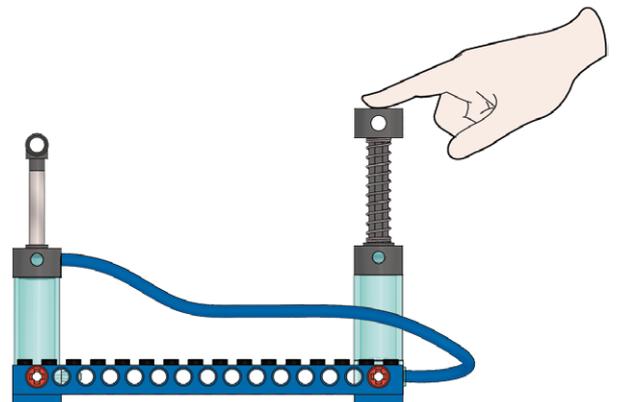
## 2B

Die Pumpe drückt die Luft über den Schlauch in den oberen Luftanschluss des Zylinders. Dort drückt die Luft den Kolben nach unten, so dass die Kolbenstange vollständig einfährt.



## 2C

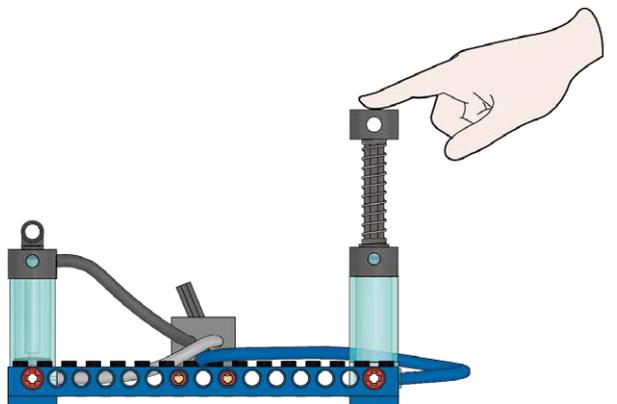
Nach einem Pumpstoß kannst du die Kolbenstange noch vollständig herausziehen. Nach 2 Pumpstößen wird das schon schwieriger. Nach 4 Pumpstößen lässt sich die Kolbenstange kaum noch herausziehen. Nach 6 Pumpstößen lassen die Pumpe oder der Schlauch Luft ab.



## 3A

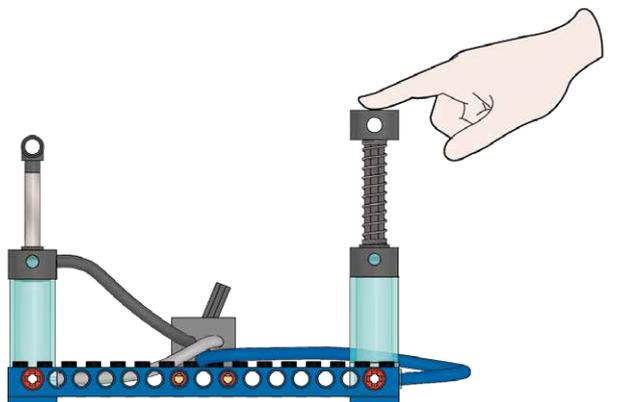
### Baue 3A im Buch 5, Schritt 10

Wenn du den Pumpenkolben herunterdrückst, strömt die Luft von der Pumpe in das Ventil. Das Ventil leitet die Luft in den Schlauch, der zum unteren Luftanschluss des Zylinders führt. Wenn die Luft in den Zylinder einströmt, drückt sie den Kolben nach oben, so dass die Kolbenstange aus dem Zylinder herausfährt.



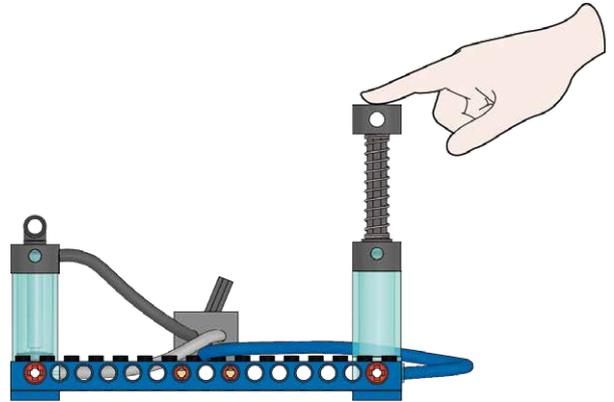
## 3B

Wenn du den Pumpenkolben herunterdrückst, strömt die Luft von der Pumpe in das Ventil. Das Ventil leitet die Luft in den Schlauch, der zum oberen Luftanschluss des Zylinders führt. Wenn die Luft in den Zylinder einströmt, drückt sie den Kolben nach unten, so dass die Kolbenstange in den Zylinder einfährt.



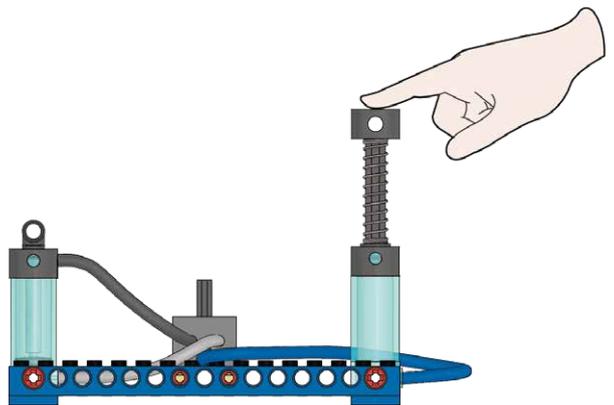
### 3C

Wenn du den Pumpenkolben herunterdrückst, strömt die Luft von der Pumpe in das Ventil. Das Ventil leitet die Luft in den Schlauch, der zum oberen Luftanschluss des Zylinders führt. Wenn die Luft in den Zylinder einströmt, drückt sie den Kolben nach unten, aber der Kolben befindet sich bereits in der unteren Stellung – also passiert nichts. Nach etwa 7 Pumpstößen lassen die Pumpe oder der Schlauch Luft ab.



### 3D

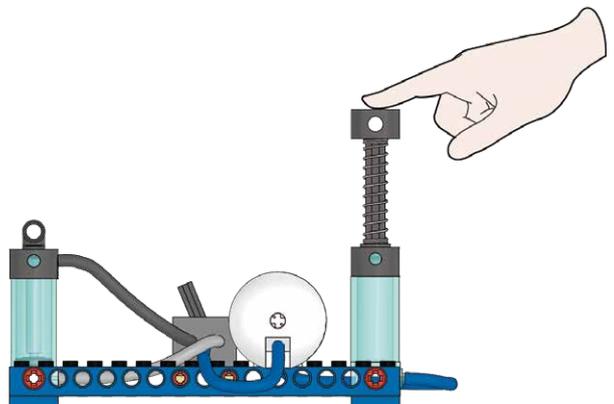
Wenn du die Kolbenstange der Pumpe herunterdrückst, strömt Luft von der Pumpe zum Ventil, aber dort wird der Luftstrom angehalten. Nach etwa 2 Pumpstößen lassen die Pumpe oder der Schlauch Luft ab.



### 4A

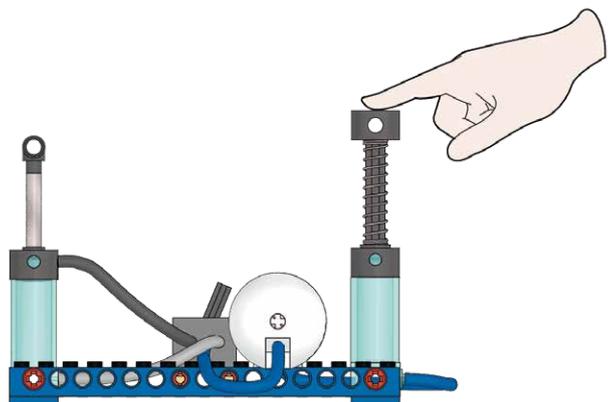
#### Baue 4A im Buch 5, Schritt 13

Wenn du den Pumpenkolben herunterdrückst, strömt die Luft von der Pumpe über den Druckluftbehälter in das Ventil. Das Ventil leitet die Luft in den Schlauch, der zum unteren Luftanschluss des Zylinders führt. Wenn die Luft in den Zylinder einströmt, drückt sie den Kolben nach oben, so dass die Kolbenstange aus dem Zylinder herausfährt. Nach 2 Pumpstößen ist die Kolbenstange vollständig ausgefahren.



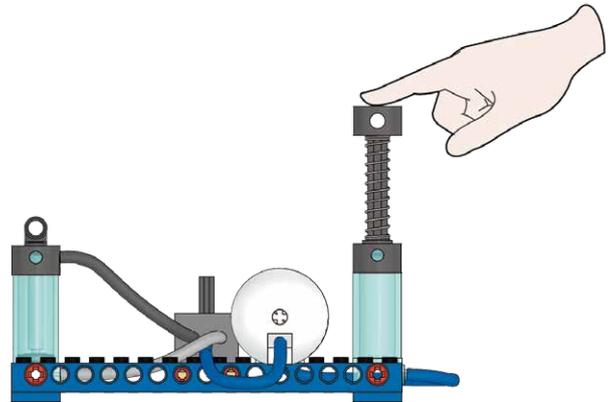
### 4B

Wenn du den Pumpenkolben herunterdrückst, strömt die Luft von der Pumpe über den Druckluftbehälter in das Ventil. Das Ventil leitet die Luft in den Schlauch, der zum oberen Luftanschluss des Zylinders führt. Wenn die Luft in den Zylinder einströmt, drückt sie den Kolben nach unten, so dass die Kolbenstange in den Zylinder einfährt. Nach 2 Pumpstößen ist die Kolbenstange vollständig eingefahren.



#### 4C

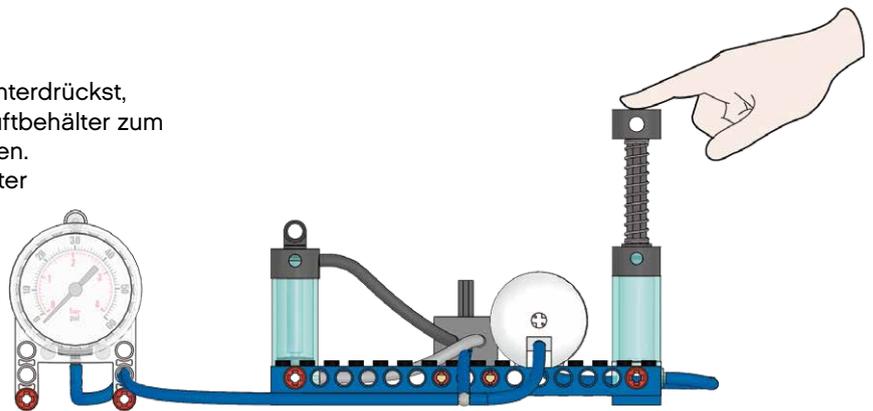
Wenn du die Kolbenstange der Pumpe herunterdrückst, strömt Luft von der Pumpe über den Druckluftbehälter zum Ventil, aber dort wird der Luftstrom angehalten. Nach etwa 40 Pumpstößen lassen die Pumpe oder der Schlauch Luft ab.



#### 5A

##### Baue 5A im Buch 5, Schritt 17

Wenn du die Kolbenstange der Pumpe herunterdrückst, strömt Luft von der Pumpe über den Druckluftbehälter zum Ventil, aber dort wird der Luftstrom angehalten. Die Erhöhung des Drucks kann am Manometer beobachtet werden. Ab einem Druck von etwa 3 Bar lassen die Pumpe oder der Schlauch Luft ab.



Mit 1 Bar Druck kannst du einen Zylinder 6 vollständige Arbeitsvorgänge ausführen lassen.

Mit 2 Bar Druck kannst du einen Zylinder 11 vollständige Arbeitsvorgänge ausführen lassen.

Mit 2,5 Bar Druck kannst du einen Zylinder 13 vollständige Arbeitsvorgänge ausführen lassen.

## Grundlagenaktivitäten

Die Grundlagenmodelle zeigen auf einfache und praktische Weise, wie pneumatische Systeme funktionieren.

Baue die Modelle nach der Bauanleitung auf, achte darauf, was passiert, wenn du das Modell wie beschrieben bedienst, und erkläre dann, warum es passiert. Du kannst die Wörter im oberen Bereich der Seiten benutzen, wenn du aufschreibst, was du herausgefunden hast.

Anschließend führst du, wie in der Abbildung gezeigt, eine kleine Änderung durch, um etwas Neues aus der Pneumatik zu lernen.

Es gibt insgesamt 5 Grundlagenmodelle und 14 Schritte. Wenn du alle Schritte geschafft hast, bist du für den Aufbau interessanter pneumatischer Maschinen bestens vorbereitet.

Druckluftbehälter

Manometer

Kolbenstange

Schlauch

Luftanschluss

Kolben

Pumpe

Ventil

Zylinder

Kraft

1A

**Baue 1A bis Seite 5.**

Drücke die Kolbenstange herunter.

Erkläre, was passiert ist und warum es passiert ist.

**Wenn ich die Kolbenstange herunter drücke...**

---



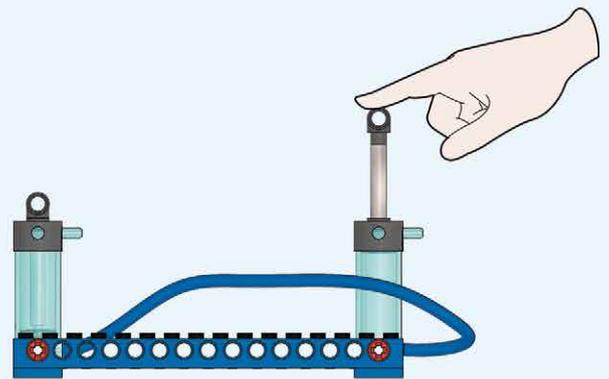
---



---



---



### Tipps für das Arbeiten mit pneumatischen Funktionselementen:

- Die einfachste Möglichkeit, aus dem Druckluftbehälter die Luft abzulassen, ist, den Schlauch zwischen Behälter und Ventil abzuziehen.
- Zu Beginn eines Versuchs sollte sich das Ventil stets in der Stellung AUS befinden, damit du den Luftstrom bewusst steuern kannst.

# Druckluftbehälter

# Manometer

Kolbenstange

# Schlauch

Luftanschluss

Kolben

# Pumpe

Ventil

# Zylinder

# Kraft

## 1A

Baue 1A bis Seite 5.

Drücke die Kolbenstange herunter.

Erkläre, was passiert ist und warum es passiert ist.

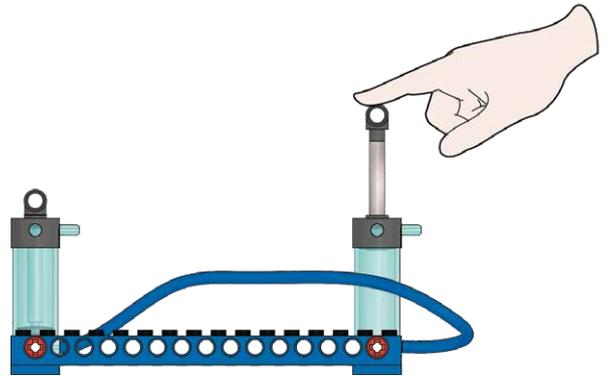
---

---

---

---

---



## 1B

Verändere das Modell wie in der Abbildung zu sehen.

Ziehe die Kolbenstange nach oben.

Erkläre, was passiert ist und warum es passiert ist.

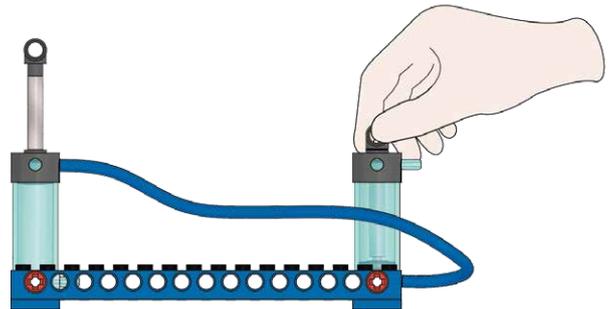
---

---

---

---

---



## 1C

Verändere das Modell wie in der Abbildung zu sehen.

Ziehe die Kolbenstange nach oben.

Erkläre, was passiert ist und warum es passiert ist.

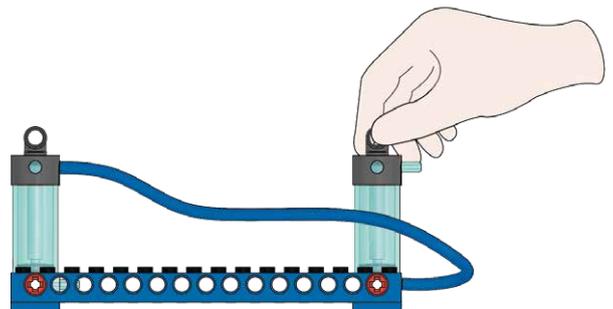
---

---

---

---

---



# Druckluftbehälter

# Manometer

Kolbenstange

# Schlauch

Luftanschluss

Kolben

# Pumpe

Ventil

# Zylinder

# Kraft

## 2A

Baue 2A im Buch 5, Schritt 7

Drücke einmal auf die Pumpe.

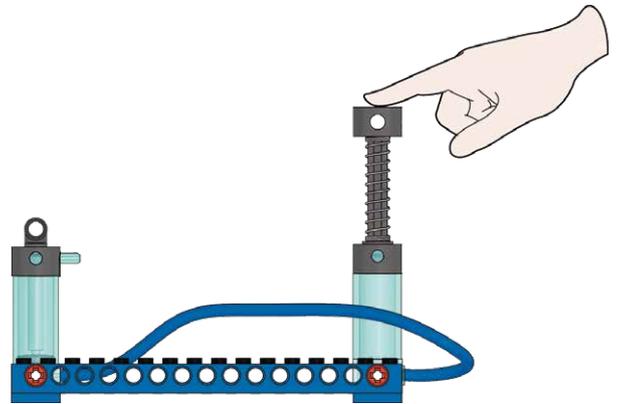
Erkläre, was passiert ist und warum es passiert ist.

---

---

---

---



## 2B

Verändere das Modell wie in der Abbildung zu sehen.

Drücke einmal auf die Pumpe.

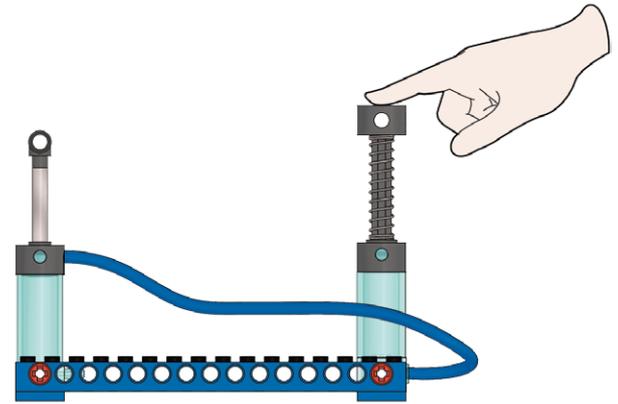
Erkläre, was passiert ist und warum es passiert ist.

---

---

---

---



## 2C

Führe mehrere Pumpstöße aus, und versuche nach jedem Pumpstoß, die Kolbenstange nach oben zu ziehen.

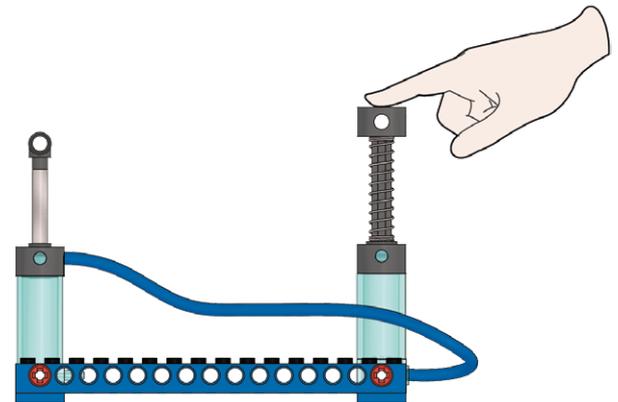
Erkläre, was passiert ist und warum es passiert ist.

---

---

---

---



Druckluftbehälter

Manometer

Kolbenstange

Schlauch

Luftanschluss

Kolben

Pumpe

Ventil

Zylinder

Kraft

**3A**

Baue 3A im Buch 5, Schritt 10

Drücke einmal auf die Pumpe.

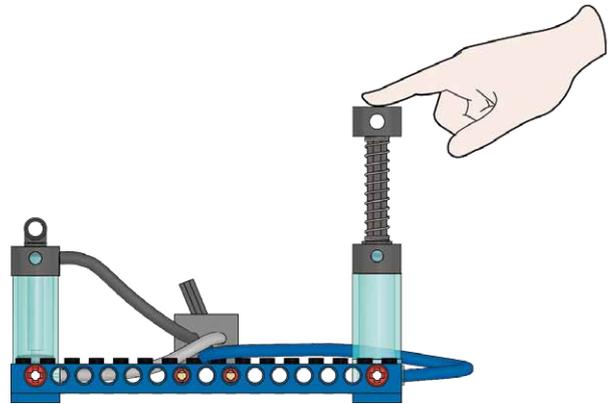
Erkläre, was passiert ist und warum es passiert ist.

---

---

---

---



**3B**

Verändere das Modell wie in der Abbildung zu sehen.

Drücke einmal auf die Pumpe.

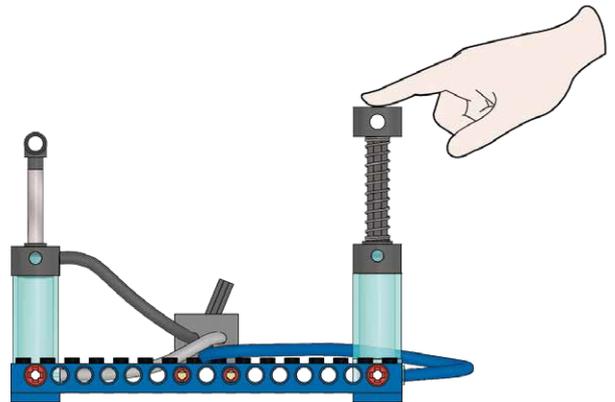
Erkläre, was passiert ist und warum es passiert ist.

---

---

---

---



Druckluftbehälter

Manometer

Kolbenstange

**Schlauch**

Luftanschluss

Kolben

Pumpe

Ventil

Zylinder

Kraft

**3C**

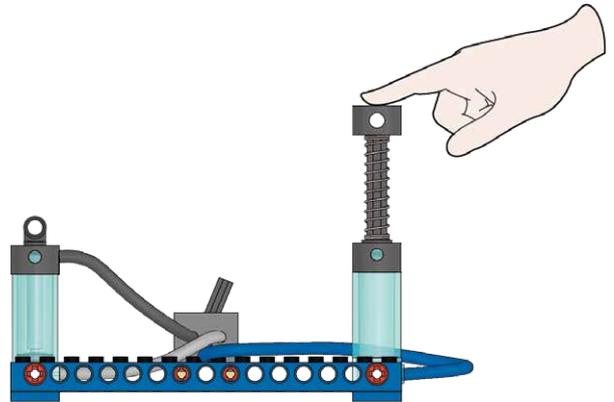
Verändere das Modell wie in der Abbildung zu sehen.  
Drücke einmal auf die Pumpe.  
Erkläre, was passiert ist und warum es passiert ist.

---

---

---

---



**3D**

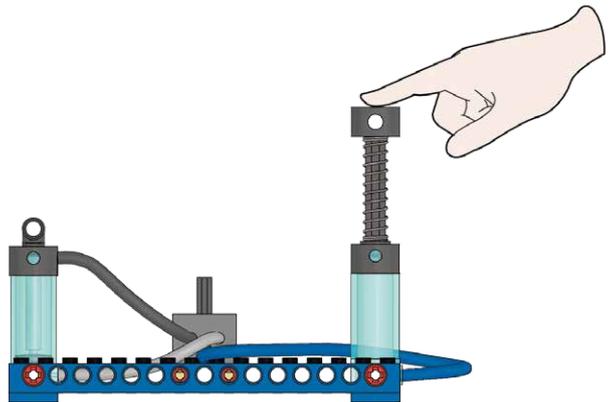
Verändere das Modell wie in der Abbildung zu sehen.  
Drücke zweimal auf die Pumpe.  
Erkläre, was passiert ist und warum es passiert ist.

---

---

---

---



# Druckluftbehälter

# Manometer

Kolbenstange

# Schlauch

Luftanschluss

Kolben

# Pumpe

Ventil

# Zylinder

# Kraft

## 4A

Baue 4A im Buch 5, Schritt 13

Drücke zweimal auf die Pumpe.

Erkläre, was passiert ist und warum es passiert ist.

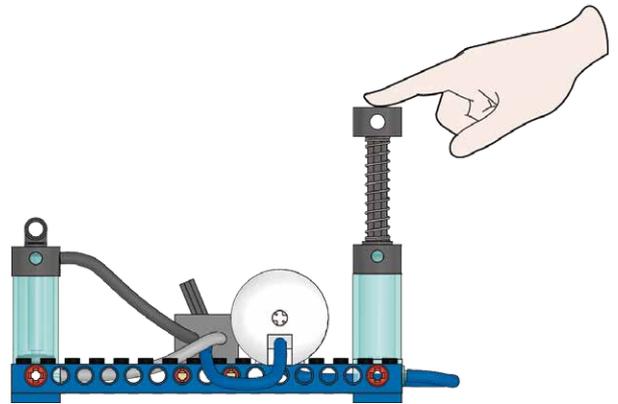
---

---

---

---

---



## 4B

Verändere das Modell wie in der Abbildung zu sehen.

Drücke zweimal auf die Pumpe.

Erkläre, was passiert ist und warum es passiert ist.

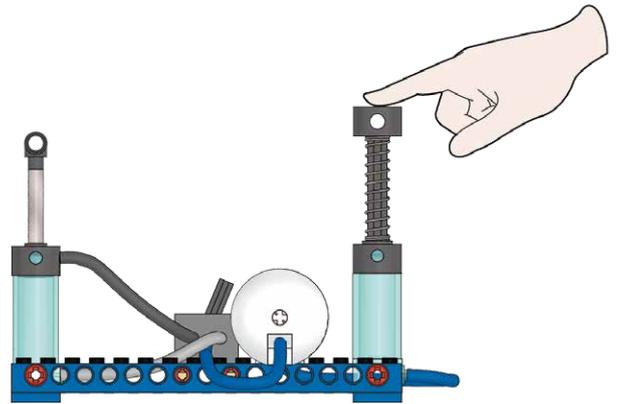
---

---

---

---

---



## 4C

Verändere das Modell wie in der Abbildung zu sehen.

Drücke zweimal auf die Pumpe.

Erkläre, was passiert ist und warum es passiert ist.

Wie viele Pumpstöße braucht man, um den Druckluftbehälter vollständig zu füllen?

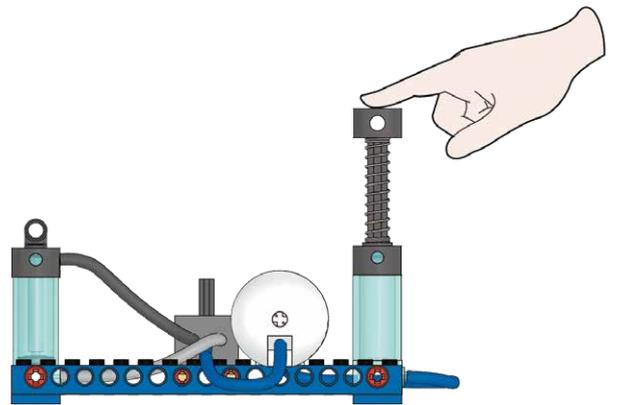
---

---

---

---

---



# Druckluftbehälter

# Manometer

Kolbenstange

# Schlauch

Luftanschluss

Kolben

# Pumpe

Ventil

# Zylinder

# Kraft

## 5A

### Baue 5A im Buch 5, Schritt 17

Drücke zweimal auf die Pumpe.

Erkläre, was passiert ist und warum es passiert ist.

Pumpe nun weiter.

Welchen Druck kannst du maximal erreichen?

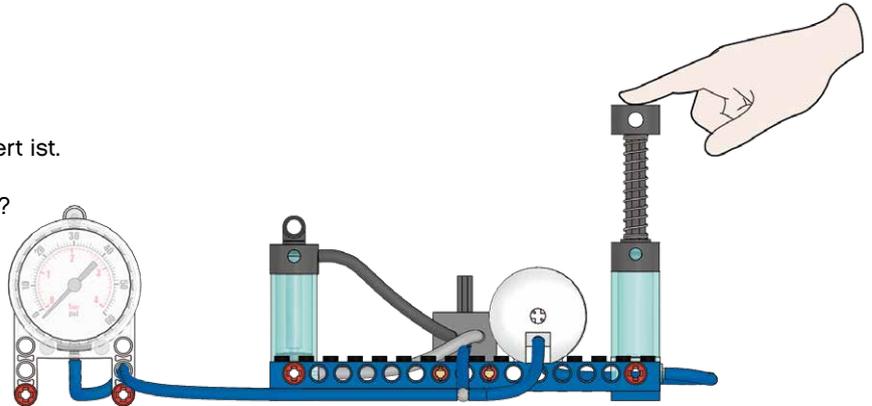
---

---

---

---

---



Probiere aus, wie oft du die Kolbenstange aus- und einfahren kannst, wenn dir ein Druck von 1 Bar zur Verfügung steht. Führe denselben Test mit 2 und 2,5 Bar durch.

---

---

---

---

---





## Die Scherenhebebühne

### Aufgabe:

Baue die Scherenhebebühne zusammen, und untersuche, wie sich die Gewichtsbelastung und die Höhe auf ihre Funktion auswirken.

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT/ NT	Technik	AWT/ AL	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• Technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Systemgrenzen und Teilsysteme</li> <li>• Kräfte (Gewichtskraft, Reibungskraft)</li> <li>• Nutzbarmachung von Energie</li> <li>• Prinzip einer Steuerung</li> <li>• Tabellen</li> <li>• Produkt bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Druck in Gasen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Fehlerbeseitigung</li> <li>• technische Lösung zeichnerisch darstellen</li> <li>• technische Systeme optimieren</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiewandlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftliche Arbeitsweise</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Ergebnisse protokollieren</li> <li>• Tabellen</li> <li>• Energie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen</li> <li>• Messgrößen</li> <li>• Kräfte</li> <li>• einfache Maschinen (Zahnradgetriebe, Hebel)</li> <li>• Energie und Arbeit</li> <li>• Zustandsgrößen eines Gases</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NwT/ NT	Technik	AWT/ AL	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip</li> <li>• Energieumwandlungsketten</li> <li>• Arbeit</li> <li>• Objekt mit Antrieb konstruieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EVA-Prinzip</li> <li>• Aktoren ansteuern</li> <li>• Energiewandlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (mechanische) Programmsteuerung</li> <li>• Prozesssteuerung</li> <li>• Fertigungsprozesse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Längen, Umfang</li> <li>• Proportionalität und Antiproportionalität</li> <li>• Tabellen</li> <li>• Terme</li> </ul>

### Wortschatz

- Kompression, Verdichtung
- Zylinder
- Kraft
- Hebel
- Manometer
- Druck
- Pumpe
- Ventil
- Gewicht

## Themaeführung

Mit einer Scherenhebebühne kann man hoch gelegene Stellen auf einfache und sichere Weise erreichen, häufig auch dort, wo keine Leiter eingesetzt werden kann. Die Arbeitsplattform einer Scherenhebebühne bietet viel Platz für Werkzeuge und gibt Bewegungsfreiraum. Zudem kann sie schwere Lasten stemmen.

**Baue die Scherenhebebühne zusammen, und untersuche, wie sich die Gewichtsbelastung und die Höhe auf ihre Funktion auswirken. Los geht's!**



## Aufbau

### Baue die Scherenhebebühne zusammen.

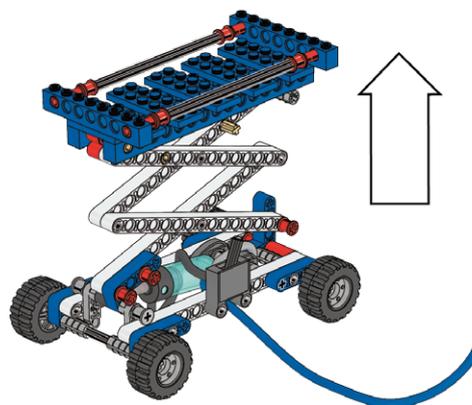
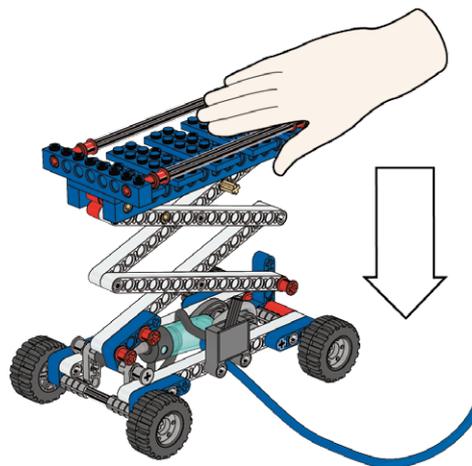
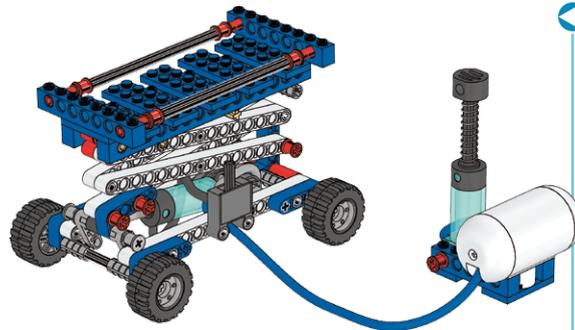
(Alle Schritte in Heft 1A und Heft 1B bis Seite 11, Schritt 15)

- Pumpe Luft in das System, und achte darauf, dass sich die Arbeitsplattform hindernisfrei und reibungslos hebt.

- Drücke die angehobene Arbeitsplattform der Hebebühne nach unten.

- Wenn du die Plattform loslässt, sollte diese wieder zurück schwingen. Wenn dies nicht der Fall ist, solltest du den Luftkreislauf auf Undichtigkeiten prüfen.

- Fahre die Scherenhebebühne anschließend herunter, und entleere den Druckluftbehälter.



**Tip:**  
Die einfachste Möglichkeit, aus dem Druckluftbehälter die Luft abzulassen, ist, den Schlauch zwischen Behälter und Ventil abzuziehen.

## Beobachtung

### Jetzt geht's aufwärts!

Versuche herauszufinden, wie sich die Gewichtsbelastung und die Größe der Hebebühne auf die Anzahl der Pumpstöße auswirken, die bis zur Erreichung der Maximalhöhe erforderlich sind.

Sage zunächst voraus, wie viele Pumpstöße bei der Scherenhebebühne A erforderlich sind, um die Maximalhöhe zu erreichen.

*Notiere deine Prognose auf dem Arbeitsblatt.*

Probiere nun aus, wie viele Pumpstöße tatsächlich erforderlich sind.

*Notiere das Ergebnis auf dem Arbeitsblatt.*

Führe nun bei den Hebebühnen B, C und D die gleichen Schritte durch.

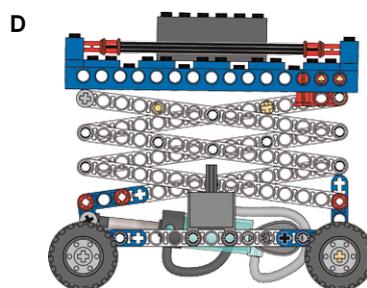
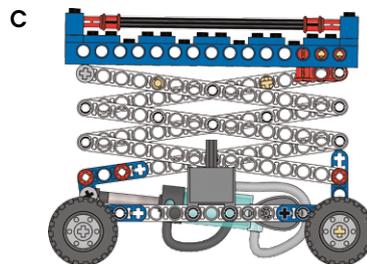
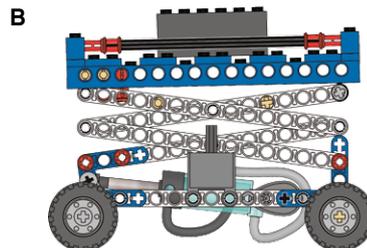
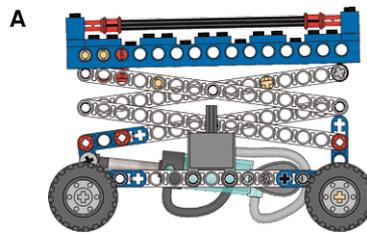
Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen.

*Die Hebebühne A (Seite 11, Schritt 15) benötigt etwa 12 Pumpstöße*

*Die Hebebühne B (Seite 12, Schritt 16) benötigt etwa 20 Pumpstöße*

*Die Hebebühne C (Seite 17, Schritt 21) benötigt etwa 17 Pumpstöße*

*Die Hebebühne D (Seite 18, Schritt 22) benötigt etwa 28 Pumpstöße*



**Regen Sie die Schüler dazu an, über ihre Versuche nachzudenken. Fragen Sie zum Beispiel:**

- Was hast du vorhergesagt? Warum?
- Wie funktioniert die Scherenhebebühne?  
*Die Hebebühne besteht aus mehreren verbundenen Hebeln, die einander betätigen. Die Hebelpunkte befinden sich an den Verbindungsstiften in der Mitte der Hebel.*
- Was hast du unternommen, damit die Tests vergleichbar sind und korrekte Ergebnisse liefern?  
*Hast du den Druckluftbehälter entleert?*

## Ausbau und Verbesserung

### Wie viel Druck brauchst du?

Du weißt mittlerweile, wie viele Pumpstöße erforderlich sind, damit die Hebebühne ihre Maximalhöhe erreicht. Baue nun ein Manometer an, damit du sehen kannst, wie viel Druck du benötigst. (Seite 20, Schritt 24)

Sage zunächst voraus, wie viel Druck bei der Scherenhebebühne A erforderlich ist, um die Maximalhöhe zu erreichen.

*Notiere deine Prognose auf dem Arbeitsblatt.*

Probiere anschließend aus, wie hoch der Druck wirklich sein muss.

*Notiere das Ergebnis auf dem Arbeitsblatt.*

Führe nun bei den Hebebühnen B, C und D die gleichen Schritte durch.

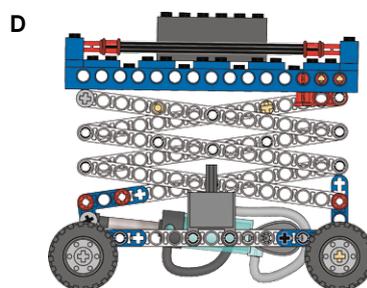
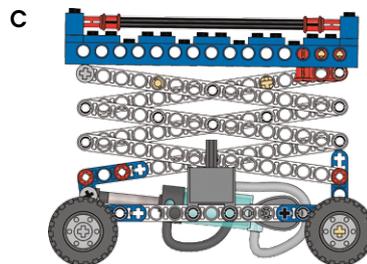
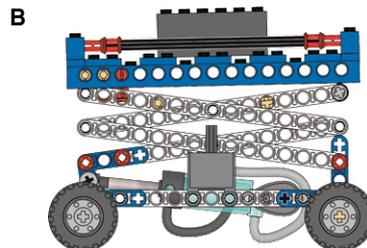
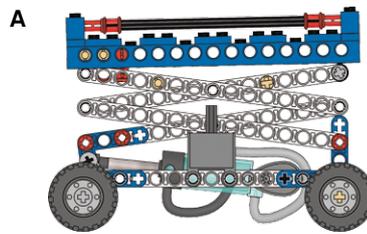
Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen.

*Die Hebebühne A (Seite 11, Schritt 15) benötigt einen Druck von ca. 1,0 Bar.*

*Die Hebebühne B (Seite 12, Schritt 16) benötigt einen Druck von ca. 1,5 Bar.*

*Die Hebebühne C (Seite 17, Schritt 21) benötigt einen Druck von ca. 1,4 Bar.*

*Die Hebebühne D (Seite 18, Schritt 22) benötigt einen Druck von ca. 2,1 Bar.*



### Optional: Weitergehende Experimente

- Warum fällt der Druck ab, wenn die Scherenhebebühne ihre maximale Höhe erreicht?  
*Wenn sich der Zylinderkolben herauschiebt, vergrößert sich der Raum (das Volumen), in dem sich die Druckluft befindet. Der Druck passt sich dem höheren Volumen an, so dass ein kleiner Druckabfall entsteht.*

# Die Scherenhebebühne

Name(n): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

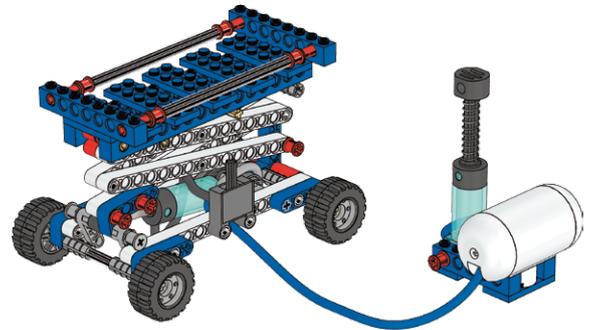


**Baue die Scherenhebebühne zusammen, und untersuche, wie sich die Gewichtsbelastung und die Höhe auf ihre Funktion auswirken. Los geht's!**

## Baue die Scherenhebebühne zusammen.

(Alle Schritte in Heft 1A und Heft 1B bis Seite 11, Schritt 15)

- Pumpe Luft in das System, und achte darauf, dass sich die Arbeitsplattform hindernisfrei und reibungslos hebt.
- Drücke die angehobene Arbeitsplattform der Hebebühne nach unten.
- Wenn du die Plattform loslässt, sollte diese wieder zurück schwingen. Wenn dies nicht der Fall ist, solltest du den Luftkreislauf auf Undichtigkeiten prüfen.
- Fahre die Scherenhebebühne anschließend herunter, und entleere den Druckluftbehälter.



## Jetzt geht's aufwärts!

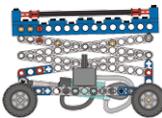
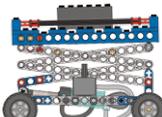
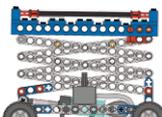
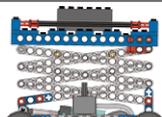
Versuche herauszufinden, wie sich die Gewichtsbelastung und die Größe der Hebebühne auf die Anzahl der Pumpstöße auswirken, die bis zur Erreichung der Maximalhöhe erforderlich sind.

Sage zunächst voraus, wie viele Pumpstöße bei der Scherenhebebühne A erforderlich sind, um die Maximalhöhe zu erreichen.

Probiere nun aus, wie viele Pumpstöße tatsächlich erforderlich sind.

Führe nun bei den Hebebühnen B, C und D die gleichen Schritte durch.

Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen.

	Meine Voraussage	Meine Versuchsergebnisse
A 		
B 		
C 		
D 		

## Erkläre die Versuchsergebnisse:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Wie viel Druck brauchst du?**

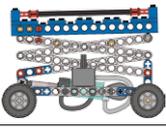
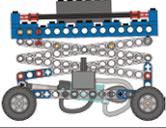
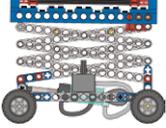
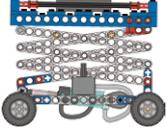
Du weißt mittlerweile, wie viele Pumpstöße erforderlich sind, damit die Hebebühne ihre Maximalhöhe erreicht. Baue nun ein Manometer an, damit du sehen kannst, wie viel Druck (in Bar) du benötigst.

Sage zunächst voraus, wie viel Druck bei der Scherenhebebühne A erforderlich ist, um die Maximalhöhe zu erreichen.

Probiere anschließend aus, wie hoch der Druck wirklich sein muss.

Führe nun bei den Hebebühnen B, C und D die gleichen Schritte durch.

Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen.

	Meine Voraussage	Meine Versuchsergebnisse
A 		
B 		
C 		
D 		

**Optional: Fantastische Erfindungen mit Pneumatik!**

Erfinde eine neue und nützliche Maschine, die den Mechanismus der Scherenhebebühne zum Einsatz bringt, jedoch für eine andere Aufgabe verwendet wird. Zeichne einen Entwurf der Maschine und erkläre die drei wichtigsten Funktionsmerkmale.

**Optional: Weitere Fragestellungen**

Beschreibe Arbeitsbereiche und Aufgaben, bei denen Scherenhebebühnen eingesetzt werden. Wo stößt die Scherenhebebühne an ihre Grenzen – was schafft sie nicht?



## Die Roboterhand

### Aufgabe:

Baue die Roboterhand zusammen, und finde heraus, wie viel Druck erforderlich ist, um verschiedene Gegenstände zu halten aber nicht zu zerdrücken.

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT/ NT	Technik	AWT/ AL	BNT	Informatik	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• Technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Systemgrenzen und Teilsysteme</li> <li>• Kräfte (Gewichtskraft, Reibungskraft)</li> <li>• Nutzbarmachung von Energie</li> <li>• Prinzip einer Steuerung</li> <li>• Tabellen</li> <li>• Produkt bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Druck in Gasen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Fehlerbeseitigung</li> <li>• technische Lösung zeichnerisch darstellen</li> <li>• technische Systeme optimieren</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiewandlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Ergebnisse protokollieren</li> <li>• Tabellen</li> <li>• Energie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Robotern</li> <li>• Roboter konstruieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen</li> <li>• Messgrößen</li> <li>• Kräfte</li> <li>• einfache Maschinen (Zahnradgetriebe, Hebel)</li> <li>• Energie und Arbeit</li> <li>• Zustandsgrößen eines Gases</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NwT/ NT	Technik	AWT/ AL	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip</li> <li>• Energieumwandlungsketten</li> <li>• Arbeit</li> <li>• Objekt mit Antrieb konstruieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EVA-Prinzip</li> <li>• Aktoren ansteuern</li> <li>• Energiewandlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (mechanische) Programmsteuerung</li> <li>• Prozesssteuerung</li> <li>• Fertigungsprozesse</li> <li>• Stoff- und Materialeigenschaften analysieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Längen, Umfang</li> <li>• Proportionalität und Antiproportionalität</li> <li>• Tabellen</li> <li>• Terme</li> </ul>

#### Wortschatz

- Umfang
- Zylinder
- Kraft
- Haftung
- Hebel
- Manometer
- Masse
- Druck
- Pumpe
- Ventil
- Gewicht

#### Erforderliches Zusatzmaterial

- Mehrere kleine Gegenstände mit verschiedenen Größen und Gewichten
- Kunststoffbecher

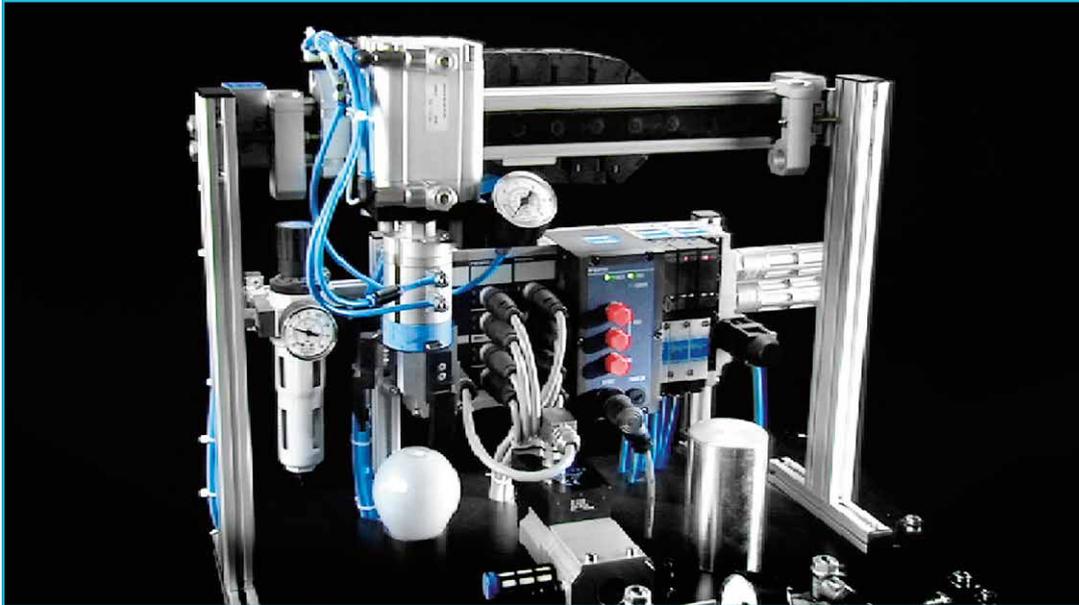
#### Optional

- Knetmasse
- Gummibänder
- Waage

## Themaeführung

Vor allem in der Industrie aber auch in Kliniken müssen häufig Gegenstände verarbeitet werden, die aus Gefahrengründen nicht mit der bloßen Hand berührt werden dürfen. Gegenstände aus Metall oder auch empfindliche Glaskörper werden oft mit pneumatischen Roboterhänden oder Greifern angefasst und verlagert.

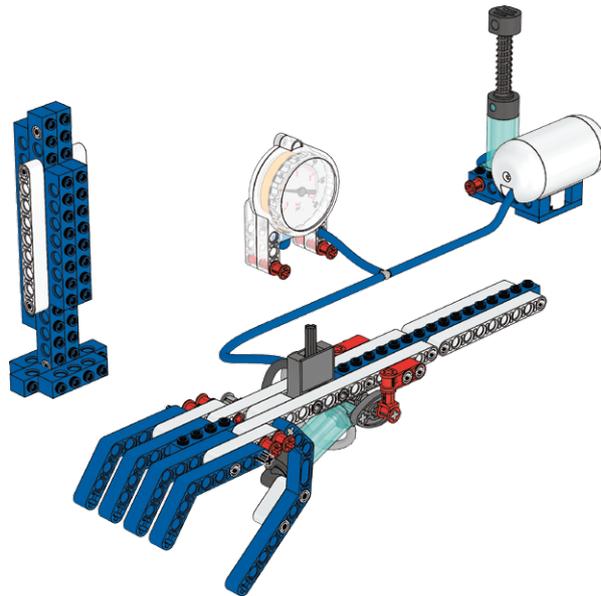
**Baue die Roboterhand zusammen, und finde heraus, wie viel Druck erforderlich ist, um verschiedene Gegenstände zu halten aber nicht zu zerdrücken.  
Los geht's!**



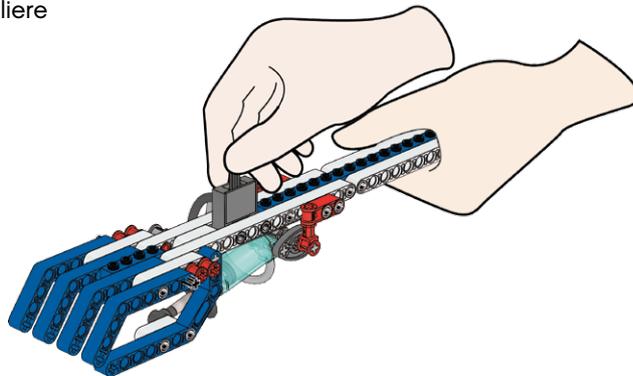
## Aufbau

### Baue die Roboterhand und den Träger zusammen.

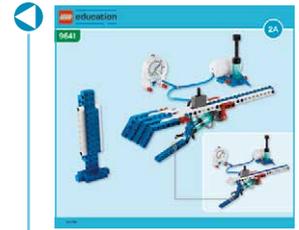
(Alle Schritte in Heft 2A und Heft 2B bis Seite 10, Schritt 16)



- Pumpe Luft in das System, und kontrolliere mit dem Manometer, ob das System luftdicht ist.
- Probiere die Ventilstellungen aus, und kontrolliere, ob sich alle Teile frei bewegen lassen.



- Öffne die Hand, und entleere den Druckluftbehälter.



**Tip:**  
Die einfachste Möglichkeit, aus dem Druckluftbehälter die Luft abzulassen, ist, den Schlauch zwischen Behälter und Ventil abzuziehen.

## Beobachtung

### Fest im Griff

Die Roboterhand kann den Träger an zwei verschiedenen Seiten greifen – die weiße Seite ist glatt, die blaue mit Köpfen versehen. Versuche herauszufinden, wie viel Luftdruck die Roboterhand braucht, um den Träger aufzunehmen.

Treffe zunächst eine Voraussage über den Druck, den die Roboterhand zum Hochheben von Träger A benötigt.

*Notiere das Ergebnis auf dem Arbeitsblatt.*

Probiere anschließend aus, wie hoch der Druck wirklich sein muss.

*Notiere das Ergebnis auf dem Arbeitsblatt.*

Führe anschließend mit den Anordnungen B, C und D die gleichen Schritte durch.

Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen.

*Bei Versuch A (Seite 10, Schritt 16) ist ein Druck von ca. 0,5 Bar erforderlich.*

*Bei Versuch B (Seite 10, Schritt 16) ist ein Druck von ca. 0,4 Bar erforderlich.*

*Bei Versuch C (Seite 12, Schritt 18) ist ein Druck von ca. 1,2 Bar erforderlich.*

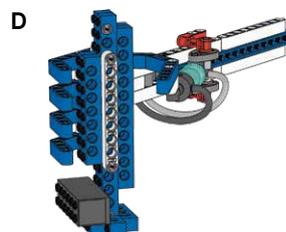
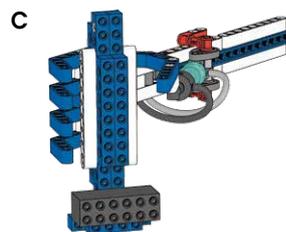
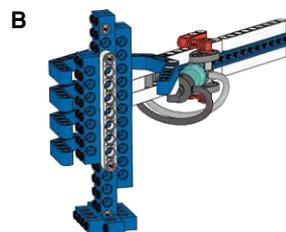
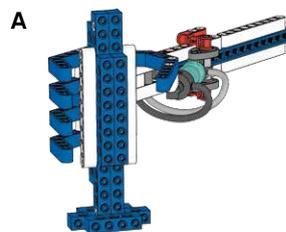
*Bei Versuch D (Seite 12, Schritt 18) ist ein Druck von ca. 1,0 Bar erforderlich.*

Kommt es auf das Gewicht an?

*Wenn man ein Zusatzgewicht einsetzt, spielt die Oberflächenbeschaffenheit eine wichtige Rolle. Mehr Reibung und griffige Unebenheiten an dem zu greifenden Gegenstand bewirken, dass die Hand weniger Kraft und damit weniger Druck benötigt. So lassen sich Gegenstände sicherer und mit weniger Energieaufwand greifen.*

**Regen Sie die Schüler dazu an, über ihre Versuche nachzudenken. Fragen Sie zum Beispiel:**

- Was hast du vorhergesagt? Warum?
- Wie funktioniert die Roboterhand? Welche Art von Hebel kommt bei der Roboterhand zum Einsatz?  
*Der Daumen des Greifers ist ein einseitiger Hebel, bei dem die Kraft zwischen Drehpunkt und Last angreift. Der Drehpunkt befindet sich am Handgelenk.*
- Wo liegen die Schwächen und Grenzen der Roboterhand?  
*Die Finger und der Daumen sind zu glatt (reibungsarme Oberflächen). Die Finger können sich nicht wie bei einer echten Hand abkrümmen.*



## Ausbau und Verbesserung

### Was kann die Roboterhand noch halten?

Nun benötigen wir einen Papier- oder Plastikbecher aus dünnem Material. Außerdem brauchen wir verschiedene Gegenstände, die in den Becher passen. Finde heraus, wie viel Druck die Roboterhand benötigt, um den Becher zu heben.

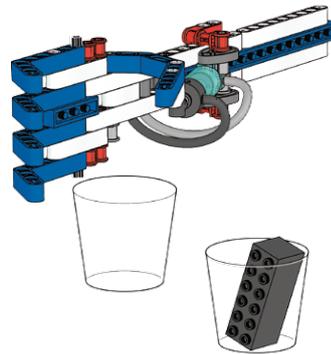
Versuche zunächst vorauszusagen, wie viel Druck die Roboterhand benötigt, um verschiedene Gegenstände hochzuheben, ohne sie zu beschädigen.

*Notiere deine Prognose auf dem Arbeitsblatt.*

Probiere anschließend aus, wie hoch der Druck wirklich sein muss.

*Notiere das Ergebnis auf dem Arbeitsblatt.*

Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen.



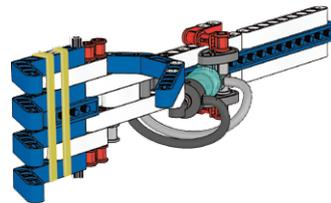
### ◀ Tipp:

Bringe Knet in Eiform und lasse die Hand das „Knet-Ei“ greifen. Die Druckstellen auf der Oberfläche zeigen, wie weit der Greifer das Ei eindrückt – also das Ausmaß des Schadens. Du kannst die Hand mit Frischhaltefolie umwickeln, damit die Bauteile sauber bleiben.

### Optional: Weitergehende Experimente

#### Wir sorgen für mehr Haftung

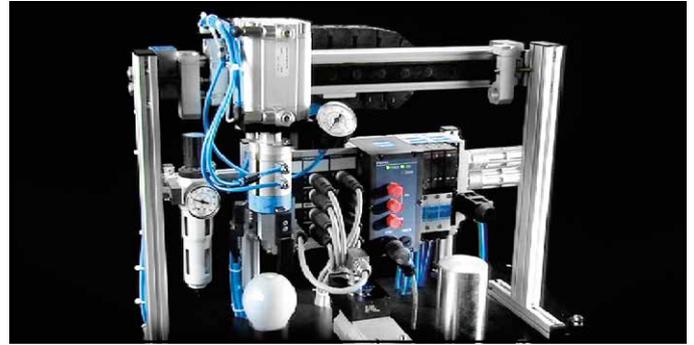
Experimentiere mit verschiedenen Materialien, die du an der Roboterhand anbringst, damit sie Gegenstände sicherer greifen kann und damit Schäden an den zu greifenden Gegenständen vermieden werden.



# Die Roboterhand

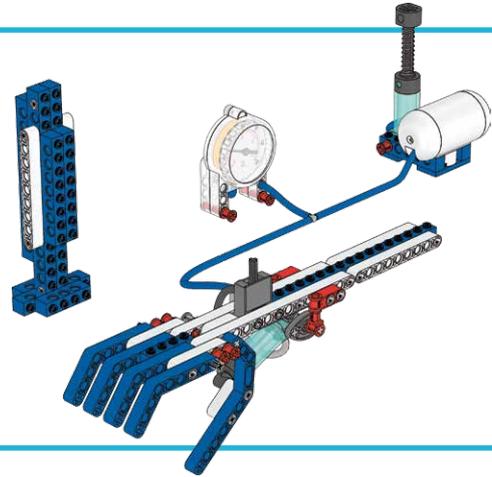
Name(n): \_\_\_\_\_

**Baue die Roboterhand zusammen, und finde heraus, wie viel Druck erforderlich ist, um verschiedene Gegenstände zu halten aber nicht zu zerdrücken. Los geht's!**



**Baue die Roboterhand und den Träger zusammen.**  
(Alle Schritte in Heft 2A und Heft 2B bis Seite 10, Schritt 17)

- Pumpe Luft in das System, und kontrolliere mit dem Manometer, ob das System luftdicht ist.
- Probiere die Ventilstellungen aus, und kontrolliere, ob sich alle Teile frei bewegen lassen.
- Öffne die Hand, und entleere den Druckluftbehälter.



## Fest im Griff

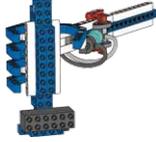
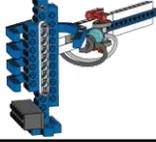
Die Roboterhand kann den Träger an zwei verschiedenen Seiten greifen – die weiße Seite ist glatt, die blaue mit Köpfen versehen. Versuche herauszufinden, wie viel Luftdruck die Roboterhand braucht, um den Träger aufzunehmen.

Treffe zunächst eine Voraussage über den Druck, den die Roboterhand zum Hochheben von Träger A benötigt.

Probiere anschließend aus, wie hoch der Druck wirklich sein muss.

Führe anschließend mit den Anordnungen B, C und D die gleichen Schritte durch.

Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen.

	Meine Voraussage	Meine Versuchsergebnisse
A 		
B 		
C 		
D 		

**Erkläre die Versuchsergebnisse:**

---



---



---

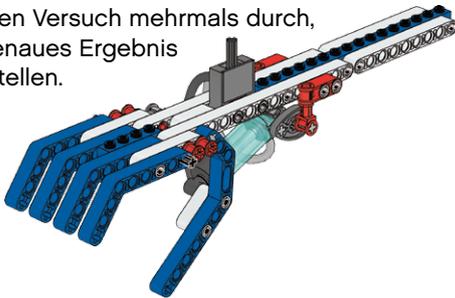
**Was kann die Roboterhand noch halten?**

Nun benötigen wir einen Papier- oder Plastikbecher aus dünnem Material. Außerdem brauchen wir verschiedene Gegenstände, die in den Becher passen. Finde heraus, wie viel Druck die Roboterhand benötigt, um den Becher zu heben.

Versuche zunächst vorauszusagen, wie viel Druck die Roboterhand benötigt, um verschiedene Gegenstände hochzuheben, ohne sie zu beschädigen.

Probiere anschließend aus, wie hoch der Druck wirklich sein muss.

Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen.



Gegenstand	Meine Voraussage	Meine Versuchsergebnisse
A 		
B 		
C		
D		

**Optional: Fantastische Erfindungen mit Pneumatik!**

Erfinde eine neue und nützliche Maschine, die den Mechanismus der Roboterhand zum Einsatz bringt, jedoch für eine andere Aufgabe verwendet wird. Zeichne einen Entwurf der Maschine und erkläre die drei wichtigsten Funktionsmerkmale.

**Optional: Weitere Fragestellungen**

Beschreibe Arbeitsbereiche und Aufgaben, bei denen Roboterhände/-greifer eingesetzt werden. Wo stößt die Roboterhand an ihre Grenzen – was schafft sie nicht?



## Die Presse

### Aufgabe:

Baue eine Presse, und untersuche ihren Wirkungsgrad.

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT/ NT	Technik	AWT/ AL	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• Technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Systemgrenzen und Teilsysteme</li> <li>• Kräfte (Gewichtskraft, Reibungskraft)</li> <li>• Nutzbarmachung von Energie</li> <li>• Prinzip einer Steuerung</li> <li>• Tabellen und Diagramme</li> <li>• Produkt bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Druck in Gasen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Fehlerbeseitigung</li> <li>• technische Lösung zeichnerisch darstellen</li> <li>• technische Systeme optimieren</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiewandlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Ergebnisse protokollieren</li> <li>• Tabellen und Diagramme</li> <li>• Energie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen</li> <li>• Messgrößen</li> <li>• Kräfte</li> <li>• einfache Maschinen (Zahnradgetriebe, Hebel)</li> <li>• Energie und Arbeit</li> <li>• Zustandsgrößen eines Gases</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NwT/ NT	Technik	AWT/ AL	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip</li> <li>• Energieumwandlungsketten</li> <li>• Arbeit</li> <li>• Objekt mit Antrieb konstruieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EVA-Prinzip</li> <li>• Aktoren ansteuern</li> <li>• Energiewandlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (mechanische) Programmsteuerung</li> <li>• Prozesssteuerung</li> <li>• Fertigungsprozesse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Längen, Umfang</li> <li>• Proportionalität und Antiproportionalität</li> <li>• Tabellen</li> <li>• Terme</li> <li>• Graphen (Software)</li> </ul>

#### Wortschatz

- Fläche
- Zylinder
- Wirkungsgrad
- Kraft
- Hebel
- Manometer
- Masse
- Druck
- Pumpe
- Ventil

#### Erforderliches Zusatzmaterial

- Aluminium- oder Frischhaltefolie
- Knet oder kleine Stücke Schaumstoff
- Diagrammpapier
- Stoppuhr

## Themaeführung

Eine Presse presst Material in eine neue Form oder Größe. Damit dieser Arbeitsprozess möglichst energiesparend ist (also einem hohen „Wirkungsgrad“ erreicht), sollte er wenig Energie verbrauchen und so schnell wie möglich ablaufen.

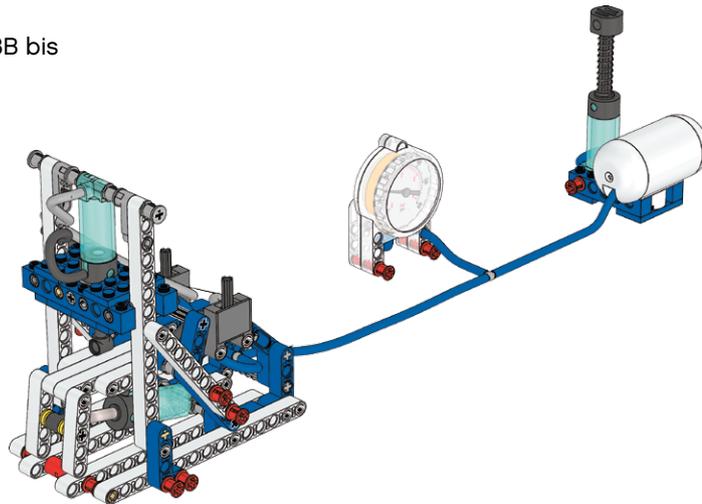
**Baue eine Presse, und untersuche ihren Wirkungsgrad.  
Los geht's!**



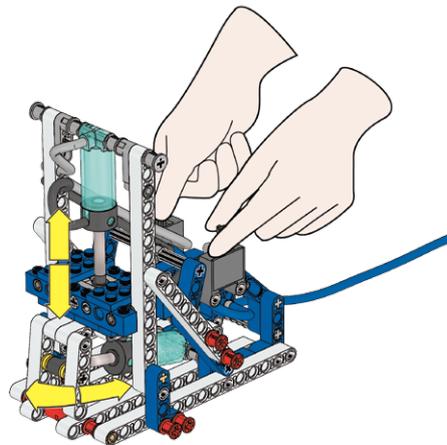
## Aufbau

### Bau die Presse zusammen.

(Alle Schritte in Heft 3A und Heft 3B bis Seite 14, Schritt 12)



- Pumpe Luft in das System, und kontrolliere mit dem Manometer, ob das System luftdicht ist.
- Probiere alle Ventilstellungen aus, und überprüfe, ob die Presse alle vier Arbeitsgänge ausführen kann: herunterfahren, hochfahren, Auswerfer runter, Auswerfer hoch. Sorge dafür, dass sich alle Komponenten frei bewegen können.



- Dann fährst du die Presse hoch, den Auswerfer nach vorne und entleerst den Druckluftbehälter.



- Tipp:**  
Die einfachste Möglichkeit, aus dem Druckluftbehälter die Luft abzulassen, ist, den Schlauch zwischen Behälter und Ventil abzuziehen.

## Beobachtung

### Wie wirkungsvoll setzt deine Presse die Energie um?

Ein kompletter Arbeitszyklus enthält vier Arbeitsgänge (Hübe), die nacheinander ablaufen: herunterfahren, hochfahren, Auswerfer runter, Auswerfer hoch. Finde heraus, welcher Druckverlust mit mehreren Arbeitszyklen einhergeht.

Sage zunächst voraus, wie der Druck mit mehreren Arbeitszyklen bei Presse A. *Zeichne deine Voraussagen als gepunktete Linie auf das Diagrammpapier auf. Die Linie soll bei 2,5 Bar beginnen und nahe 0 Bar enden. Beachte: Es muss sich keine gerade Linie ergeben.*

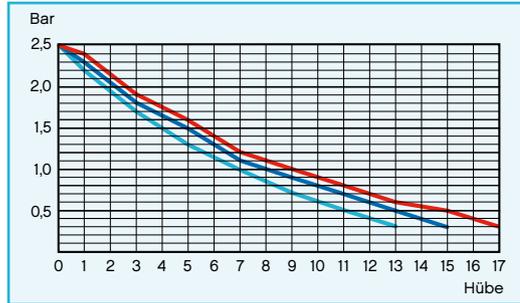
Anschließend probierst du aus, wie der Druck wirklich im Laufe mehrerer Arbeitszyklen abfällt. Beginne mit einem Druck von 2,5 Bar. *Zeichne das Ergebnis auf Diagrammpapier auf.*

Nun führst du die gleichen Schritte bei den Pressen B und C durch.

Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen.

### Regen Sie die Schüler dazu an, über ihre Versuche nachzudenken. Fragen Sie zum Beispiel:

- Was hast du vorhergesagt? Warum?
- Wie funktioniert die Presse? Was für ein Hebel wird eingesetzt?  
*Beim Pressvorgang selbst wird der Druck direkt ausgeübt, beim Auswerfer kommt ein komplexer einseitiger Hebel zum Einsatz, bei dem die Last zwischen Kraft und Hebelpunkt angreift.*
- Wie viele ganze Arbeitszyklen können bewältigt werden, wenn der Druck zu Beginn 2,5 Bar beträgt?  
*Etwa drei ganze Arbeitszyklen.*



	A	B	C
1	2.2	2.3	2.3
3	1.7	1.8	1.9
5	1.3	1.5	1.6
7	1.0	1.1	1.2
9	0.7	0.9	1.0
11	0.5	0.7	0.8
13	0.3	0.5	0.6
15		0.3	0.5
17			0.3

**Tip:** Wenn das Diagramm genauer werden soll, zeichne die Resultate nach jedem Hub auf.

## Ausbau und Verbesserung

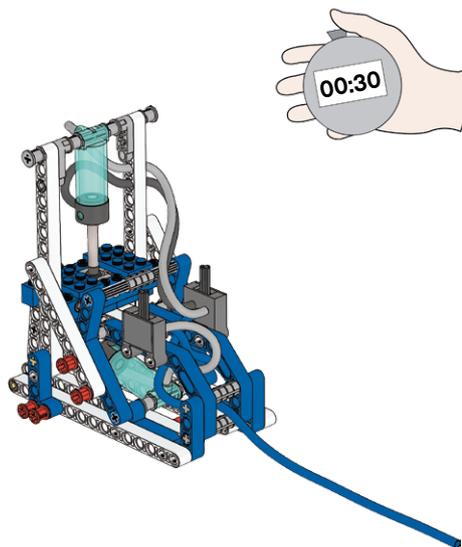
### Wie gut kannst du die Presse bedienen?

Je schneller du die Presse bedienen und leeren kannst, desto kostengünstiger kann sie eingesetzt werden. Finde heraus, wie viele ganze Arbeitszyklen du in 30 Sekunden bewältigen kannst.

Sage zunächst voraus, wie viele ganze Arbeitszyklen du in 30 Sekunden bewältigen kannst, wenn du eine leere Presse benutzt. *Notiere deine Prognose auf dem Arbeitsblatt.*

Anschließend probierst du aus, wie viele ganze Arbeitszyklen du wirklich schaffst. *Notiere das Ergebnis auf dem Arbeitsblatt.*

Danach kannst du verschiedene Gegenstände deiner Wahl zum Pressen benutzen und die Anzahl der jeweils mit den Gegenständen möglichen Arbeitszyklen vergleichen.



**Tipp:**  
Zu Beginn solltest du festlegen, ob der Versuch mit einem vollen oder einem leeren Druckluftbehälter beginnen soll.

**Tipp:**  
Du könntest auch einen Kompressor bauen, um den ständigen Druckverlust auszugleichen.



# Die Presse

Name(n): \_\_\_\_\_

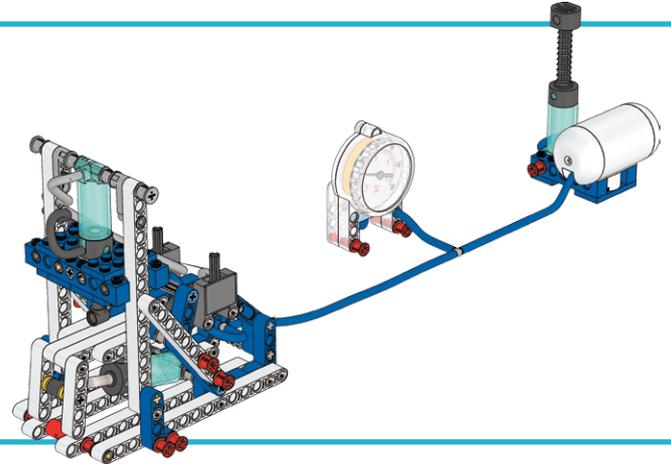
**Baue eine Presse, und untersuche ihren Wirkungsgrad. Los geht's!**



## Baue die Presse zusammen.

(Alle Schritte in Heft 3A und Heft 3B bis Seite 14, Schritt 12)

- Pumpe Luft in das System, und kontrolliere mit dem Manometer, ob das System luftdicht ist.
- Probiere alle Ventilstellungen aus, und überprüfe, ob die Presse alle vier Arbeitsgänge ausführen kann: herunterfahren, hochfahren, Auswerfer runter, Auswerfer hoch. Sorge dafür, dass sich alle Komponenten frei bewegen können.
- Dann fährst du die Presse hoch, den Auswerfer nach vorne und entleerst den Druckluftbehälter.



## Wie wirkungsvoll setzt deine Presse die Energie um?

Ein kompletter Arbeitszyklus enthält vier Arbeitsgänge (Hübe), die nacheinander ablaufen: herunterfahren, hochfahren, Auswerfer runter, Auswerfer hoch. Finde heraus, welcher Druckverlust mit mehreren Arbeitszyklen einhergeht.

Sagen zunächst voraus, wie der Druck mit mehreren Arbeitszyklen bei Presse A abfällt.

Anschließend probierst du aus, wie der Druck wirklich im Laufe mehrerer Arbeitszyklen abfällt. Beginne mit einem Druck von 2,5 Bar.

Führe die gleichen Schritte bei den Versuchsanordnungen B und C durch.

Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen.  
Notiere das Ergebnis auf dem Diagrammpapier.

	A	B	C
1			
3			
5			
7			
9			
11			
13			
15			
17			

## Erkläre die Versuchsergebnisse:

---



---



---

**Wie gut kannst du die Presse bedienen?**

Je schneller du die Presse bedienen und leeren kannst, desto kostengünstiger kann sie eingesetzt werden. Finde heraus, wie viele ganze Arbeitszyklen du in 30 Sekunden bewältigen kannst.

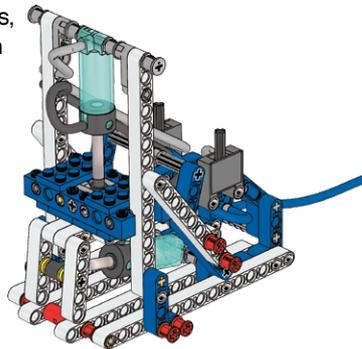
Sage zunächst voraus, wie viele ganze Arbeitszyklen du in 30 Sekunden bewältigen kannst, wenn du eine leere Presse benutzt.

*Notiere deine Prognose auf dem Arbeitsblatt.*

Anschließend probierst du aus, wie viele ganze Arbeitszyklen du wirklich schaffst.

*Notiere das Ergebnis auf dem Arbeitsblatt.*

Danach kannst du verschiedene Gegenstände deiner Wahl zum Pressen benutzen und die Anzahl der jeweils mit den Gegenständen möglichen Arbeitszyklen vergleichen.



	Meine Voraussage	Meine Versuchsergebnisse
Testen 1		
Testen 2		
Testen 3		

**Optional: Fantastische Erfindungen mit Pneumatik!**

Erfinde eine neue und nützliche Maschine, die die Mechanismen der Presse zum Einsatz bringt, jedoch für eine andere Aufgabe verwendet wird. Zeichne einen Entwurf der Maschine und erkläre die drei wichtigsten Funktionsmerkmale.

**Optional: Weitere Fragestellungen**

Beschreibe Arbeitsbereiche und Aufgaben, bei denen Pressen eingesetzt werden. Wo stößt die Presse an ihre Grenzen – was schafft sie nicht?



## Der Roboterarm

### Aufgabe:

Baue den Roboterarm zusammen, und finde heraus, mit welcher Abfolge an Hüben der Roboterarm am meisten Energie spart.

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT/ NT	Technik	AWT/ AL	BNT	Informatik	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• Technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Systemgrenzen und Teilsysteme</li> <li>• Kräfte (Gewichtskraft, Reibungskraft)</li> <li>• Nutzbarmachung von Energie</li> <li>• Prinzip einer Steuerung</li> <li>• Tabellen und Diagramme</li> <li>• Produkt bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Druck in Gasen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Fehlerbeseitigung</li> <li>• technische Lösung zeichnerisch darstellen</li> <li>• technische Systeme optimieren</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiewandlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Ergebnisse protokollieren</li> <li>• Tabellen und Diagramme</li> <li>• Energie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Robotern</li> <li>• Roboter konstruieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen</li> <li>• Messgrößen</li> <li>• Kräfte</li> <li>• einfache Maschinen (Zahnradgetriebe, Hebel)</li> <li>• Energie und Arbeit</li> <li>• Zustandsgrößen eines Gases</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NwT/ NT	Technik	AWT/ AL	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip</li> <li>• Energieumwandlungsketten</li> <li>• Arbeit</li> <li>• Objekt mit Antrieb konstruieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EVA-Prinzip</li> <li>• Aktoren ansteuern</li> <li>• Energiewandlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (mechanische) Programmsteuerung</li> <li>• Prozesssteuerung</li> <li>• Fertigungsprozesse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Längen, Umfang</li> <li>• Proportionalität und Antiproportionalität</li> <li>• Tabellen</li> <li>• Terme</li> <li>• Graphen (Software)</li> </ul>

#### Wortschatz

- Fläche
- Zylinder
- Haftung
- Hebel
- Manometer
- Masse
- Druck
- Pumpe
- Ventil

#### Erforderliches Zusatzmaterial

- Mehrere kleine Gegenstände mit verschiedenen Größen und Gewichten
- Diagrammpapier
- Mehrere zusammengeknüllte Papierschnipsel

## Themaeführung

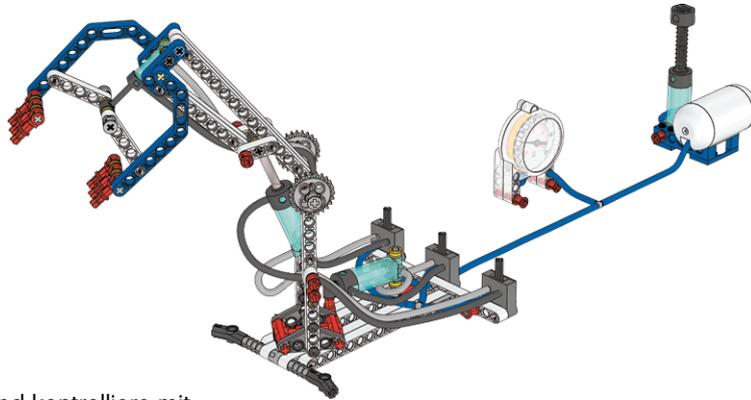
Roboterarme werden eingesetzt, um Gegenstände aufzunehmen, an eine andere Stelle zu heben und dort zu platzieren. Gewöhnliche erledigen Roboterarme schwierige Handgriffe, oder Arbeitsvorgänge, die sich häufig wiederholen und schnell erledigt werden sollen. Damit die Arbeitsvorgänge wirklich schnell und effizient ablaufen, muss die Prozessfolge zum Aufnehmen und Ablegen eines Gegenstands im Vorfeld festgelegt werden.

**Baue den Roboterarm zusammen, und finde heraus, mit welcher Abfolge an Hüben der Roboterarm am meisten Energie spart.  
Los geht's!**

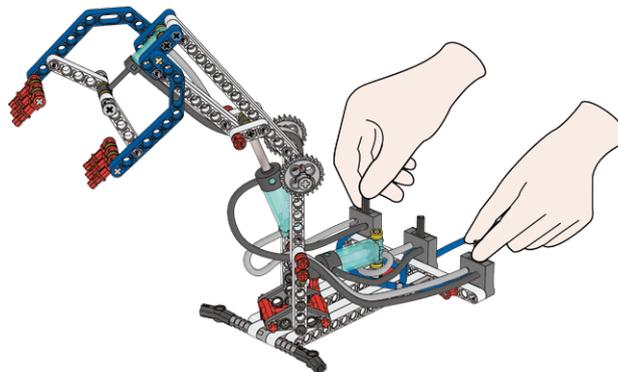


## Aufbau

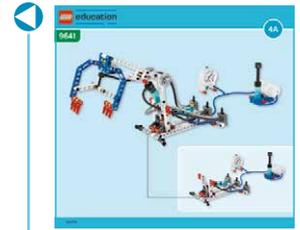
**Baue den Roboterarm zusammen.**  
(Alle Schritte in Heft 4A und Heft 4B bis Seite 19, Schritt 19)



- Pumpe Luft in das System, und kontrolliere mit dem Manometer, ob das System luftdicht ist.
- Probiere alle Ventilstellungen aus, und kontrolliere, ob sich alle Teile frei bewegen lassen.



- Befördere den Arm in seine Ruheposition: ganz nach rechts, Arm oben, Greifer offen, Druckluftbehälter leer.



- Tipp:**  
Die einfachste Möglichkeit, aus dem Druckluftbehälter die Luft abzulassen, ist, den Schlauch zwischen Behälter und Ventil abzuziehen.

## Beobachtung

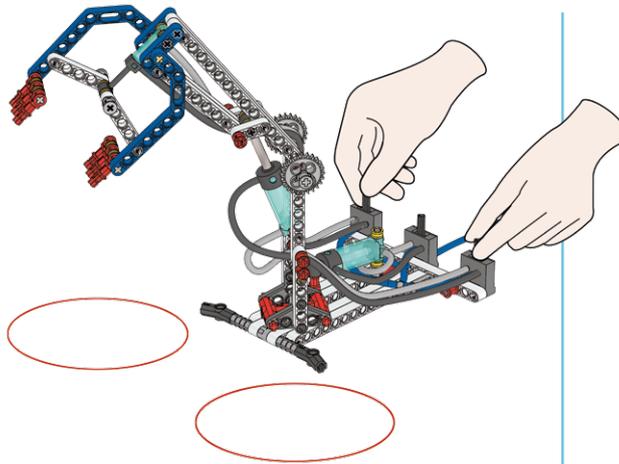
### Mit welcher Abfolge lässt sich am meisten Energie sparen?

Finde heraus, wie sich Gegenstände mit dem geringst möglichen Energieaufwand aufnehmen und ablegen lassen.

Versuche zuerst vorauszusagen, bei welcher Abfolge der Hübe sich eine Papierkugel mit dem geringst möglichen Energieaufwand aufnehmen und ablegen lässt. Die Abfolge muss in der Ruheposition beginnen, alle sechs Bewegungen mindestens einmal ausführen und dann in die Ruheposition zurückkehren. *Notiere deine Prognose auf dem Arbeitsblatt.*

Teste anschließend deine Hubabfolge und notiere den Druckverlust nach jedem Hub. Beginne mit einem Druck von 2,5 Bar. *Notiere das Ergebnis auf dem Arbeitsblatt und auf Diagrammpapier.*

Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen.



Hub	Meine Abfolge
A	Arm runter
B	Greifer schließen
C	Arm hoch
D	Arm nach links drehen
E	Arm runter
F	Greifer öffnen
G	Arm hoch
H	Arm nach rechts drehen

### Regen Sie die Schüler dazu an, über ihre Versuche nachzudenken. Fragen Sie zum Beispiel:

- Was hast du vorhergesagt? Warum?  
*Für einen kompletten Arbeitszyklus und die Rückkehr in die Ruheposition sind acht Hübe erforderlich. Wird ein Gegenstand losgelassen ohne den Arm zu senken, können insgesamt sechs Hübe ausreichen.*
- Wie funktioniert der Roboterarm?  
*Der Greifer ist ein komplexer einseitiger Gelenkhebel, bei dem die Kraft zwischen Last und Hebelpunkt angreift. Die gleiche Hebelart kommt bei der Hebefunktion des Arms zum Einsatz.*
- Kannst du den Verlauf des Druckdiagramms erklären?  
*Der kleine Zylinder benötigt weniger Luft und lässt sich demnach mit weniger Druckverlust betätigen als die großen Zylinder. Siehe Hübe B und F.*

## Ausbau und Verbesserung

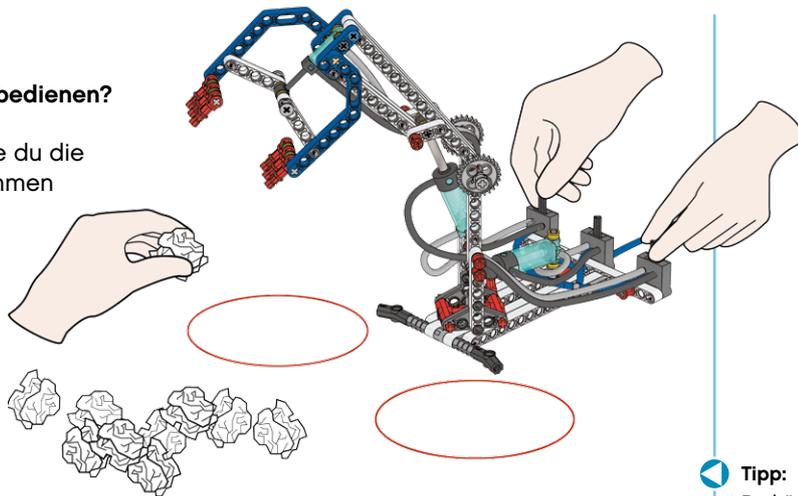
### Wie gut kannst du den Roboterarm bedienen?

Finde heraus, wie schnell und präzise du die Papierkugeln aus einem Kreis aufnehmen und im anderen ablegen kannst.

Sage zunächst voraus, wie viele Papierkugeln du in 30 Sekunden innerhalb des anderen Kreises ablegen kannst.  
*Notiere deine Prognose auf dem Arbeitsblatt.*

Probiere nun aus, wie viele Papierkugeln du wirklich in 30 Sekunden innerhalb des anderen Kreises ablegen kannst.  
*Notiere das Ergebnis auf dem Arbeitsblatt.*

Wiederhole den Test dreimal – vielleicht schaffst du es in weiteren Versuchen noch schneller und genauer.



**Tip:**  
Du könntest auch einen Kompressor bauen, um den ständigen Druckverlust auszugleichen.



### Optional: Wie wär's mit einem neuen Greifer?

Entwerfe und baue deine eigenen Greifer für verschiedene Gegenstände deiner Wahl.

# Der Roboterarm

Name(n): \_\_\_\_\_

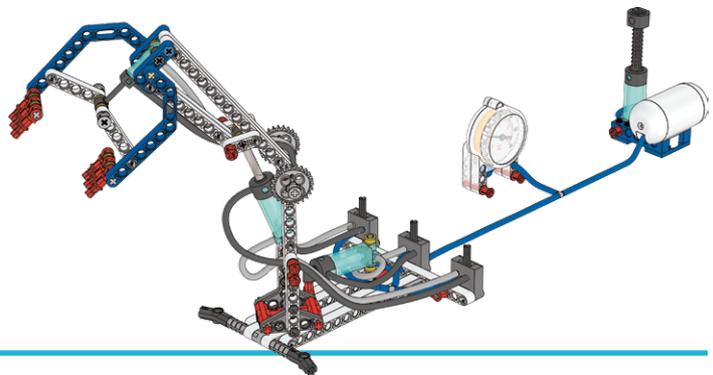


**Baue den Roboterarm zusammen, und finde heraus, mit welcher Abfolge an Hübten der Roboterarm am meisten Energie spart. Los geht's!**

## Baue den Roboterarm zusammen.

(Alle Schritte in Heft 4A und Heft 4B bis Seite 19, Schritt 19)

- Pumpe Luft in das System, und kontrolliere mit dem Manometer, ob das System luftdicht ist.
- Probiere alle Ventilstellungen aus, und kontrolliere, ob sich alle Teile frei bewegen lassen.
- Befördere den Arm in seine Ruheposition: ganz nach rechts, Arm oben, Greifer offen, Druckluftbehälter leer.



## Mit welcher Abfolge lässt sich am meisten Energie sparen?

Finde heraus, wie sich Gegenstände mit dem geringst möglichen Energieaufwand aufnehmen und ablegen lassen.

Versuche zuerst vorauszusagen, bei welcher Abfolge der Hübe sich eine Papierkugel mit dem geringst möglichen Energieaufwand aufnehmen und ablegen lässt. Die Abfolge muss in der Ruheposition beginnen, alle sechs Bewegungen mindestens einmal ausführen und dann in die Ruheposition zurückkehren.

Teste anschließend deine Hubabfolge und notiere den Druckverlust nach jedem Hub.  
Beginne mit einem Druck von 2,5 Bar.

Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen.  
*Notiere deine Ergebnisse auf dem Diagrammpapier.*

Hub	Meine Abfolge
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	

## Erkläre die Versuchsergebnisse:

---



---



---



---

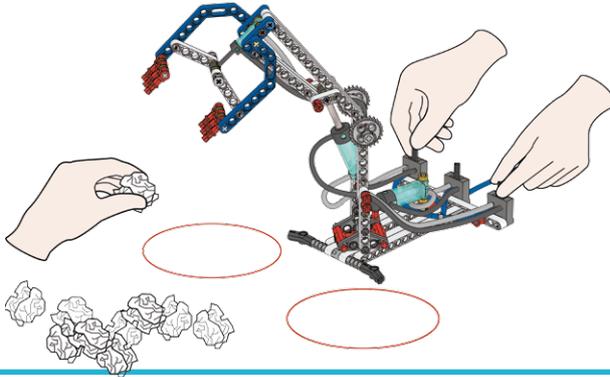
**Wie gut kannst du den Roboterarm bedienen?**

Finde heraus, wie schnell und präzise du die Papierkugeln aus einem Kreis aufnehmen und im anderen ablegen kannst.

Sage zunächst voraus, wie viele Papierkugeln du in 30 Sekunden innerhalb des anderen Kreises ablegen kannst.

Probiere nun aus, wie viele Papierkugeln du wirklich in 30 Sekunden innerhalb des anderen Kreises ablegen kannst.

Wiederhole den Test dreimal – vielleicht schaffst du es in weiteren Versuchen noch schneller und genauer.



	Meine Voraussage	Meine Versuchsergebnisse
Test 1		
Test 2		
Test 3		

**Optional: Fantastische Erfindungen mit Pneumatik!**

Erfinde eine neue und nützliche Maschine, die die Mechanismen des Roboterarms zum Einsatz bringt, jedoch für eine andere Aufgabe verwendet wird. Zeichne einen Entwurf der Maschine und erkläre die drei wichtigsten Funktionsmerkmale.

**Optional: Weitere Fragestellungen**

Beschreibe Arbeitsbereiche und Aufgaben, bei denen der Roboterarm eingesetzt werden kann. Wo stößt der Roboterarm an sein Grenzen – was schafft er nicht?



## Einführung in die Entwurfs- und Konstruktionsaufgaben

### Für welchen Zeitpunkt eignen sich diese Aufgaben?

Wenn Sie die Grundlagen- und Hauptaktivitäten abgeschlossen haben, können Sie mit diesen Aufgaben herausfinden, wie gut die Schüler ihr gewonnenes Wissen abrufen und bei Entwürfen und Problemlösungen anwenden können. Zu jeder Aufgabe werden Querverweise zu den Grundlagen- und Hauptmodellen angegeben. Die Schüler werden ihre Erfahrungen im Bereich Pneumatik kreativ anwenden, um die Konstruktionsaufgaben zu lösen.

### Einsatzweise der Aufgaben

Die Seite mit der Aufgabenstellung wird ausgedruckt und an die Schüler weitergegeben. Die Seite mit den Zielbeschreibungen, Motivationsmöglichkeiten usw. ist für Sie.

### Anpassung der Entwurfs- und Konstruktionsaufgaben für Ihre Schüler

Wenn Sie weniger erfahrene Schüler unterrichten oder die Menge an Bausteinen begrenzt ist, können Sie neben der Aufgabenstellung auch spezielle Konstruktionsanweisungen austeilen. Damit können die Lösungsmöglichkeiten eingegrenzt und die Konstruktionsideen der Schüler besser verglichen werden. Schülern, die als „erfahrene Konstrukteure“ gelten können, sollten die Aufgabenstellung und deren Besprechung genügen.



## Der Dinosaurier



### Die Aufgabe

Ein kleines Filmstudio braucht für einen Film einen Dinosaurier. Natürlich könnte man den Dinosaurier mit Computeranimationen auf die Leinwand zaubern, aber das Studio hat herausgefunden, dass lebensechte, bewegliche Großmodelle interessanter wirken. Der Dinosaurier selbst soll sich nicht fortbewegen, aber für bestimmte Szenen über bewegliche Körperteile verfügen.

**Aufgabe: Entwerfe und baue ein Dinosauriermodell, das sich mit pneumatischer Technik bewegt und für eine Filmszene eignet.**

# Der Dinosaurier

## Ziele

Anwendung der Kenntnisse in den Bereichen:

- Animatronic
- Hebel
- Produkte und Dienstleistungen
- Pneumatik
- Praxisgerechte Tests und zuverlässige Produkte

## Brauchst du Hilfe?

Sieh dir noch einmal die folgenden Modelle an:



Der Roboterarm



Grundlagenmodelle mit Hebeln

## Aufgabe:

Entwerfe und baue ein Dinosauriermodell, das sich mit pneumatischer Technik bewegt und für eine Filmszene eignet.

## Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT/ NT	Technik	AWT/ AL	BNT	Informatik	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• Technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Systemgrenzen und Teilsysteme</li> <li>• Kräfte (Gewichtskraft, Reibungskraft)</li> <li>• Nutzbarmachung von Energie</li> <li>• Prinzip einer Steuerung</li> <li>• Objekt mit Antrieb konstruieren</li> <li>• Bewegungen in Natur und Technik</li> <li>• Produkt bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Druck in Gasen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Fehlerbeseitigung</li> <li>• technische Lösung zeichnerisch darstellen</li> <li>• technische Systeme optimieren</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> <li>• Konstruktionsaufgabe</li> <li>• Modell nach bionischem Vorbild herstellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiewandlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selbst hergestelltes technisches Produkt</li> <li>• Energie</li> <li>• technische Lösungen optimieren</li> <li>• einfachen Antrieb nutzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Robotern</li> <li>• Roboter konstruieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kräfte</li> <li>• Energie und Arbeit</li> <li>• Zustandsgrößen eines Gases</li> </ul>

## Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NwT/ NT	Technik	AWT/ AL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip</li> <li>• Energieumwandlungsketten</li> <li>• Arbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EVA-Prinzip</li> <li>• Aktoren ansteuern</li> <li>• Energiewandlung</li> <li>• Projektarbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (mechanische) Programmsteuerung</li> </ul>

## **Erforderliches Zusatzmaterial**

- Dekomaterial

## **Motivation**

- Lassen Sie Ihre Schüler die Bilder des Dinosauriers ansehen und im Internet nach Informationen suchen, um mehr über das Aussehen und die Form von Dinosauriern in unterschiedlichen Erdzeitaltern zu erfahren.

## **Verbinden Sie das bestehende Technikwissen und die neuen Informationen mit der vorliegenden Aufgabe.**

Sorgen Sie dafür, dass sich die Schüler die folgenden Fragen stellen:

- Wie könnte ich einen Dinosaurier bauen?
- Welche Teile des Dinosauriers sollen sich bewegen und wie kann ich diese Bewegungen technisch ermöglichen?
- Wie Sorge ich mit Dekomaterial dafür, dass der Dinosaurier so echt wie möglich aussieht?

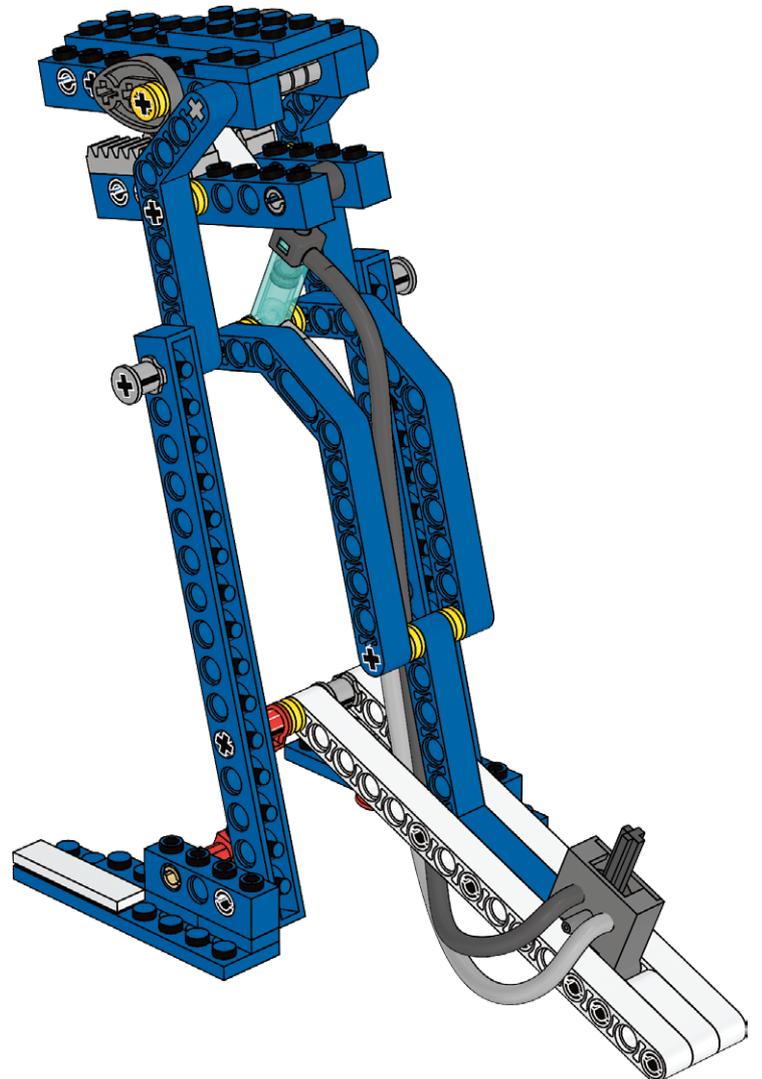
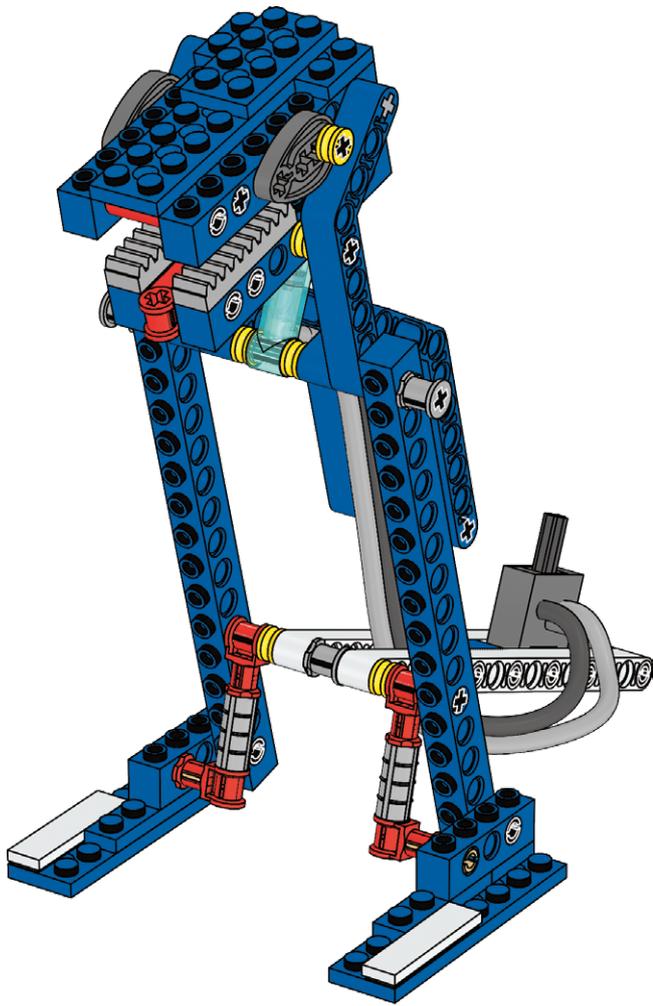
## **Motivation zu praktischen Denkprozessen**

Während der Entwurfs- und Konstruktionsarbeiten können Sie die Schüler zur Diskussion anregen:

- Können die Bewegungen des Dinosauriers in einer Filmszene verwendet werden?

## **Nach Abschluss der Aktivität sollten die Schüler Einschätzungen treffen:**

- Wie funktionieren die beweglichen Teile des Dinosauriers?
- Funktioniert der Dinosaurier gut und zuverlässig?
- Setzt der Dinosaurier die zugeführte Energie effizient um (Wirkungsgrad)? Führe Tests mit dem Manometer durch.
- Ist das Modell so dekoriert, dass es wie ein Dinosaurier aussieht?
- Wie sieht deine Idee für die Filmszene aus? Erkläre, warum deine Szene beim Kinopublikum gut ankommt.



## Die Vogelscheuche



### Die Aufgabe

Einem örtlichen Bio-Bauern machen die Vögel zu schaffen, die seine ganze Saat aufpicken. Aus Erfahrung weiß er: Wenn er auf seinem Feld wild mit den Armen wedelt, auf und nieder springt, nehmen die Vögel Reißaus. Wenn er dagegen bewegungslos bleibt und die Vögel einfach nur anschreit, kümmert das die Tiere kaum. Er hat schon einmal versucht, eine herkömmliche, unbewegliche Vogelscheuche aufzustellen. Zu Beginn hatten die Tiere Angst und mieden das Feld, aber bald gewöhnten sie sich an den Anblick und kehrten zurück.

**Deine Aufgabe: Entwerfe und baue eine pneumatische Vogelscheuche, die sich so bewegt, dass die saarfressenden Vögel erschrecken und das Weite suchen.**

# Die Vogelscheuche

## Ziele

Anwendung der Kenntnisse in den Bereichen:

- Animatronic
- Hebel
- Produkte und Dienstleistungen
- Pneumatik
- Praxisgerechte Tests und zuverlässige Produkte

## Brauchst du Hilfe?

Sieh dir noch einmal die folgenden Modelle an:



Die Roboterhand



Grundlagenmodelle mit Hebeln

## Aufgabe:

Entwerfe und baue eine pneumatische Vogelscheuche, die sich so bewegt, dass die saatfressenden Vögel erschrecken und das Weite suchen.

## Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT/ NT	Technik	AWT/ AL	BNT	Informatik	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• Technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Systemgrenzen und Teilsysteme</li> <li>• Kräfte (Gewichtskraft, Reibungskraft)</li> <li>• Nutzbarmachung von Energie</li> <li>• Prinzip einer Steuerung</li> <li>• Objekt mit Antrieb konstruieren</li> <li>• Bewegungen in Natur und Technik</li> <li>• Produkt bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Druck in Gasen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Fehlerbeseitigung</li> <li>• technische Lösung zeichnerisch darstellen</li> <li>• technische Systeme optimieren</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> <li>• Konstruktionsaufgabe</li> <li>• Modell nach bionischem Vorbild herstellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiewandlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• selbst hergestelltes technisches Produkt</li> <li>• Energie</li> <li>• technische Lösungen optimieren</li> <li>• einfachen Antrieb nutzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion von Robotern</li> <li>• Roboter konstruieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kräfte</li> <li>• Energie und Arbeit</li> <li>• Zustandsgrößen eines Gases</li> </ul>

## Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NwT/ NT	Technik	AWT/ AL
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip</li> <li>• Energieumwandlungsketten</li> <li>• Arbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EVA-Prinzip</li> <li>• Aktoren ansteuern</li> <li>• Energiewandlung</li> <li>• Projektarbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (mechanische) Programmsteuerung</li> </ul>

## **Erforderliches Zusatzmaterial**

- Dekomaterial

## **Motivation**

- Lassen Sie Ihre Schüler die Bilder der Vogelscheuche ansehen und im Internet nach Informationen suchen, um mehr über das Aussehen und die Form herkömmlicher und ungewöhnlicher Vogelscheuchen zu erfahren.

## **Verbinden Sie das bestehende Technikwissen und die neuen Informationen mit der vorliegenden Aufgabe.**

Sorgen Sie dafür, dass sich die Schüler die folgenden Fragen stellen:

- Wie könnte ich eine Vogelscheuche bauen?
- Welche Teile der Vogelscheuche sollen sich bewegen und wie kann ich diese Bewegungen technisch möglich machen?
- Wie Sorge ich mit Dekomaterial dafür, dass die Vogelscheuche so echt wie möglich aussieht?

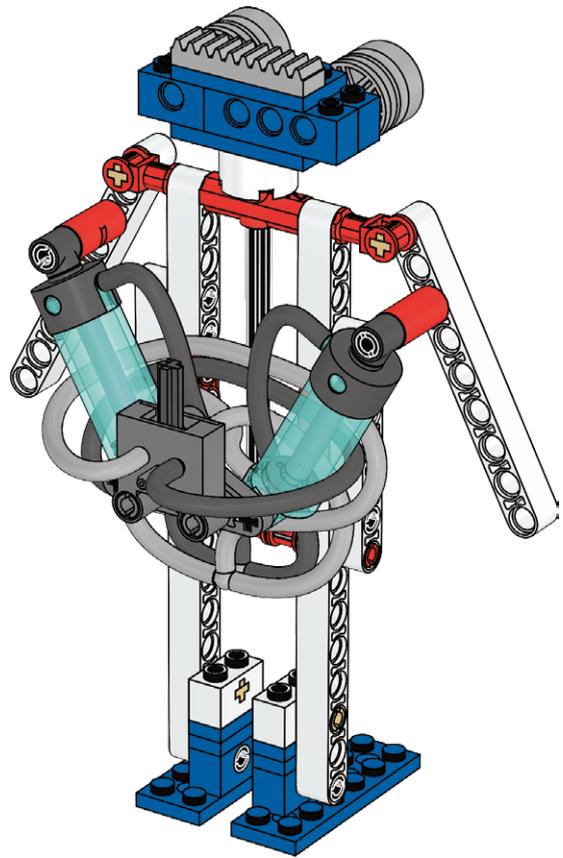
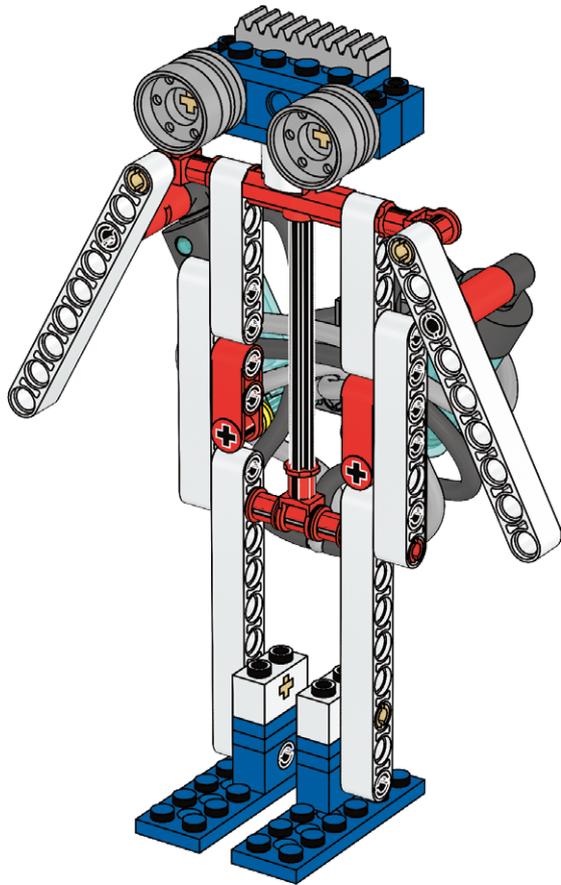
## **Motivation zu praktischen Denkprozessen**

Während der Entwurfs- und Konstruktionsarbeiten können Sie die Schüler zur Diskussion anregen:

- Sind die Bewegungen der Vogelscheuche dazu geeignet, die Vögel zu verjagen?

## **Nach Abschluss der Aktivität sollten die Schüler Einschätzungen treffen:**

- Wie funktionieren die Komponenten der Vogelscheuche?
- Funktioniert die Vogelscheuche gut und zuverlässig?
- Setzt die Vogelscheuche die zugeführte Energie effizient um (Wirkungsgrad)?  
Führe Tests mit dem Manometer durch.
- Ist das Modell so dekoriert, dass es wie eine Vogelscheuche aussieht?





## Glossar

- A**
- Ablaufsteuerung** Die Abstimmung mehrerer Aktionen in der richtigen Reihenfolge und in den gewünschten Zeitabständen.
- Arbeit** Ergibt sich aus der Kraft, die gegen einen Widerstand einen Weg zurücklegt. Bei der Verdichtung von Luft wird beispielsweise Arbeit verrichtet.
- B**
- Bar** Das ist in Physik und Technik eine zulässige Einheit für den Druck. 1 Bar entspricht 100.000 Pascal.
- D**
- Drehpunkt** Der Punkt, um den sich etwas dreht, z. B. ein Hebel. Bei einer Schere ist der Drehpunkt die Schraube oder der Niet, der beide Scherenhälften zusammenhält.
- Druck** Die Kraft, die auf eine bestimmte Fläche ausgeübt wird. Der Atmosphärendruck liegt auf Meereshöhe bei etwa 1 Bar oder 15 psi. Weil wir an diesen Druck gewöhnt sind, nehmen wir ihn nicht wahr. Neben Bar wird zur Druckmessung auch die Einheit Pa (Pascal) verwendet. 1 Pa ist eine Kraft von 1 Newton, die auf eine Fläche von 1 Quadratmeter wirkt. 1 Newton ist eine eher kleine Kraft, 1 Quadratmeter dagegen eine große Fläche. Deshalb ist ein Druck von 1 Pa sehr klein. Der Atmosphärendruck beträgt 100.000 Pa oder 1 Bar.
- Druckluftbehälter** Ein geschlossener Behälter, dessen Innendruck über dem Umgebungsdruck liegt und der eine bestimmte Funktion hat, z. B. das Lagern von verdichteter Luft.
- E**
- Einseitiger Hebel, Kraftansatz außen** Die Last befindet sich zwischen Kraftansatz und Hebelpunkt. Bei diesem Hebelprinzip wird die angesetzte Kraft verstärkt und eine Last kann leichter angehoben werden, wie z. B. bei einer Schubkarre.
- Einseitiger Hebel, Kraftansatz innen** Der Kraftansatz befindet sich zwischen Last und Hebelpunkt. Bei diesem Hebelprinzip wird die Geschwindigkeit am Ansatzpunkt der Last gegenüber dem Kraftansatzpunkt erhöht. Der Daumen der Roboterhand ist solcher Hebel.
- Energie** Energie ist die Möglichkeit, Arbeit zu verrichten.
- G**
- Gelenk** Ein Gelenk ist eine bewegliche Verbindung zwischen Stangen oder Streben und überträgt Kräfte und Bewegungen. Die Scherenhebebühne verfügt über mehrere Gelenke.
- H**
- Haftung** Haftung ist eine Kraft, die zwei sich berührende Körper daran hindert, sich gegeneinander zu bewegen. Sie hängt von der Reibung der Materialien aneinander ab. Autoreifen beispielsweise haften auf trockenen Straßenbelägen besser als auf nassen Oberflächen.
- Hebel** Ein meist stabförmiger Körper, die sich um einen festen Punkt dreht, wenn Kraft auf ihn ausgeübt wird.

<b>K</b>	<b>Kinetische Energie</b>	Die geschwindigkeits- bzw. bewegungsbezogene Energie eines Gegenstands. Je schneller sich ein Gegenstand bewegt, desto höher ist seine kinetische Energie.
	<b>Kolben</b>	Eine feste Scheibe, die sich innerhalb eines Zylinders durch Druck auf und ab bewegt.
	<b>Kolbenstange</b>	Eine am Kolben befestigte Stange, die aus dem Zylinder herausragt. Wenn sich der Kolben im Zylinder bewegt, bewegt sich auch die Kolbenstange.
	<b>Kompressor</b>	Eine Maschine, die ein Gas (z. B. Luft) verdichtet. Ein Kompressor kann von einem Motor angetrieben oder von Hand betätigt werden.
	<b>Komprimierbarkeit</b>	Stoffe können durch Druck komprimiert werden, d. h. ihr Volumen verkleinert sich. Eine bestimmte Stoffmenge passt nach der Komprimierung in einen kleineren Behälter. Gase (z. B. Luft) sind leichter komprimierbar als Flüssigkeiten oder Festkörper.
	<b>Kraft</b>	Mit Kraft kann man die Geschwindigkeit oder Bewegungsrichtung eines Gegenstands ändern oder einen Gegenstand verformen. Die Kraft eines Pneumatikzylinders ist das Produkt aus dem Luftdruck und der Kolbenfläche.
	<b>Kräftegleichgewicht</b>	Ein Gegenstand befindet sich im Kräftegleichgewicht, wenn sich alle Kräfte, die auf ihn wirken, im Gleichgewicht befinden, also gleichstark einander entgegenwirken und sich gegenseitig aufheben.
<b>L</b>	<b>Leistung</b>	Der Durchsatz an physikalischer Arbeit. Mathematisch: Arbeit durch Zeit.
<b>M</b>	<b>Manometer</b>	Ein Manometer ist ein Druckmessgerät. Das LEGO® Manometer zeigt den Druck sowohl in Bar als auch in psi an.
	<b>Maschine</b>	Eine Maschine erleichtert oder beschleunigt bestimmte Arbeitsgänge. Sie enthält gewöhnlich mehrere Mechanismen.
	<b>Masse</b>	Masse ist die Ursache der Gewichtskraft eines Körpers und ein Maß für dessen Trägheit. Sie ist von der Gewichtskraft selbst zu unterscheiden.
	<b>Mechanismus</b>	Eine Kombination von Bauteilen, bei der die Bewegung eines Teils zwangsläufig die Bewegung weiterer Teile bewirkt. Dabei wird häufig die Richtung einer Kraft oder die Geschwindigkeit einer Bewegung geändert. Als Beispiele können eine Hebelmechanik oder ineinandergreifende Zahnräder genannt werden.
<b>P</b>	<b>Pneumatik</b>	Pneumatik bezeichnet den Einsatz von Druckluft in der Technik.
	<b>Pneumatischer Kreislauf</b>	Der Weg, den die verdichtete Luft durch ein System aus pneumatischen Funktionskomponenten nimmt.
	<b>Potenzielle Energie</b>	Gespeicherte Energie oder „Lageenergie“, eine Energieform in der Physik. Druckluft besitzt potenzielle Energie, denn sie kann bei ihrer Ausdehnung gegen einen Kolben (im Zylinder) in Arbeit umgesetzt werden.

<b>Praxisgerechtes Testen</b>	Bei praxisgerechten Tests wird die Leistung einer Maschine unter verschiedenen Bedingungen bestimmt bzw. verglichen. Die verschiedenen Tests sollen wiederholbar und vergleichbar sein.
<b>Psi</b>	Psi steht für „Pounds force per square inch“, zu deutsch: „Pfund pro Quadratzoll“. Psi ist eine häufig verwendete Einheit zur Angabe eines Drucks. 1 psi entspricht 6.894,76 Pascal.
<b>Pumpe</b>	Ein Gerät, das Kraft auf ein Gas oder eine Flüssigkeit ausübt, um Druck oder Bewegung zu erzeugen.
<b>R</b>	
<b>Reibung</b>	Der auftretende Widerstand, wenn eine Oberfläche über eine andere gleitet, z. B. wenn sich eine Welle in einer Lagerbohrung dreht, oder wenn du deine Hände aneinander reibst.
<b>S</b>	
<b>Schlauch</b>	Eine flexible, hohle Leitung mit rundem Querschnitt, die Flüssigkeiten oder Gase (z. B. Druckluft) transportiert.
<b>U</b>	
<b>Umfang</b>	Der Umfang bezeichnet die Länge der Begrenzungslinie bei einer ebenen Figur. Beim Kreis beispielsweise ist der Umfang die Länge der Kreislinie, bei einem Viereck die Summe seiner Seitenlängen.
<b>V</b>	
<b>Ventil</b>	Eine Vorrichtung, in die verdichtete Luft einströmt. Das Ventil leitet den Luftstrom an andere pneumatische Funktionskomponenten weiter. Ein Ventil hat mehrere Stellungen, in denen der Luftstrom jeweils eine andere Richtung erhält.
<b>W</b>	
<b>Wirkungsgrad</b>	Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis zwischen abgegebener Leistung (Nutzen) und zugeführter Leistung (Aufwand). Häufig geht durch die Reibung in und an der Maschine viel Energie verloren, so dass sich der Wirkungsgrad einer Maschine verringert.
<b>Z</b>	
<b>Zweiseitiger Hebel</b>	Der Drehpunkt oder „Hebelpunkt“ befindet sich zwischen Kraftansatz und Last. Wenn der Hebelarm zwischen Kraftansatz und Drehpunkt lang und der Hebelarm zwischen Last und Drehpunkt kurz ist, wird die angesetzte Kraft verstärkt. Zum Einsatz kommt dieses Prinzip beispielsweise, wenn der Deckel einer Farbdose mit einem flachen Schraubendreher geöffnet wird. Bei der Scherenhebebühne kommt ein zweiseitiger Hebel zum Einsatz.
<b>Zylinder</b>	Eine röhrenförmige Kammer mit verschlossenen Enden, in der sich ein Kolben und eine Kolbenstange bewegen. Wenn die verdichtete Luft in den Zylinder einströmt, dehnt sie sich gegen den Kolben aus und produziert so Kraft und Bewegung.
<b>Zylinderkolben</b>	Siehe Kolben.



## LEGO® Baustein-Übersicht



1x  
Zylinder, klein, blau-transparent  
4529337



1x  
Pumpe, klein, blau-transparent  
4529222



1x  
Druckluftbehälter, weiß  
4529226



2x  
Zylinder, groß, blau-transparent  
4529334



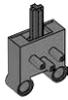
1x  
Pumpe, groß, blau-transparent  
4529341



1x  
Manometer, transparent  
4529230



5x  
T-Stück, grau  
4211508



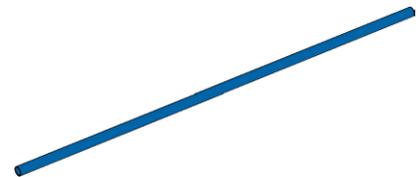
3x  
Ventil, dunkelgrau  
4237158



4x  
Schlauch, 48 mm, blau  
4529096



3x  
Schlauch, 96 mm, blau  
4529097



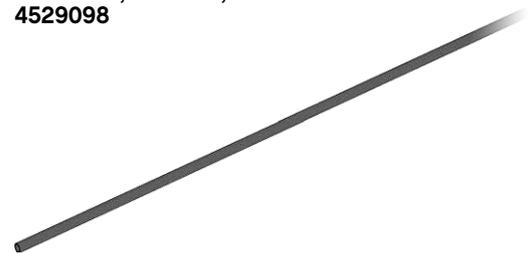
1x  
Schlauch, 192 mm, blau  
4529098



2x  
Schlauch, 96 mm, schwarz  
4529099



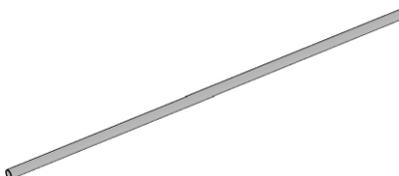
1x  
Schlauch, 192 mm, schwarz  
4529100



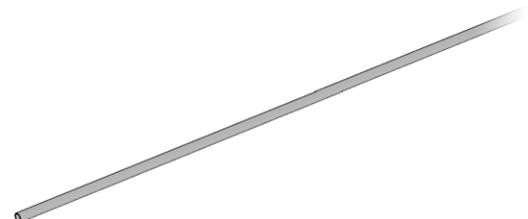
1x  
Schlauch, 320 mm, schwarz  
4529102



2x  
Schlauch, 96 mm, grau  
4529103



1x  
Schlauch, 192 mm, grau  
4529104



1x  
Schlauch, 320 mm, grau  
4529105

Die in den Videos gezeigten Maschinen wurden uns freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:  
Scherenhebebühne – Haulotte  
Roboterhand – Aarhus Technical School  
Presse – Bramidan  
Roboterarm – Sealing System A/S

Beratung in Fragen der Schulausbildung:  
Robert Schweibold, Deutschland  
Lokalisierung, Übersetzung & DTP:  
EICOM ApS, Dänemark

Besuchen Sie die Projektdatenbank der LEGO® Education Website – dort können Sie kostenlos Beispielaktivitäten herunterladen, die für unsere Schulprodukte entwickelt wurden.

LEGO and the LEGO logo are trademarks of the/son des marques de commerce de/son marcas registradas de LEGO Group.  
©2008 The LEGO Group. 20170108V1

