

9686



education



Untersuchen  
Vorhersagen  
Messen Präsentieren  
Aufzeichnen  
Entwerfen und Bauen  
Testen

Anleitung für Lehrkräfte



## Inhaltsverzeichnis

1. <a href="#">Einführung</a> .....	3
2. <a href="#">Anbindung an Lehr- und Bildungspläne</a> .....	8
3. <b>Basismodelle</b>	
<a href="#">Einfache Maschinen</a> .....	16
<a href="#">Mechanische Elemente</a> .....	60
<a href="#">Grundstrukturen</a> .....	84
4. <b>Hauptaktivitäten</b>	
<a href="#">Die Kehrmaschine</a> .....	90
<a href="#">Die Angel</a> .....	97
<a href="#">Bergabrennen mit dem Freewheeler</a> .....	104
<a href="#">Der Hammer</a> .....	111
<a href="#">Das Messrad</a> .....	118
<a href="#">Die Briefwaage</a> .....	125
<a href="#">Tick-Tack, die Pendeluhr</a> .....	132
<a href="#">Die Windmühle</a> .....	139
<a href="#">Der Strandsegler</a> .....	146
<a href="#">Der Flywheeler</a> .....	153
<a href="#">Das Power Car</a> .....	160
<a href="#">Der Dragster</a> .....	167
<a href="#">Der Walker</a> .....	174
<a href="#">Der Dogbot</a> .....	181
5. <b>Problemlösungsaufgaben</b>	
<a href="#">Es geht bergauf!</a> .....	188
<a href="#">Das magische Schloss</a> .....	192
<a href="#">Frischer Wind an der Poststelle</a> .....	196
<a href="#">Rührend: ein Helfer für Oma</a> .....	200
<a href="#">Der Aufzug</a> .....	204
<a href="#">Die Fledermaus</a> .....	208
6. <b>Glossar</b> .....	212
7. <b>LEGO® Baustein-Übersicht</b> .....	217



## Einführung

LEGO® Education freut sich, Ihnen nunmehr das Set 9686 „Einfache und angetriebene Maschinen, Einführung“ vorstellen zu können.

### Zielgruppe

Das Material ist für nicht-spezialisierte Lehrkräfte vorgesehen, die Kinder im Alter von 8 bis etwa 13 Jahren betreuen. Kinder jeglicher Schulbildung können ab einem Alter von 8 Jahren mit diesem Set in Zweiergruppen zusammenarbeiten. Sie bauen die Modelle auf, stellen Untersuchungen an und gewinnen neue Erkenntnisse. In der Tabelle zu den Lehrinhalten können Sie die Themen auswählen, die am besten zu Ihrem derzeitigen Lehrplan passen.

### Zielsetzung

Das Activity Pack „Einfache und angetriebene Maschinen, Einführung“ bietet zahlreiche Aktivitäten, bei denen Kinder wie junge Wissenschaftler, Ingenieure und Konstrukteure arbeiten. Sie erhalten die nötigen Teile, Werkzeuge und entsprechende Aufgaben, die ihr technologisches, wissenschaftliches und mathematisches Verständnis fördern.

Unser Activity Pack motiviert Kinder zu selbstständigen, realistischen Untersuchungen und zur Entwicklung von Lösungen. Die Kinder treffen Vermutungen und Voraussagen. Sie entwerfen und bauen Modelle und beobachten anschließend das Verhalten der Modelle. Dann wird die Erstkonstruktion überdacht und modifiziert. Schließlich werden die Resultate aufgezeichnet und präsentiert.

Mit „Einfache und angetriebene Maschinen, Einführung“ können Lehrkräfte die folgenden fächerübergreifenden Fähigkeiten der Kinder ansprechen:

- Kreativ denken und erklären, wie Dinge funktionieren
- Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung herstellen
- Lösungen konstruieren und bauen, die bestimmten Anforderungen gerecht werden
- Beobachtungen und Messwerte in neue technische Ideen umsetzen
- Fragen stellen, die wissenschaftlich beantwortet werden können
- Über technische Lösungen und neue Möglichkeiten nachdenken
- Voraussagen treffen, was passieren könnte, und praktisch ausprobieren
- Objektive Versuche durchführen: immer nur einzelne Faktoren abändern, Auswirkungen beobachten und messen
- Systematische Beobachtungen und Messungen durchführen
- Ergebnisse mit Schaubildern, Zeichnungen, Tabellen, Säulen- und Liniendiagrammen darstellen und kommunizieren
- Überprüfen, ob sich die Resultate mit den getroffenen Voraussagen vereinbaren lassen und ob sie weitere Prognosen erlauben
- Arbeitsergebnisse zusammenfassen, ihre Aussagekraft formulieren und ihren Geltungsbereich einschränken



## Inhalt und Einsatzmöglichkeiten des Sets

### Das Bauset 9686

Das Set umfasst 396 Bauelemente, darunter ein Motor sowie farbig gedruckte Bauanleitungen für 14 Hauptmodelle und 37 Basismodelle. Manche der Bauanleitungen setzen die Kombination mit anderen Activity Packs von LEGO® Education voraus.

Weiterhin enthält das Set einen Sortierbehälter sowie eine Baustein-Übersicht, auf der sämtliche Bauelemente des Sets verzeichnet sind. Das Set verfügt über eine robuste, blaue Aufbewahrungsbox, die mit einem durchsichtigen Deckel ausgestattet ist.



### Bauanleitungshefte

Wir haben das „Buddy Building“-System entwickelt, bei dem ein Modell von zwei Kindern gemeinsam entworfen und gebaut wird, um Unterrichtszeit zu sparen. Jedes Kind baut anhand einer separaten Bauanleitung einen Teil des Modells (Teil A oder B) auf. Danach folgt die Zusammenarbeit der Zweiergruppe und die beiden Teilsysteme werden zu einem kompletten Modell zusammengebaut.

Die weiterführenden Aufgaben für beide Kinder sind im Anleitungsheft B unter den roten Ziffern aufgeführt.

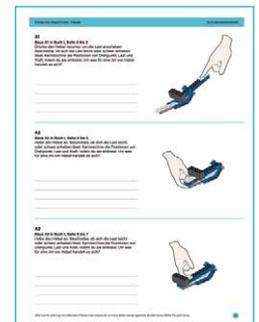
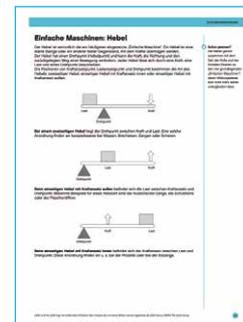


### Basismodelle

Mit den Basismodellen können die Kinder auf einfache Weise die mechanischen Grundprinzipien untersuchen, die in alltäglichen Maschinen und Anlagen häufig unsichtbar verborgen sind. Die Modelle sind sehr einfach aufgebaut und vermitteln auf praktische und einsichtige Weise ein bestimmtes Grundprinzip einfacher Maschinen oder Mechanismen.

Im Laufe der Aktivitäten und durch die Nutzung der Schülerarbeitsblätter und der Bauanleitungen entdecken die Kinder spielerisch die zugrundeliegenden technischen Prinzipien. Diese neuen Kenntnisse wenden die Kinder beim Aufzeichnen der Versuchsergebnisse an. In den Lehrhinweisen finden Sie Antworten für die Fragen auf den Schülerarbeitsblättern.

Die Basismodelle liefern den Kindern eine Verständnisgrundlage für mechanische Grundprinzipien, die sie dann in ihren eigenen Modellen zum Einsatz bringen können.



### Lehrhinweise

In den Lehrhinweisen finden Sie Informationen und Tipps für Ihren Unterrichtsaufbau. Sie werden darüber informiert, auf welche Lernbereiche das Modell in besonderem Maße eingeht, und Sie erhalten Vokabular, Fragen und Antworten sowie Ideen für weitergehende Untersuchungen.

Die Unterrichtseinheiten folgen dem in vier Phasen gegliederten Bildungskonzept von LEGO Education: Themaeinführung, Aufbau, Beobachtung, Ausbau. Auf der Grundlage dieses Konzepts nehmen die Aktivitäten einen natürlichen Verlauf.



### Themaeführung

Der Geist von Kindern wird angeregt, wenn sie an etwas Neues herangeführt werden, etwas, das die Lernerfahrungen ergänzt, die sie bereits gemacht haben. Dies ist der Keim für weiteres geistiges Wachstum. Die zwei Comic-Figuren Jack und Jill begleiten die Kinder durch die Hauptaktivitäten und brauchen Hilfe für ihre technischen Probleme. So erkennen die Kinder die Problemstellungen und entwickeln Lösungsideen. Zeigen Sie die Flash-Animationsfilme mit Jack und Jill, und fordern Sie die Kinder auf, das Problem zu beschreiben und Lösungen zu finden. Sie können die Geschichte auch vorlesen und den Animationsfilm als Ergänzung zeigen.

Bringen Sie auch Ihre eigenen Erfahrungen ein, oder greifen Sie auf aktuelle Anlässe zurück, um den Kindern die Aufgabenstellung näher zu bringen. Je stärker sich die Kinder mit der Situation identifizieren bzw. für die Aufgabenstellung motivieren können, desto besser wird die Vermittlung der wissenschaftlichen Kenntnisse gelingen, die unmittelbar folgen soll.

### Aufbau

Wer erfolgreich lernen möchte, muss Geist und Körper gleichermaßen einsetzen. Die Kinder bauen die Modelle in Zweiergruppen Schritt für Schritt auf. Damit jedes Kind eines Zweierteams ein halbes Modell aufbauen kann, stehen separate Anleitungshefte (A und B) zur Verfügung. Nach dem Bau der Teilsysteme folgt die Zusammenarbeit, bei der schließlich das vollständige Modell entsteht.

### Beobachtung

Wenn die Kinder das Verhalten ihrer eigenen Konstruktionen beobachten, vertiefen sie ihre Kenntnisse über die zugrundeliegenden Prinzipien. Im Zuge der Reflexion bilden sie Zusammenhänge zwischen ihren Vorkenntnissen und ihren aktuellen Erfahrungen mit dem Modell. Sie denken über ihre Beobachtungen und über ihre Konstruktion nach und lernen, ihre unmittelbaren Wahrnehmungen zu verstehen. Sie sprechen über ihre Ergebnisse, reflektieren ihre Ideen und überarbeiten diese. Dieser Prozess kann durch gezielte wissenschaftliche und technische Fragen gefördert werden.

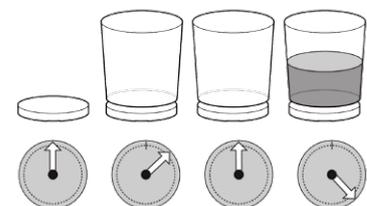
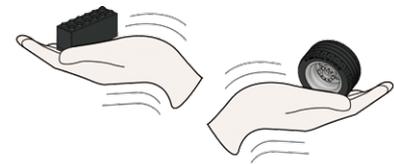
Die im Material enthaltenen Fragen ermutigen Kinder dazu, geeignete Untersuchungen anzustellen, Vorhersagen zu treffen und Argumente zu liefern. Sie denken über mögliche Antworten und auch über neue Lösungen nach.

Sie können in dieser Phase damit beginnen, die Lernfortschritte der einzelnen Kinder zu beurteilen.

### Ausbau und Verbesserung

Lernen und Kreativität wird dann zum Vergnügen, wenn die Herausforderungen angemessen sind. Die fortwährende Herausforderung und sukzessive Erfolgserlebnisse motivieren zu kontinuierlicher Arbeit und Weiterentwicklung. Deshalb werden weiterführende Ideen vorgestellt, die die Kinder dazu anregen, ihr Modell zu ändern oder funktional zu erweitern; dabei bestimmt auch das angestrebte Kern-Unterrichtsthema die weiteren Untersuchungen. In dieser Phase können die Kinder mit der ihnen eigenen Geschwindigkeit und auf ihrer individuellen Verständnisebene arbeiten.

Sie müssen diese weiterführenden Schritte, vor allem in Zeitnot, nicht vollständig abschließen. Die Aufgaben der ersten drei Phasen eines Modells decken die gegebenen Lehrplananforderungen einer Aktivität bereits ab. Sie können die Ausbauphase nach Ihrem eigenen Ermessen auch ganz auslassen oder auf eine andere Unterrichtsstunde verschieben.



### Schülerarbeitsblätter

Jedes Arbeitsblatt ist nach dem Vier-Phasen-Konzept gegliedert, lesefreundlich gestaltet und hilfreich illustriert. Die Kinder können ihre Modelle mit geringer Unterstützung der Lehrkraft einsetzen und untersuchen. Sie werden Voraussagen treffen, Tests durchführen und Daten aufzeichnen. Im weiteren Verlauf werden die Modelle verändert und die neuen Resultate mit den vorherigen verglichen. So werden schließlich Zusammenhänge gebildet und Erkenntnisse gewonnen.

Sorgen Sie dafür, dass die Kinder in Zweiergruppen zusammenarbeiten, ihre Voraussagen treffen und diese mindestens drei Mal in Tests überprüfen, damit zuverlässige Ergebnisse erzielt werden. Die wichtigsten Daten werden anschließend aufgezeichnet. Zum Abschluss einer Aktivität erhalten die Kinder die Aufgabe, ein Gerät oder eine Maschine zu entwerfen und zu zeichnen, die die wichtigsten der erlernten technischen Sachverhalte zum Einsatz bringt.

Die Arbeitsblätter bieten darüber hinaus die Grundlage zur individuellen Leistungsbewertung. Sie können außerdem von den Kindern abgeheftet werden und als Referenz dienen.

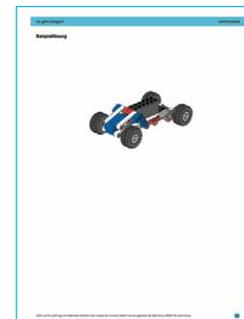
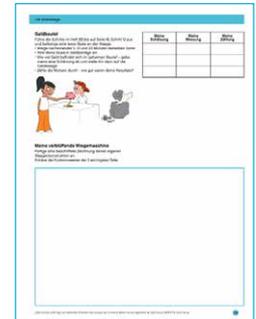
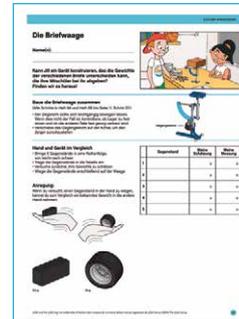
### Problemlösungsaufgaben

Die sechs Problemlösungsaufgaben geben aus einer realistischen Situation heraus ein Problem auf, das auf unterschiedliche Weise gelöst werden kann.

Die Problembeschreibung und die klar umrissenen Konstruktionsanweisungen können kopiert und den Kindern zur Verfügung gestellt werden. Die Beschreibungen der wichtigsten Lernbereiche, des erforderlichen Materials, der Sonderaufgaben und der Verfahrensweise sind ausschließlich für die Lehrkraft bestimmt!

Die Problemlösungsaufgaben sind aus dem Leben gegriffen und erfordern die Untersuchung und Anwendung mehrerer technischer Grundprinzipien. Die Lehrhinweise liefern Ihnen zu jeder Aufgabe Tipps zur Durchführung von Messungen sowie zum wissenschaftlichen Testen der Lösungen.

Zu Ihrer Unterstützung bieten wir für die Problemlösungsaufgaben Lösungsvorschläge an. Diese können Sie zur Anregung verwenden, ausdrucken und im Klassenzimmer aufhängen. Die Vorschlagslösungen sollen jedoch lediglich Anhaltspunkte für eine sinnvolle Lösung liefern, die die Kinder im Kern selbst entwickeln sollen.



## Tipps zur Unterrichtsorganisation

### Reihenfolge der Unterrichtsaktivitäten

Beginnen Sie mit den Basismodellen: Einfache Maschinen, Mechanismen und Grundstrukturen. Lassen Sie die Kinder einige oder alle Basismodelle bauen, damit sie einen weitreichenden Einblick in die grundlegenden technischen Prinzipien erhalten.

Anschließend können Sie das Unterrichtsthema auswählen, das zu Ihrem Lehrplan passt. Sie stellen die Hauptaktivitäten des ausgewählten Themas vor und überlassen den Kindern die Untersuchungen, die nach den Anregungen in den Lehrhinweisen und Schülerarbeitsblättern erfolgen.

Nach der Bearbeitung eines bestimmten Unterrichtsthemas kann eine passende Problemlösungsaufgabe gestellt werden. Dabei wird deutlich, ob und wie gut die Kinder die neuen Kenntnisse abrufen und anwenden können.

### Zeitaufwand

Eine Doppelstunde eignet sich optimal für die zusätzlichen Umbauten, Untersuchungen und Tests der (in den Unterlagen enthaltenen) weiterführenden Anregungen oder für eigene Kreativumbauten der Kinder. Prinzipiell kann jedoch jedes Modell in einer Unterrichtsstunde von zwei Kindern aufgebaut, getestet, untersucht, wieder zerlegt und aufgeräumt werden.

### Aufbewahrung der Bauanleitungshefte

Zur zeitsparenden Unterrichtsgestaltung empfehlen wir die Verwahrung der Bauanleitungshefte in separaten Mappen, damit sie zu Unterrichtsbeginn sofort verfügbar sind.

### Unterrichtsraum und Ausstattung

Bei einigen Versuchen ist ein ebener Fußboden erforderlich; eventuell müssen Bänke zur Seite gerückt werden. Damit die Strandsegler beim Rennen die nötige Windkraft erhalten, ist ein Tischventilator oder Föhn erforderlich. Im Idealfall sind ein oder mehrere Computer im Unterrichtsraum verfügbar, damit die Kinder die animierten Aufgabeneinführungen mit Jack und Jill ansehen können.

Die Kinder arbeiten in Zweiergruppen und können einander gegenüber oder nebeneinander sitzen. Aus den Hinweisen von Lehrern und eigenen Unterrichtserfahrungen wissen wir, dass sich große Tabletts (z. B. Kamin-tabletts) sehr gut als Unterlage für die Aufbauarbeiten eignen, weil die Bauteile dann nicht vom Tisch rollen können. Ebenfalls von Nutzen sind Regale oder Regalschränke, auf denen die Sets abgelegt und unfertige Modelle aufbewahrt werden können.

Weitere für die Aktivitäten erforderliche Materialien sind in nahezu jedem Klassenzimmer zu finden und werden am Anfang einer Aktivität aufgelistet.

Viel Vergnügen!

**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.

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 auftaucht. Für die Fächer **Technik**, **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 **Arbeitswirtschaft-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
2.2.15	Modelle in einer visuellen Programmierumgebung mit Hilfe geeigneter Programmiersprachen und Werkzeuge umsetzen
2.2.16	entsprechende Informatiksysteme entwickeln

<b>3</b>	<b>Physik</b>
<b>3.1</b>	<b>Kommunikation</b>
3.1.1	Arbeitsergebnisse physikalischer Experimente in Dokumentationen und Präsentationen sach- und adressengerecht aufarbeiten, auch mithilfe digitaler Medien
3.1.2	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	modellieren und mathematisieren (im Rahmen experimenteller Auswertungen)
3.2.2	aus proportionalen Zusammenhängen Gleichungen entwickeln
3.2.3	mathematische Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen herstellen und überprüfen
3.2.4	mathematische Umformungen zur Berechnung physikalischer Größen durchführen, Wissen erwerben und anwenden
3.2.5	ihr Wissen anwenden, um -mit Hilfe einer physikalischen Argumentation- Problem- und Aufgabenstellungen zielgerichtet zu lösen
3.2.6	Hypothesen zu physikalischen Fragestellungen aufstellen, Experimente und Versuche durchführen und auswerten
<b>3.3</b>	<b>Bewertung</b>
3.3.1	sachgerechte Entscheidungen für Problemstellungen finden
3.3.2	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	Fachsprache angemessen und korrekt verwenden
4.1.2	inner- und außermathematische Probleme, Einsichten und Lösungswege mit eigenen Worten und Fachbegriffen erläutern und wiedergeben
4.1.3	mathematische Argumentationen verwenden, um Lösungen und Probleme zu erklären und zu verstehen
4.1.4	Überlegungen und Problembearbeitungen in kurzen, vorbereiteten Beiträgen und Vorträgen präsentieren
<b>4.2</b>	<b>Modellierung und Problemlösung</b>
4.2.1	realitätsbezogene Sachverhalte (Realsituationen) analysieren, verstehen und aufbereiten
4.2.2	Situationen mit Hilfe von mathematischen Modellen (Terme, Gleichungen, Funktionen, Figuren, Diagramme, Tabellen, Zufallsversuche) vereinfachen
4.2.3	mathematischen Modellen passende Realisationen zuordnen
4.2.4	relevante Größen und ihre Beziehungen identifizieren
4.2.5	Messwerte erfassen (Mittelwertbildung)
4.2.6	im mathematischen Modell arbeiten
<b>4.3</b>	<b>Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen</b>
4.3.1	mathematische Darstellungen verwenden
4.3.2	mathematische Verfahren einsetzen
4.3.3	Berechnungen ausführen



## Inhaltsbezogene Kompetenzen

		Naturwissenschaft und Technik													
		Kräfte und Bewegung			Messungen			Energie			angetriebene Maschinen				
		Die Kehrmaschine	Die Angel	Bergabrennen mit dem Freewheeler	Der Hammer	Das Messrad	Die Briefwaage	Tick-Tack, die Pendeluhr	Die Windmühle	Der Strandsiegler	Der Flywheeler	Das Power Car	Der Dragster	Der Walker	Der Dogbot
<b>1</b>	<b>Naturwissenschaft und Technik / Natur und Technik</b>														
<b>1.1</b>	<b>Denk- und Arbeitsweisen / Arbeitsmethoden</b>														
1.1.1	aus Alltagsbeobachtungen naturwissenschaftliche oder technische Fragestellungen ableiten und davon ausgehend einfache Lösungswege planen	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
1.1.2	die Phasen des naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges unterscheiden, dabei Hypothesen aufstellen und überprüfen	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
1.1.3	Fehlerquellen feststellen und Maßnahmen zur Fehlervermeidung ableiten	●				●	●								
1.1.4	zur Dokumentation, Veranschaulichung, Deutung und Präsentation von Beobachtungen und Ergebnissen u. a. ... nutzen														
	Tabellen	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
1.1.5	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)	●	●		●				●				●	●	●
<b>1.3</b>	<b>Energie und Bewegung</b>														
1.3.1	Energieumwandlungsketten darstellen (Energiebegriff, Bewegungsenergie, Lageenergie, elektrische Energie)								●	●	●				
1.3.2	Möglichkeiten der Nutzbarmachung 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	Rückstoß oder Reibung als Ursache für die Fortbewegung in Natur und Technik beschreiben	●		●								●	●	●	
1.3.5	Bewegungen in Natur und Technik vergleichen						●						●	●	
1.3.6	an konkreten Beispielen die Abhängigkeit der Arbeit von Kraft und Weg beschreiben.		●		●				●			●			
1.3.7	Geschwindigkeitsänderungen von Bewegungen analysieren		●						●	●		●	●	●	
1.3.8	experimentell die Geschwindigkeit eines Körpers bestimmen								●	●		●	●	●	
1.3.9	die Definitionsgleichung der Geschwindigkeit ( $v = \frac{s}{t}$ ) anwenden, um einfache Berechnungen durchzuführen								●	●		●	●		
1.3.10	Trägheit von Körpern beschreiben und deren Abhängigkeit von der Masse erklären			●			●				●				

		Naturwissenschaft und Technik													
		Kräfte und Bewegung			Messungen			Energie			angetriebene Maschinen				
		Die Kehrmaschine	Die Angel	Bergabrennen mit dem Freewheeler	Der Hammer	Das Messrad	Die Briefwaage	Tick-Tack, die Pendeluhr	Die Windmühle	Der Strandsegler	Der Flywheeler	Das Power Car	Der Dragster	Der Walker	Der Dogbot
	● = Inhaltsbezogene Kompetenzen ○ = Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung														
1.3.11	Antriebsmöglichkeiten für Bewegungsabläufe beschreiben (z. B. Elektromotor)	○			○		○	●	●	●	●	●	●	●	●
1.3.12	Übersetzungen dimensionieren und Getriebe konstruieren	●		●		●		○	○	○	●	●	●	●	●
1.3.13	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	○			○		○	●	●	●	●	●	●	●	●
1.4.2	ein Produkt mit definierter Funktion und bestimmter Eigenschaft entwickeln und konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
1.4.3	Funktion und Eigenschaften eines Produkts bewerten und Optimierungsansätze entwickeln	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<b>1.5</b>	<b>Informationsaufnahme und -verarbeitung / Informatik</b>														
1.5.1	direkte und indirekte Messverfahren vergleichen			○		○	○	○		○	○	○	○	○	○
1.5.2	zuverlässige Messungen durchführen und Messfehler erkennen	●	●			●	●	●		●	●	●	●	●	●
1.5.3	Algorithmen in einer Programmiersprache entwickeln, beschreiben und darstellen und damit Steuerungsabläufe realisieren (z. B. Robotik)														
	zeitgesteuerte Prozesse ((Anzahl Motorumdrehungen))				●			●			●				●
<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	Ansteuerungen von Aktoren (u. a. LED, Motor) realisieren											○	○	○	○
<b>2.3</b>	<b>Energie, Natur und Technik (Mobilität und Antriebssysteme)</b>														
2.3.1	Wirkungsweise und Aufbau von Getrieben beschreiben	●		●		●			○	○	○	●	●	●	●
2.3.2	eine Konstruktion / technische Lösung hinsichtlich der Anforderung beurteilen und ggf. verbessern	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2.3.3	zukunftsorientierte Antriebssysteme (E-Mobilität) und ihre Energieträger benennen								●	●					
2.3.3	technische Systeme zur Nutzung regenerativer Energien beschreiben								●	●					
2.3.4	Prinzipien der Energiewandlung beschreiben							○	●	●	●		○		
<b>2.4</b>	<b>Werkstoffe und Produkte</b>														
2.4.1	konstruktive Einzelteile, deren Funktion und Zusammenwirken benennen und dann Geräte und Maschinen hinsichtlich ihrer Funktionen und Einsatzbereiche unterscheiden	●	●	●	●					●	●	●	●	●	●
2.4.2	Bauelemente (z.B. Zahnräder) fach- und bedarfsgerecht auswählen und nutzen	●		●	●			●	●	●	●	●	●	●	●
2.4.3	technische Lösungen zeichnerisch darstellen	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

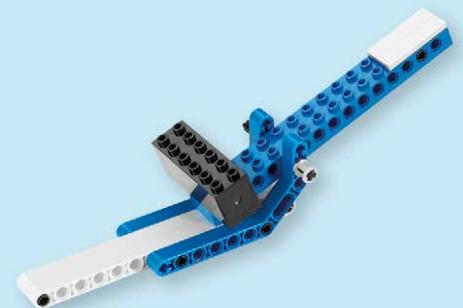
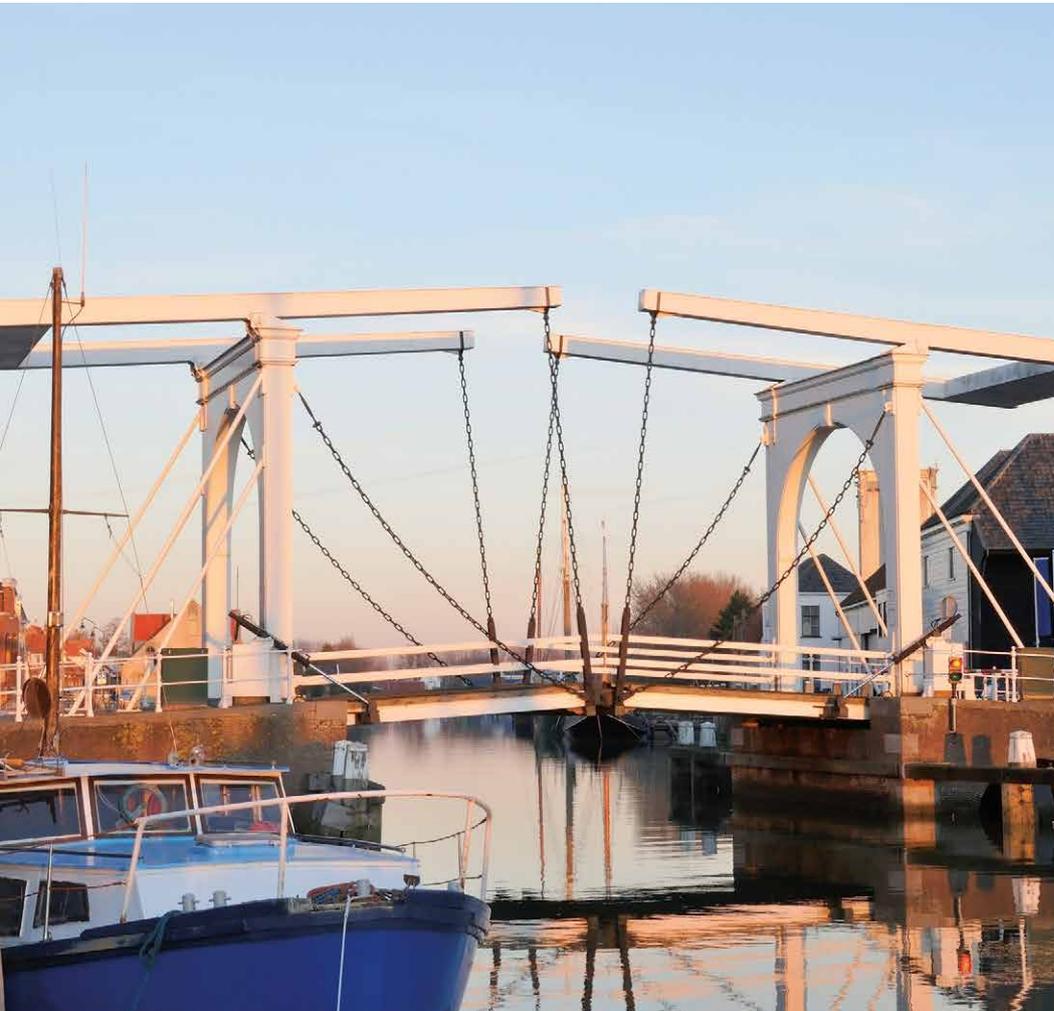
		Naturwissenschaft und Technik													
		Kräfte und Bewegung		Messungen			Energie			angetriebene Maschinen					
		Die Kehrmaschine	Die Angel	Bergabrennen mit dem Freewheeler	Der Hammer	Das Messrad	Die Briefwaage	Tick-Tack, die Pendeluhr	Die Windmühle	Der Strandsegler	Der Flywheeler	Das Power Car	Der Dragster	Der Walker	Der Dogbot
	<p>● = Inhaltsbezogene Kompetenzen</p> <p>◐ = Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung</p>														
2.4.4	verschiedene technische Lösungen (z.B. Laufroboter) vergleichen	◐	◐	◐	◐									◐	◐
2.4.5	Konstruktionsaufgabe: ausgehend von einer konkreten Problemstellung, einen technischen Gegenstand planen, entwickeln, fertigen	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2.4.6	Optimierungsaufgabe: Lösungsvorschläge zur Verbesserung technischer Systeme entwickeln	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<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	●		●	●					●	●	●	●	●	●
<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>Mobilität</b>														
3.2.1	Alternative Antriebssysteme darstellen								●	●					
3.2.2	Möglichkeiten der Kraftübertragung nennen und erklären, z.B. in einem Getriebe	●		●		●			◐	◐	◐	●	●	●	●
<b>3.3</b>	<b>Arbeit und Produktion</b>														
3.3.1	Stoff- und Materialeigenschaften analysieren				●	◐									
<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)									●	●	●	◐	●	●

		Naturwissenschaft und Technik												
		Kräfte und Bewegung				Messungen			Energie			angetriebene Maschinen		
		Die Kehrmaschine	Die Angel	Bergabrennen mit dem Freewheeler	Der Hammer	Das Messrad	Die Briefwaage	Tick-Tack, die Pendeluhr	Die Windmühle	Der Strandsegler	Der Flywheeler	Das Power Car	Der Dragster	Der Walker
● = Inhaltsbezogene Kompetenzen ○ = Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung														
<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>Physik</b>													
<b>5.1</b>	<b>Denk- und Arbeitsweisen</b>													
5.1.1	selbständig Experimente zur Beobachtung von Phänomenen sowie zur Beantwortung vorgegebener Fragestellungen durchführen	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5.1.2	Unterscheidung zwischen Beobachtung und Erklärung beschreiben (Beobachtung durch Sinneseindrücke und Messungen, Erklärung durch Gesetze und Modelle)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5.1.3	zwischen sprachlicher und graphischer Darstellungsform wechseln	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5.1.4	Achtung gegenüber der Ingenieursleistung entwickeln	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<b>5.2</b>	<b>Mechanik</b>													
5.2.1	Messwerte zur gleichförmigen Bewegung modellieren und konstante Geschwindigkeiten aus experimentellen Messdaten berechnen ( $v = \frac{s}{t}$ )	○	○			○			○	○			○	
5.2.2	Vermutungen zum Zusammenhang von zurückgelegtem Weg in Abhängigkeit von der benötigten Zeit bei (geradlinig) gleichförmigen Bewegungen formulieren	○	○			○			○	○			○	
5.2.3	die Grundgleichung der Mechanik zur Lösung ausgewählter Aufgaben und Probleme verwenden			●					●	●		●		
5.2.4	Masse von Gewichtskraft unterscheiden			○	○			○	○			○		
5.2.5	Kräfte als Ursache von Bewegungs-/Geschwindigkeits- (Betrag und Richtung) oder Energieänderungen identifizieren (mechanische Energieübertragung)	●	●	●	●			○	○	●	●	●	●	●
5.2.6	die Wirkung von Kräften beschreiben (z.B. Bewegungsänderungen, Energieänderungen, Impuls)	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●	●
5.2.7	Trägheit von Körpern (Trägheitsprinzip) beschreiben und anwenden			○	○			○	○	○	○	○		
5.2.8	die Fallbeschleunigung als Spezialfall einer Beschleunigung und die Gewichtskraft als Gravitationskraft auf der Erdoberfläche identifizieren											○		
5.2.9	ein Kräftegleichgewicht oder die resultierende Kraft erkennen (u.a. schiefe Ebene)	●	●	●	●			●		●	●	●		
5.2.10	zwischen (1) Kräftepaaren bei der Wechselwirkung zwischen zwei Körpern und (2) Kräftepaaren beim Kräftegleichgewicht an einem Körper unterscheiden	●	●	●	●			●	●	●	●	●	○	
5.2.11	Wechselwirkungen anwenden mit: Zahnradgetriebe, Hebel, einfache Maschinen	●		●		●			○	○	○	●	●	●
5.2.12	eine einfach Maschine experimentell untersuchen und ihre Anwendung im Alltag und in der Technik beschreiben (z.B. Hebel, Flaschenzug)		●		●			●					●	●

		Naturwissenschaft und Technik													
		Kräfte und Bewegung		Messungen			Energie			angetriebene Maschinen					
		Die Kehrmaschine	Die Angel	Bergabrennen mit dem Freewheeler	Der Hammer	Das Messrad	Die Briefwaage	Tick-Tack, die Pendeluhr	Die Windmühle	Der Strandsegler	Der Flywheeler	Das Power Car	Der Dragster	Der Walker	Der Dogbot
	<p>● = Inhaltsbezogene Kompetenzen</p> <p>◐ = Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung</p>														
<b>5.3</b>	<b>Energie</b>														
5.3.1	Lage-, kinetische, elektrische und thermische Energie unterscheiden							●	●	●	●	◐	●	◐	◐
5.3.2	Energieumwandlungen beschreiben, auch bei mechanischen Vorgängen, mit Hilfe von elektrischer, kinetischer Energie, Lageenergie (Energieübertragungsketten in Alltag und Technik)							●	●	●	●		●		
5.3.3	Beispiele für die Speicherung von Energie in verschiedenen Energieformen in Alltag und Technik nennen und beschreiben (u. a. Lageenergie, Bewegungsenergie, elektrische Energie)									●	●	●		●	
5.3.4	Arbeit identifizieren als Maß für die einem System zugeführte oder entzogene mechanische Energie (Wegunabhängigkeit der Hubarbeit, Arbeit als Produkt aus Kraft und Weg)		●		◐					●			●		◐
5.3.5	mit den Größen Energie und Arbeit mechanische Vorgänge in alltagsrelevanten Kontexten beschreiben		●		◐					●			●		◐
5.3.6	Wirkungsweisen von Kraftwandlern, z.B. Zahnrädern, schiefe Ebene erklären	●	●		●	◐	◐	◐		●			●	●	●
5.3.7	bei Versuchen (u. a. mit Kraftwandlern und einfachen Maschinen wie Hebel und Flaschenzug) die zu messenden Größen selbstständig benennen	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5.3.8	ein Experiment zur Leistungsbestimmung planen, dieses durchführen und auswerten									●	●		◐	◐	
5.3.9	Kenntnisse über Reibung nutzen, deren Bedeutung für Alltag und Technik begründen	●		●	●	◐	◐	◐	◐	◐	◐	●	●	●	●
<b>6</b>	<b>Mathematik</b>														
<b>6.1</b>	<b>Größen und Messen</b>														
6.1.1	Größen in einfachen (Sach-)Situationen (Länge – Umfang) darstellen bzw. anschaulich erläutern	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6.1.2	Winkelweiten bis 180° messen und schätzen										●		●		
6.1.3	Längen, Flächeninhalte, Volumina, Massen, Zeitspannen messen	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6.1.4	mit Größenangaben rechnen und dabei Einheiten korrekt anwenden	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6.1.5	ebene (symmetrische) Figuren (z.B. Winkel, gleichseitige Dreiecke, Rechtecke, Quadrate, Kreise) und Muster erkennen und zeichnen									●	●		●		●
<b>6.2</b>	<b>Arithmetik / Algebra (Zahl, Variable, Operation)</b>														
6.2.1	(rationale) Zahlen in Bruch und in Dezimaldarstellung addieren, subtrahieren, multiplizieren und dividieren	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6.2.2	Terme aufstellen, deren Wert bestimmen und zur Problemlösung nutzen	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<b>6.3</b>	<b>Proportionalität (Funktionaler Zusammenhang)</b>														
6.3.1	Gleichungen mit einer Variablen lösen	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6.3.2	Proportionalität und Antiproportionalität in verschiedenen Darstellungsformen erkennen und diese für die Berechnung fehlender Größen nutzen	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6.3.3	Beziehungen erkunden und Zusammenhänge durch ... darstellen	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●



education



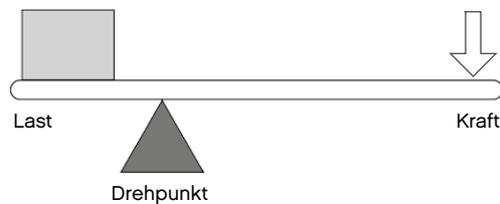
## Einfache Maschinen: Hebel

## Einfache Maschinen: Hebel

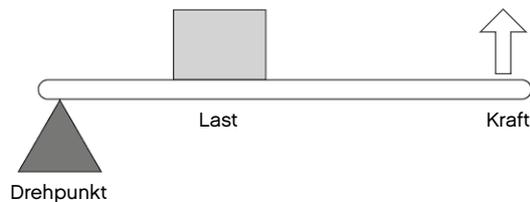
Der Hebel ist vermutlich die am häufigsten eingesetzte „Einfache Maschine“. Ein Hebel ist eine starre Stange oder ein anderer fester Gegenstand, mit dem Kräfte übertragen werden.

Der Hebel hat einen Drehpunkt (Hebelpunkt) und kann die Kraft, die Richtung und den zurückgelegten Weg einer Bewegung verändern. Jeder Hebel lässt sich durch eine Kraft, eine Last und einen Drehpunkt beschreiben.

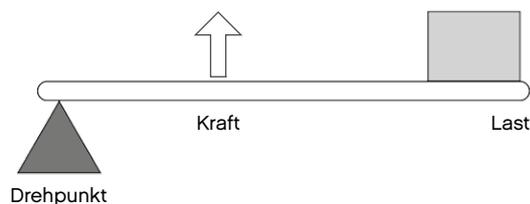
Die Positionen von Kraftansatzpunkt, Lastansatzpunkt und Drehpunkt bestimmen die Art des Hebels: zweiseitiger Hebel, einseitiger Hebel mit Kraftansatz innen oder einseitiger Hebel mit Kraftansatz außen.



**Bei einem zweiseitigen Hebel** liegt der Drehpunkt zwischen Kraft und Last. Eine solche Anordnung finden wir beispielsweise bei Wippen, Brecheisen, Zangen oder Scheren.



**Beim einseitigen Hebel mit Kraftansatz außen** befindet sich die Last zwischen Kraftansatz und Drehpunkt. Bekannte Beispiele für diese Hebelart sind die Nussknacker-Zange, die Schubkarre oder der Flaschenöffner.



**Beim einseitigen Hebel mit Kraftansatz innen** befindet sich der Kraftansatz zwischen Last und Drehpunkt. Diese Anordnung finden wir u. a. bei der Pinzette oder bei der Eiszange.

**Schon gewusst?**  
Der Hebel gehört zusammen mit dem Seil, der Rolle und der Schiefen Ebenen zu den vier grundlegenden „Einfachen Maschinen“, deren Wirkungsweise sich nicht mehr weiter untergliedern lässt.

**A1****Baue A1 in Buch I, Seite 2 bis 3**

Drücke den Hebel herunter, um die Last anzuheben. Beschreibe, ob sich die Last leicht oder schwer anheben lässt. Kennzeichne die Positionen von Drehpunkt, Last und Kraft, indem du sie einkreist. Um was für eine Art von Hebel handelt es sich?

---



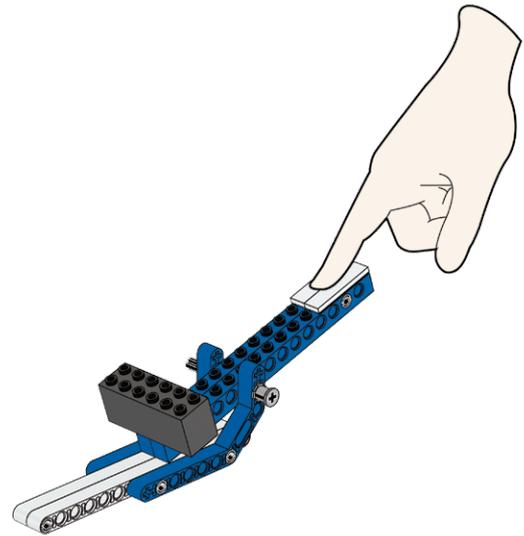
---



---



---

**A2****Baue A2 in Buch I, Seite 4 bis 5**

Hebe den Hebel an. Beschreibe, ob sich die Last leicht oder schwer anheben lässt. Kennzeichne die Positionen von Drehpunkt, Last und Kraft, indem du sie einkreist. Um was für eine Art von Hebel handelt es sich?

---



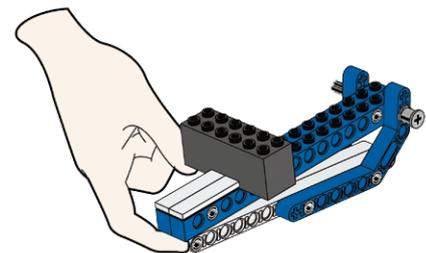
---



---



---

**A3****Baue A3 in Buch I, Seite 6 bis 7**

Hebe den Hebel an. Beschreibe, ob sich die Last leicht oder schwer anheben lässt. Kennzeichne die Positionen von Drehpunkt, Last und Kraft, indem du sie einkreist. Um was für eine Art von Hebel handelt es sich?

---



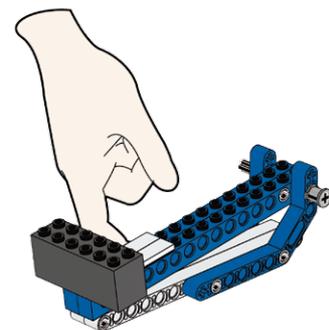
---



---

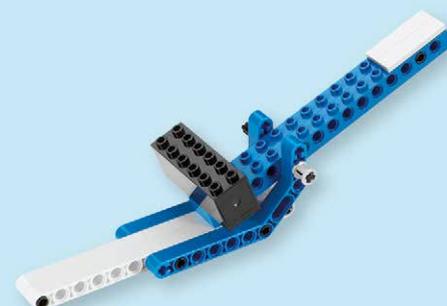
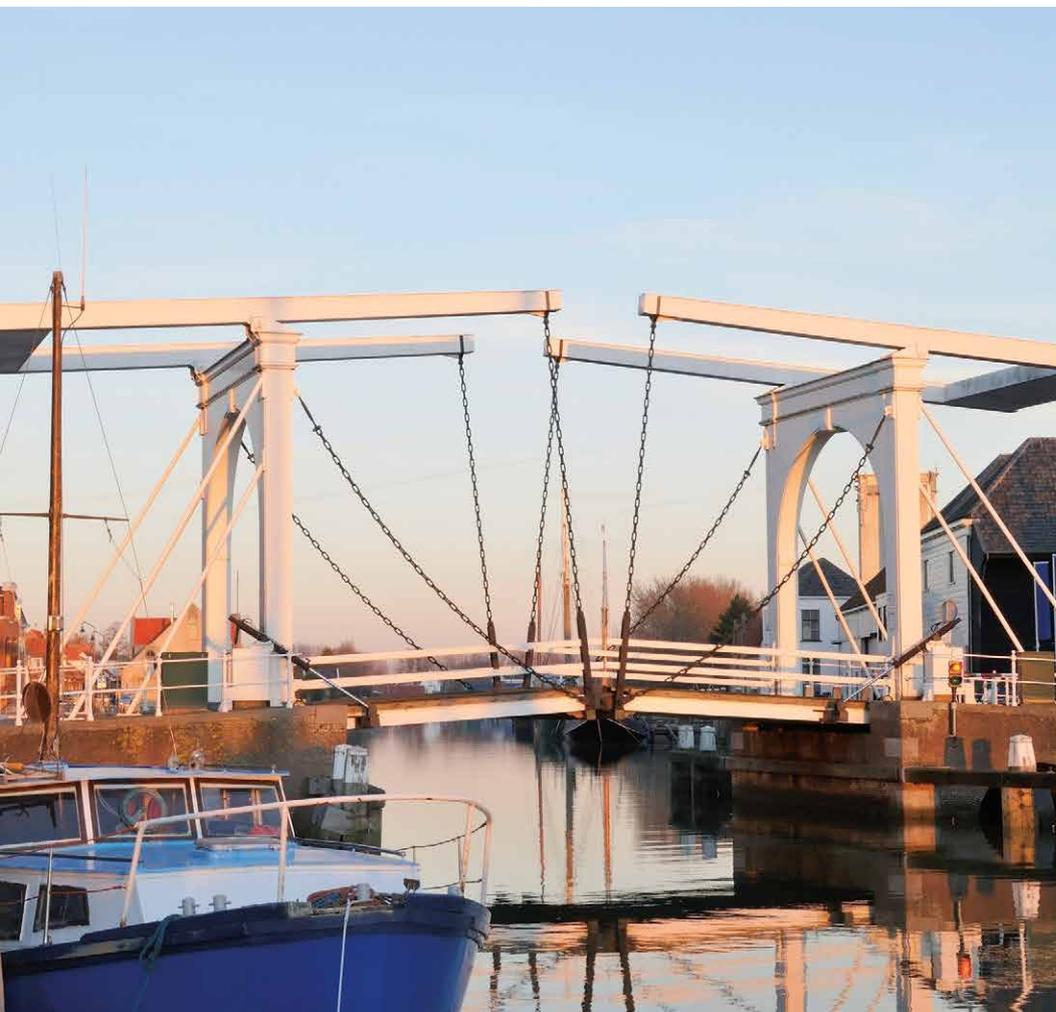


---





education



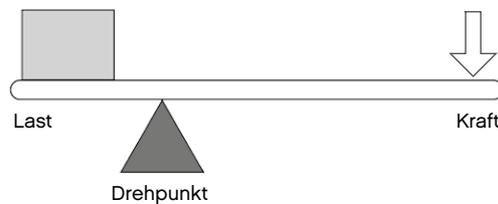
Hebel

## Einfache Maschinen: Hebel

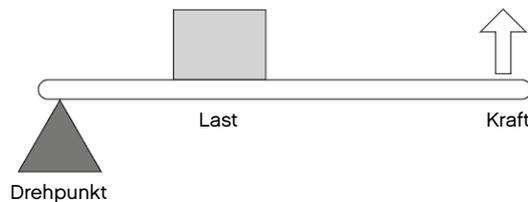
Der Hebel ist vermutlich die am häufigsten eingesetzte „Einfache Maschine“. Ein Hebel ist eine starre Stange oder ein anderer fester Gegenstand, mit dem Kräfte übertragen werden.

Der Hebel hat einen Drehpunkt (Hebelpunkt) und kann die Kraft, die Richtung und den zurückgelegten Weg einer Bewegung verändern. Jeder Hebel lässt sich durch eine Kraft, eine Last und einen Drehpunkt beschreiben.

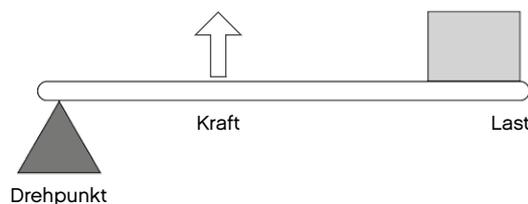
Die Positionen von Kraftansatzpunkt, Lastansatzpunkt und Drehpunkt bestimmen die Art des Hebels: zweiseitiger Hebel, einseitiger Hebel mit Kraftansatz innen oder einseitiger Hebel mit Kraftansatz außen.



**Bei einem zweiseitigen Hebel** liegt der Drehpunkt zwischen Kraft und Last. Eine solche Anordnung finden wir beispielsweise bei Wippen, Brecheisen, Zangen oder Scheren.



**Beim einseitigen Hebel mit Kraftansatz außen** befindet sich die Last zwischen Kraftansatz und Drehpunkt. Bekannte Beispiele für diese Hebelart sind die Nussknacker-Zange, die Schubkarre oder der Flaschenöffner.

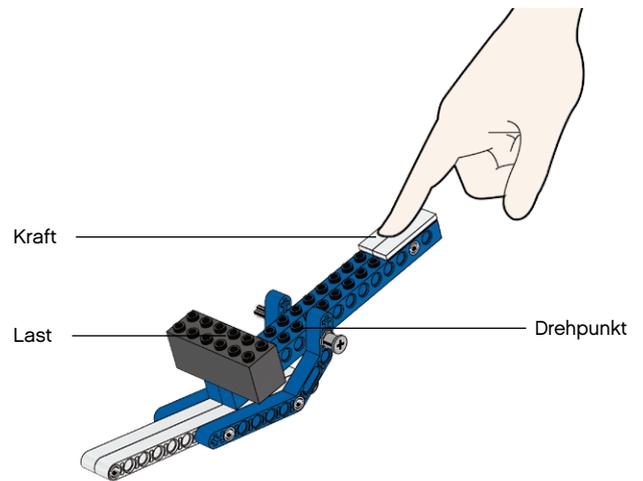


**Beim einseitigen Hebel mit Kraftansatz innen** befindet sich der Kraftansatz zwischen Last und Drehpunkt. Diese Anordnung finden wir u. a. bei der Pinzette oder bei der Eiszange.

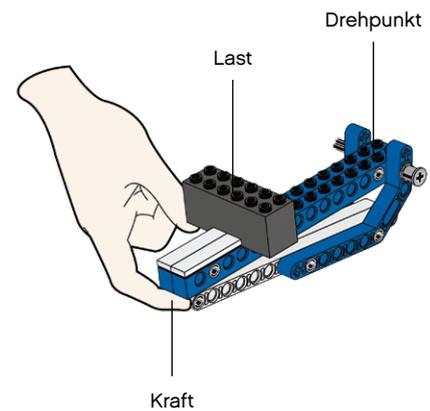
**Schon gewusst?**  
Der Hebel gehört zusammen mit dem Seil, der Rolle und der Schiefen Ebenen zu den vier grundlegenden „Einfachen Maschinen“, deren Wirkungsweise sich nicht mehr weiter untergliedern lässt.

**A1**

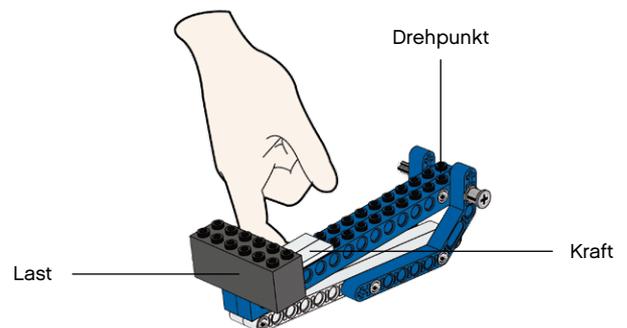
Hier handelt es sich um einen zweiseitigen Hebel. Der Drehpunkt befindet sich zwischen Kraft und Last. Bei diesem Modell ist die zum Anheben der Last nötige Kraft geringer als bei den anderen.

**A2**

Hier handelt es sich um einen einseitigen Hebel mit Kraftansatz außen. Die Last befindet sich zwischen Kraft und Drehpunkt. Die zum Anheben der Last erforderliche Kraft wird in etwa halbiert (im Vergleich zum Anheben der Last ohne Hebel).

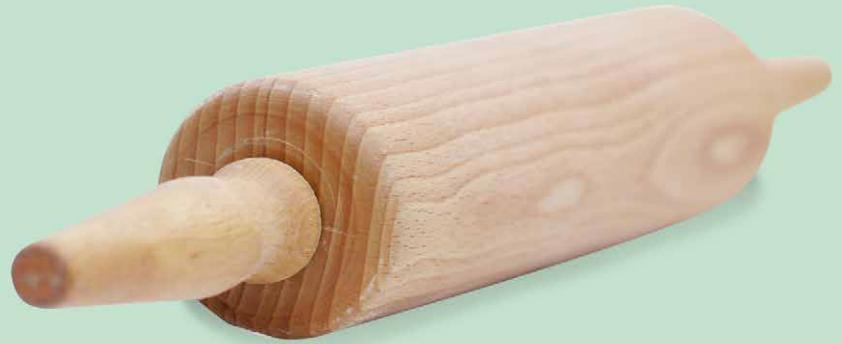
**A3**

Hier handelt es sich um einen einseitigen Hebel mit Kraftansatz innen. Der Kraftansatz befindet sich zwischen Last und Drehpunkt. Die erforderliche Kraft ist höher, als wenn die Last ohne Hebel angehoben wird. Im Gegenzug legt die Last einen weiteren Weg zurück als der Kraftansatzpunkt.





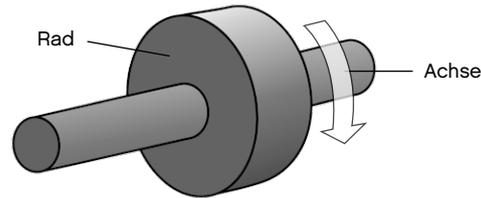
education



## Rad, Achse und Welle

## Einfache Maschinen: Rad, Achse und Welle

Räder, Achsen und Wellen sind normalerweise rund, wobei das Rad gewöhnlich größer als Achse oder Welle ist. Der Unterschied zwischen Wellen und Achsen besteht darin, dass Wellen ein Drehmoment, also Kraft, übertragen. Sie müssen sich daher drehen. Achsen können sich dagegen drehen oder feststehend sein.



Rad und Achse legen in der gleichen Zeit dieselbe Anzahl an Umdrehungen zurück. Das Rad hat aber einen größeren Umfang und erreicht deshalb am Umfang auch eine höhere Geschwindigkeit. Damit steigt auch der zurückgelegte Weg.

Wenn eine Last auf einem Wagen mit Rädern gezogen wird, ist die Reibung fast immer geringer, als wenn die Last ohne rollenden Untersatz gezogen wird. In der Technik werden Räder nicht nur an Wagen und Fahrzeugen verwendet. Räder mit Nuten für Riemen heißen Riemenräder oder Rollen, Räder mit Zähnen werden als Zahnräder bezeichnet.

Beispiele für die Anwendung von Rädern und Achsen sind das Nudelholz, Rollschuhe oder Handkarren.

### Schon gewusst?

Das älteste bisher gefundene Rad wurde von den Sumerern vor etwa 5.600 Jahren gebaut.

**B1****Baue B1 in Buch I, Seite 8 bis 9**

Fahre das Modell auf einer geraden Linie über den Tisch.  
Beschreibe, wie sich das Modell verhält.  
Fahre nun mit dem Modell Schlangenlinien und scharfe  
Kurven. Beschreibe, wie sich das Modell verhält.

---



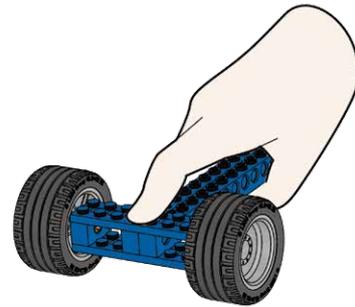
---



---



---

**B2****Baue B2 in Buch I, Seite 10 bis 11**

Fahre das Modell auf einer geraden Linie über den Tisch.  
Beschreibe, wie sich das Modell verhält.  
Fahre nun mit dem Modell Schlangenlinien und scharfe  
Kurven. Beschreibe das Verhalten des Modells und  
vergleiche es mit dem ersten Modell.

---



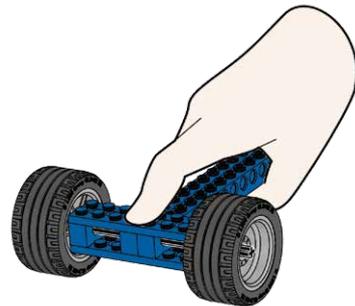
---



---



---

**B3****Baue B3 in Buch I, Seite 12 bis 15**

Fahre das Modell auf einer geraden Linie über den Tisch.  
Beschreibe, wie sich das Modell verhält.  
Fahre nun mit dem Modell Schlangenlinien und scharfe  
Kurven. Beschreibe das Verhalten des Modells und  
vergleiche es mit den ersten beiden Modellen.

---



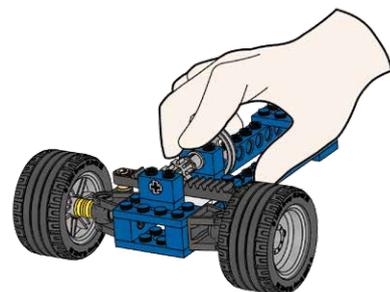
---



---



---



**B4****Baue B4 in Buch I, Seite 16 bis 17**

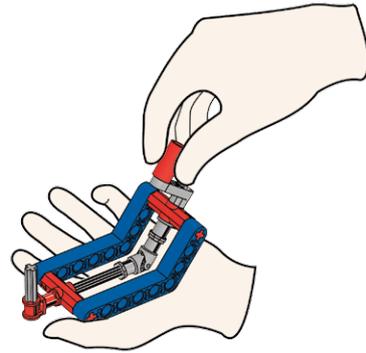
Beschreibe die Funktion des Modells und die Bewegung des Kardangelenks, wenn du an der Kurbel drehst.

---

---

---

---





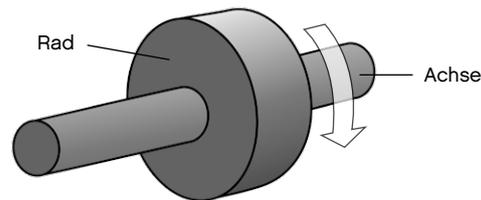
education



## Rad, Achse und Welle

## Einfache Maschinen: Rad, Achse und Welle

Räder, Achsen und Wellen sind normalerweise rund, wobei das Rad gewöhnlich größer als Achse oder Welle ist. Der Unterschied zwischen Wellen und Achsen besteht darin, dass Wellen ein Drehmoment, also Kraft, übertragen. Sie müssen sich daher drehen. Achsen können sich dagegen drehen oder feststehend sein.



Rad und Achse legen in der gleichen Zeit dieselbe Anzahl an Umdrehungen zurück. Das Rad hat aber einen größeren Umfang und erreicht deshalb am Umfang auch eine höhere Geschwindigkeit. Damit steigt auch der zurückgelegte Weg.

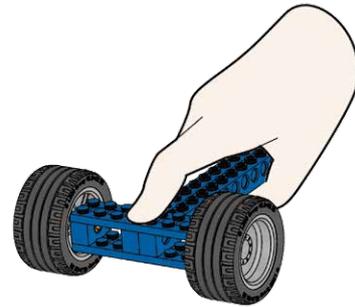
Wenn eine Last auf einem Wagen mit Rädern gezogen wird, ist die Reibung fast immer geringer, als wenn die Last ohne rollenden Untersatz gezogen wird. In der Technik werden Räder nicht nur an Wagen und Fahrzeugen verwendet. Räder mit Nuten für Riemen heißen Riemenräder oder Rollen, Räder mit Zähnen werden als Zahnräder bezeichnet.

Beispiele für die Anwendung von Rädern und Achsen sind das Nudelholz, Rollschuhe oder Handkarren.

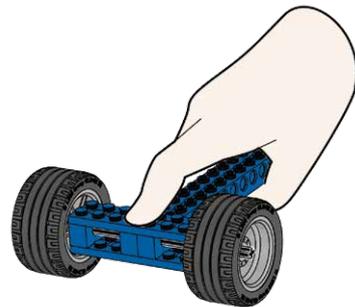
**Schon gewusst?**  
Das älteste bisher gefundene Rad wurde von den Sumerern vor etwa 5.600 Jahren gebaut.

**B1**

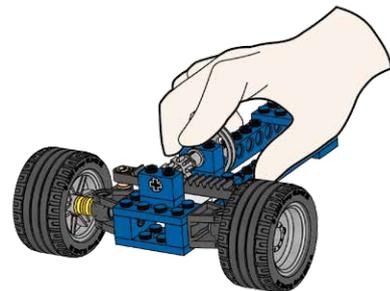
Es handelt sich um einen Wagen mit geteilten Achsen. Er lässt sich sowohl auf einer geraden Linie als auch im Schlangenlinien-Kurs mit engen Kurven leicht steuern. Dank der geteilten Achsen können sich die Räder mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten drehen.

**B2**

Es handelt sich um einen Wagen mit einer durchgehenden Radachse. Er lässt sich leicht auf einer geraden Linie fahren. Auf einem kurvigen Schlangenlinien-Kurs lässt sich der Wagen aber nur schwer steuern, weil die Räder sich nicht mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten drehen können. Bei Kurvenfahrten wird stets ein Rad durchrutschen.

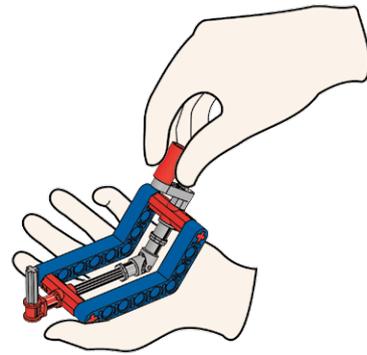
**B3**

Es handelt sich um einen Wagen mit Lenksystem. Er lässt sich sowohl auf einer geraden Linie als auch im Schlangenlinien-Kurs mit engen Kurven leicht steuern. Dank der geteilten Achsen können sich die Räder mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten drehen, und mit dem Lenkrad lässt sich der Wagen gut steuern.



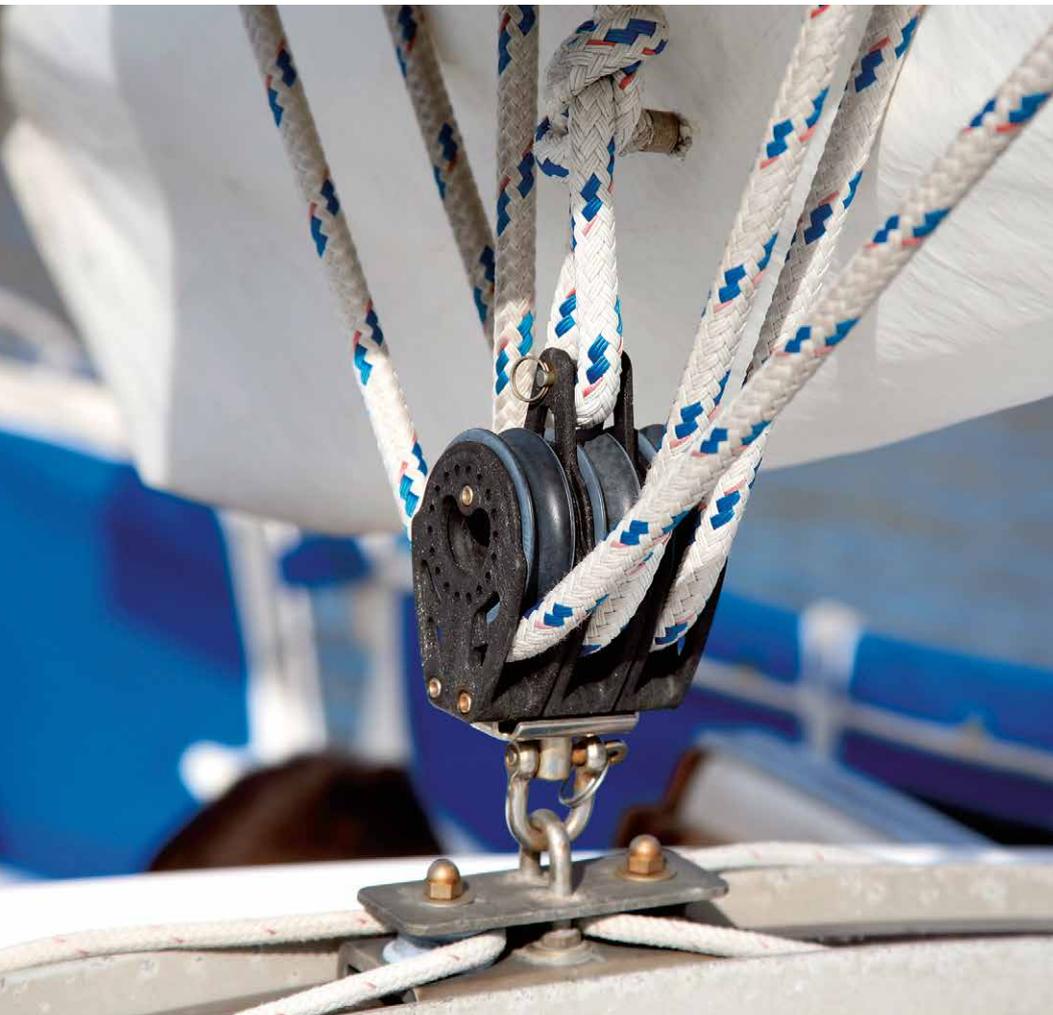
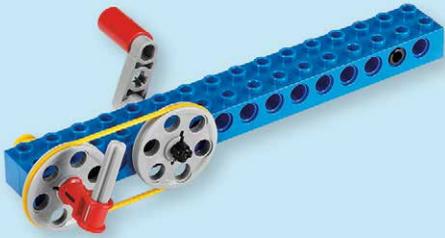
**B4**

Dieses Modell verfügt über ein Kardangelenken. Beim Drehen der Kurbel wird die Drehbewegung über das Kardangelenken unter einem bestimmten Winkel zum Ausgang übertragen. Eingang und Ausgang der Gelenkwelle drehen sich mit derselben Geschwindigkeit (Übersetzungsverhältnis 1:1).





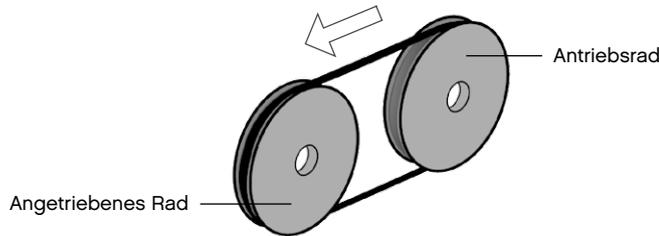
education



## Einfache Maschinen: Rollen

## Einfache Maschinen: Rollen

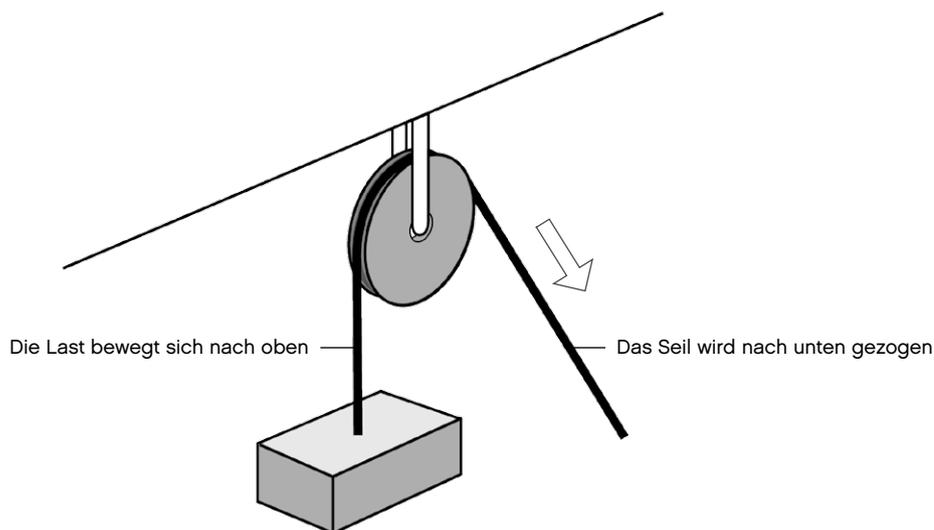
Rollen sind Räder, die durch Seile, Ketten, Riemen oder Bänder bewegt werden. Diese laufen über die Stirn der Rollen, die dann, je nach Einsatzart, Seilrollen, Kettenräder, Riemenräder oder Bandrollen genannt werden.



Bei einem einfachen Riemenantrieb werden zwei Räder durch einen Riemen verbunden. Das Rad, an dem eine von außen kommende Kraft angreift, heißt Antriebsrad, das andere ist das angetriebene Rad. Das Antriebsrad leitet die angreifende Kraft in den Riemenantrieb ein, das angetriebene Rad gibt die Kraft wieder ab. Wenn das Antriebsrad den Riemen in Bewegung versetzt, bewegt der Riemen auch das angetriebene Rad, das sich in dieselbe Richtung wie das Antriebsrad dreht. Wenn das Antriebsrad kleiner als das angetriebene Rad ist, dreht sich das angetriebene Rad langsamer als das Antriebsrad.

Der Riemenantrieb beruht auf der Reibung zwischen Riemen und Rollen. Die Reibung ermöglicht die Übertragung der Bewegung. Wenn der Riemen zu stark gespannt wird, entsteht an den Lagerungen der Räder zu viel Reibung. Wenn der Riemen zu lose gespannt wird, rutscht er durch und die Kraft wird nicht effizient übertragen. Ein Durchrutschen oder „Schlupf“ kann bei einer Maschine mit Riemenantrieb aus Sicherheitsgründen aber auch erwünscht sein.

Für das Heben schwerer Lasten können auch mehrere Rollen zu einer Hebevorrichtung kombiniert werden, die die zum Heben nötige Kraft deutlich verringern.



Eine einzelne Rolle kann die zum Heben nötige Last nicht verringern, aber die Bewegungsrichtung ändern. Kraft und Geschwindigkeit der Bewegung werden durch die Rolle nicht verändert. Der Vorteil besteht nur darin, dass die Last angehoben werden kann, indem man am Seil zieht. Rollen können fest oder lose sein. Im Gegensatz zu festen Rollen können sich lose Rollen nach oben oder unten bewegen, wenn die Last bewegt wird. Eine feste Rolle wird oft an einem Deckenbalken angebracht und kann sich nur um ihre eigene Achse drehen. Werden mehreren Rollen auf einer Achse für ein Hebe- oder Zugsystem eingesetzt, entsteht ein Flaschenzug.

Rollen werden z. B. bei Jalousien oder Fahnenmasten eingesetzt.

**Schon gewusst?**  
Mit der Herstellung von Rollen begann in England Anfang des 19. Jahrhunderts die industrielle Massenproduktion. Die Rollen wurden während der napoleonischen Kriege für die Schiffe der königlichen Flotte (Royal Navy) hergestellt.

**C1****Baue C1 in Buch I, Seite 18**

Drehe an der Kurbel und vergleiche die Geschwindigkeiten von Antriebsrad und angetriebenem Rad.  
Halte dann vorsichtig den Zeiger an der Ausgangsseite (am angetriebenen Rad) fest, und beschreibe, was passiert.

---



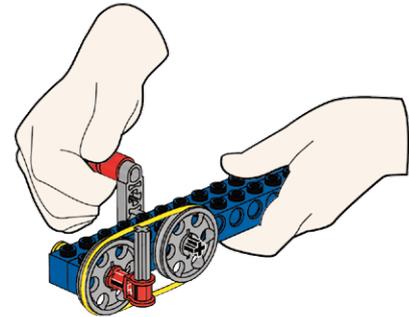
---



---



---

**C2****Baue C2 in Buch I, Seite 19**

Drehe an der Kurbel und vergleiche die Geschwindigkeiten von Antriebsrad und angetriebenem Rad.  
Halte dann vorsichtig den Zeiger an der Ausgangsseite (am angetriebenen Rad) fest, und beschreibe, was passiert.

---



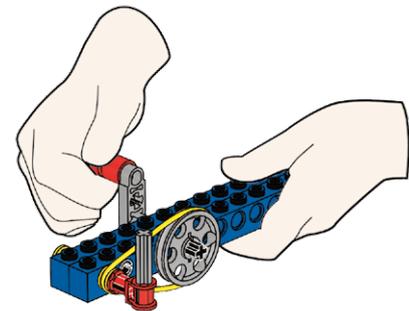
---



---



---

**C3****Baue C3 in Buch I, Seite 20**

Drehe an der Kurbel und vergleiche die Geschwindigkeiten von Antriebsrad und angetriebenem Rad.  
Halte dann vorsichtig den Zeiger an der Ausgangsseite (am angetriebenen Rad) fest, und beschreibe, was passiert.

---



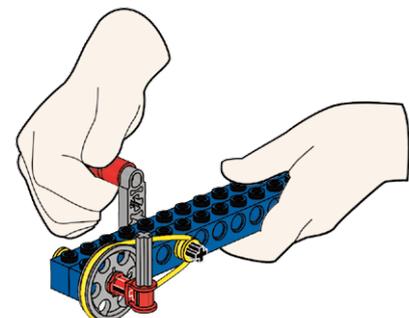
---



---



---



**C4****Baue C4 in Buch I, Seite 21**

Drehe an der Kurbel und vergleiche die Bewegung von Antriebsrad und angetriebenem Rad. Halte dann vorsichtig den Zeiger an der Ausgangsseite (am angetriebenen Rad) fest, und beschreibe, was passiert.

---



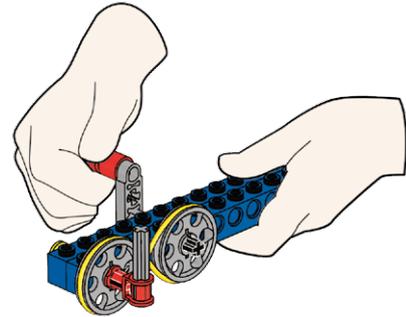
---



---



---

**C5****Baue C5 in Buch I, Seite 22 bis 23**

Drehe an der Kurbel und vergleiche die Bewegung von Antriebsrad und angetriebenem Rad. Kennzeichne die Positionen von Antriebsrad und angetriebenem Rad, indem du sie einkreist.

---



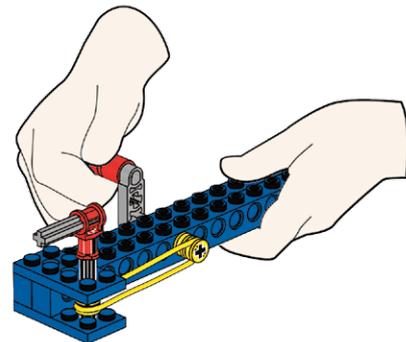
---



---



---

**C6****Baue C6 in Buch I, Seite 24 bis 25**

Drehe an der Kurbel und vergleiche die Bewegung von Antriebsrad und angetriebenem Rad. Kennzeichne die Positionen von Antriebsrad und angetriebenem Rad, indem du sie einkreist.

---



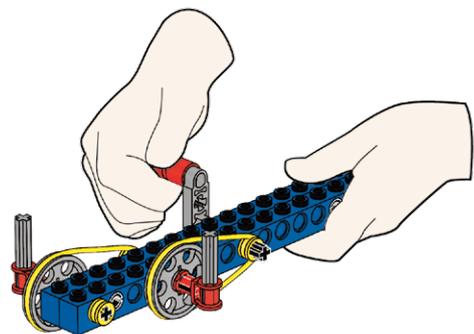
---



---



---



**C7****Baue C7 in Buch I, Seite 26 bis 27**

Drehe an der Kurbel und vergleiche die Geschwindigkeiten von Antriebsrad und angetriebenem Rad. Kennzeichne die Positionen von Antriebsrad und angetriebenem Rad, indem du sie einkreist.

---



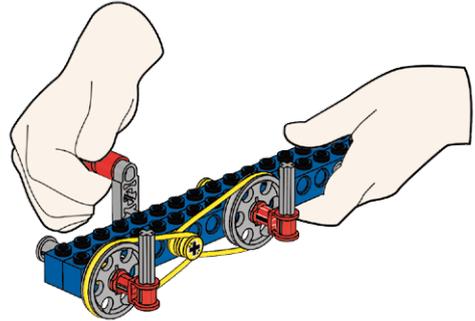
---



---



---

**C8****Baue C8 in Buch I, Seite 28 bis 31**

Ziehe die Last an der Schnur hoch. Beschreibe, was passiert.

---



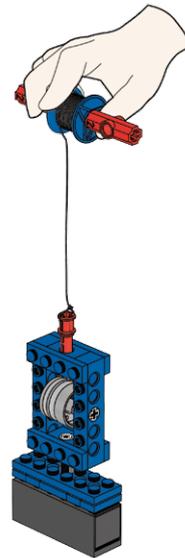
---



---



---

**C9****Baue C9 in Buch I, Seite 32 bis 35**

Ziehe an der Schnur, um die Last anzuheben. Beschreibe das Verhalten des Modells.

---



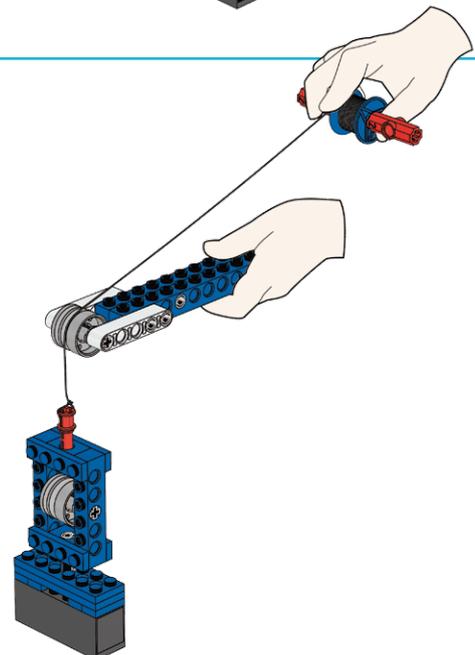
---



---



---



**C10****Baue C10 in Buch I, Seite 36**

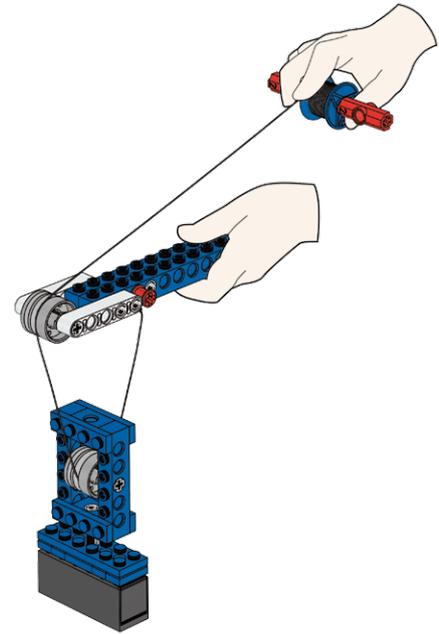
Ziehe an der Schnur, um die Last anzuheben. Beschreibe das Verhalten des Modells.

---

---

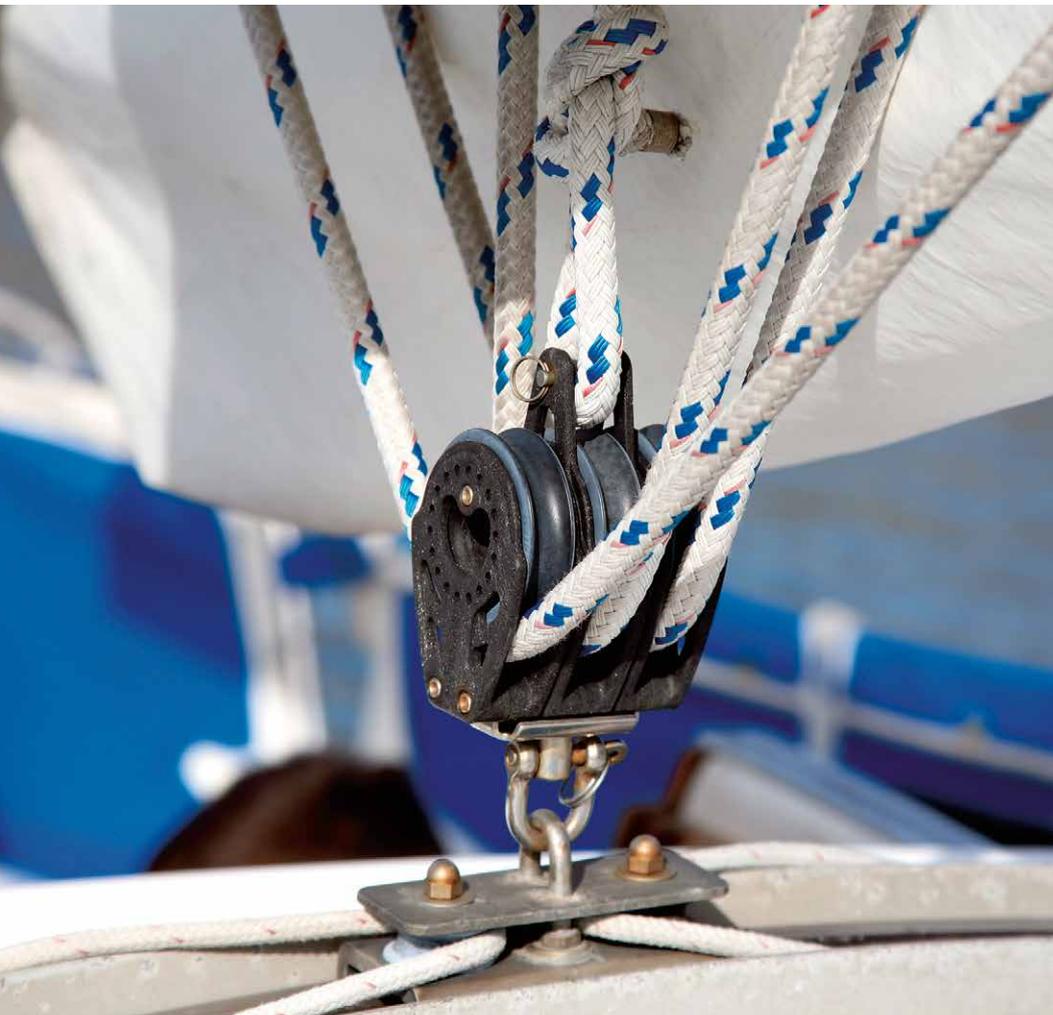
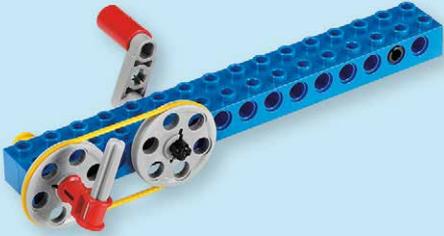
---

---





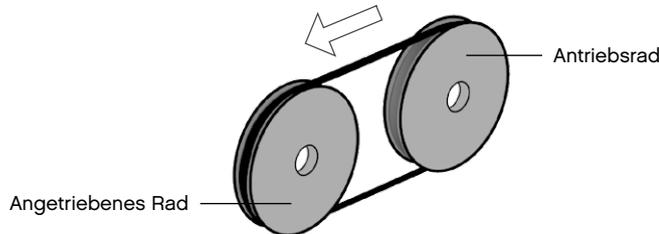
education



## Einfache Maschinen: Rollen

## Einfache Maschinen: Rollen

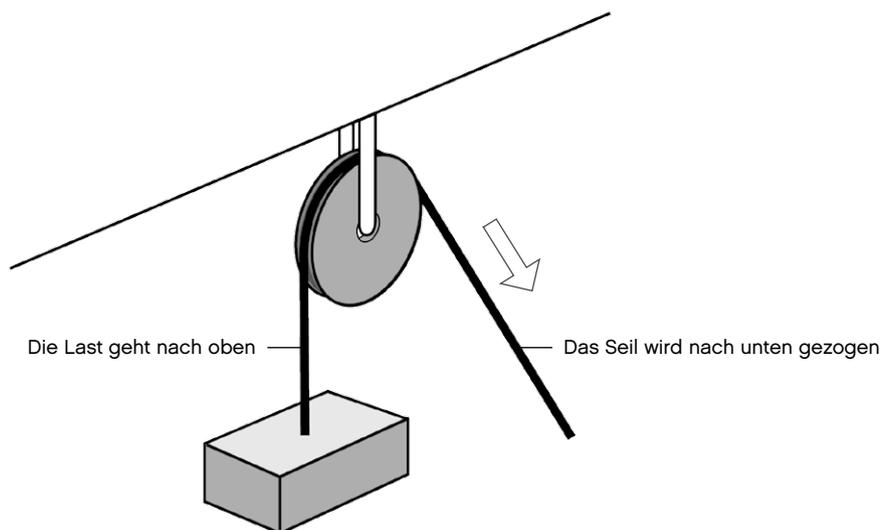
Rollen sind Räder, die durch Seile, Ketten, Riemen oder Bänder bewegt werden. Diese laufen über die Stirn der Rollen, die dann, je nach Einsatzart, Seilrollen, Kettenräder, Riemenräder oder Bandrollen genannt werden.



Bei einem einfachen Riemenantrieb werden zwei Räder durch einen Riemen verbunden. Das Rad, an dem eine von außen kommende Kraft angreift, heißt Antriebsrad, das andere ist das angetriebene Rad. Das Antriebsrad leitet die angreifende Kraft in den Riemenantrieb ein, das angetriebene Rad gibt die Kraft wieder ab. Wenn das Antriebsrad den Riemen in Bewegung versetzt, bewegt der Riemen auch das angetriebene Rad, das sich in dieselbe Richtung wie das Antriebsrad dreht. Wenn das Antriebsrad kleiner als das angetriebene Rad ist, dreht sich das angetriebene Rad langsamer als das Antriebsrad.

Der Riemenantrieb beruht auf der Reibung zwischen Riemen und Rollen. Die Reibung ermöglicht die Übertragung der Bewegung. Wenn der Riemen zu stark gespannt wird, entsteht an den Lagerungen der Räder zu viel Reibung. Wenn der Riemen zu lose gespannt wird, rutscht er durch und die Kraft wird nicht effizient übertragen. Ein Durchrutschen oder „Schlupf“ kann bei einer Maschine mit Riemenantrieb aus Sicherheitsgründen aber auch erwünscht sein.

Für das Heben schwerer Lasten können auch mehrere Rollen zu einer Hebevorrichtung kombiniert werden, die die zum Heben nötige Kraft deutlich verringern.



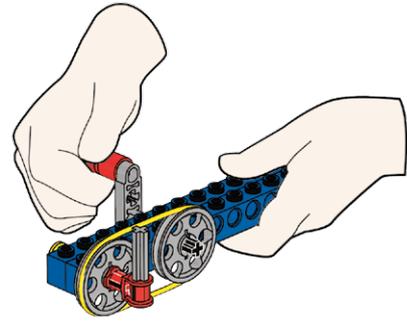
Eine einzelne Rolle kann die zum Heben nötige Last nicht verringern, aber die Bewegungsrichtung ändern. Kraft und Geschwindigkeit der Bewegung werden durch die Rolle nicht verändert. Der Vorteil besteht nur darin, dass die Last angehoben werden kann, indem man am Seil zieht. Rollen können fest oder lose sein. Im Gegensatz zu festen Rollen können sich lose Rollen nach oben oder unten bewegen, wenn die Last bewegt wird. Eine feste Rolle wird oft an einem Deckenbalken angebracht und kann sich nur um ihre eigene Achse drehen. Werden mehreren Rollen auf einer Achse für ein Hebe- oder Zugsystem eingesetzt, entsteht ein Flaschenzug.

Rollen werden z. B. bei Jalousien oder Fahnenmasten eingesetzt.

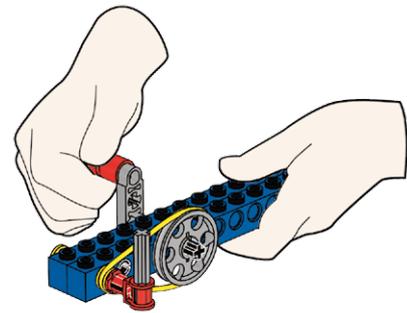
**Schon gewusst?**  
Mit der Herstellung von Rollen begann in England Anfang des 19. Jahrhunderts die industrielle Massenproduktion. Die Rollen wurden während der napoleonischen Kriege für die Schiffe der königlichen Flotte (Royal Navy) hergestellt.

**C1**

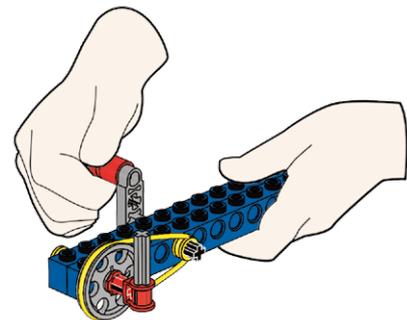
Dieses Modell verfügt über einen Riemenantrieb. Geschwindigkeit und Drehrichtung beider Räder sind gleich. Schon ein leichtes Festhalten des Zeigers am Antriebsausgang bewirkt, dass das angetriebene Rad aufhört, sich zu drehen, weil der Riemen durchrutscht (also Schlupf bekommt).

**C2**

Dieses Modell verfügt über einen Riemenantrieb, bei dem die Drehzahl erhöht wird. Das angetriebene Rad dreht sich schneller als das Antriebsrad. Im Gegenzug wird die am Antriebsausgang zur Verfügung stehende Kraft reduziert, und der Riemen kann leichter durchrutschen.

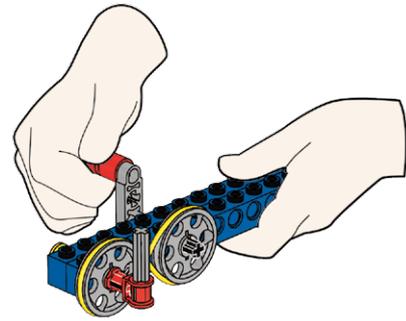
**C3**

Dieses Modell verfügt über einen Riemenantrieb, bei dem die Drehzahl verringert wird. Das angetriebene Rad dreht sich langsamer als das Antriebsrad. Dadurch wird die am Antriebsausgang zur Verfügung stehende Kraft erhöht, doch bei zunehmender Belastung des Zeigers rutscht auch hier der Riemen durch.

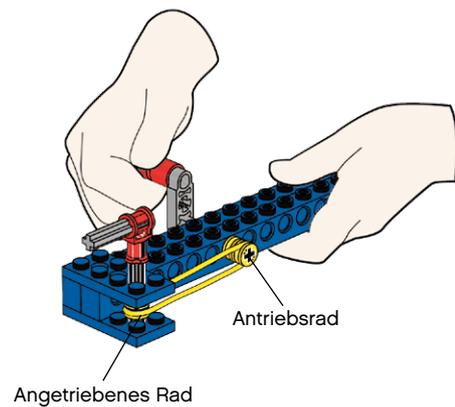


**C4**

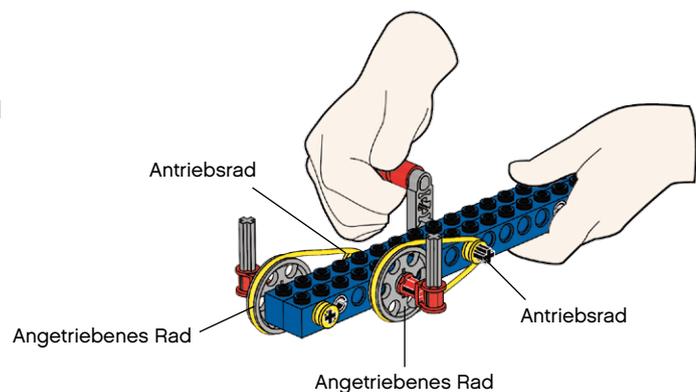
Dieses Modell verfügt über einen Riemenantrieb, bei dem sich Antriebsrad und angetriebenes Rad gleich schnell, jedoch in unterschiedliche Richtungen drehen, weil der Riemen gekreuzt ist.

**C5**

Dieses Modell verfügt über einen Riemenantrieb, bei dem sich Antriebsrad und angetriebenes Rad gleich schnell drehen. Der Winkel der Drehbewegung ändert sich jedoch, weil der Riemen verdreht wird.

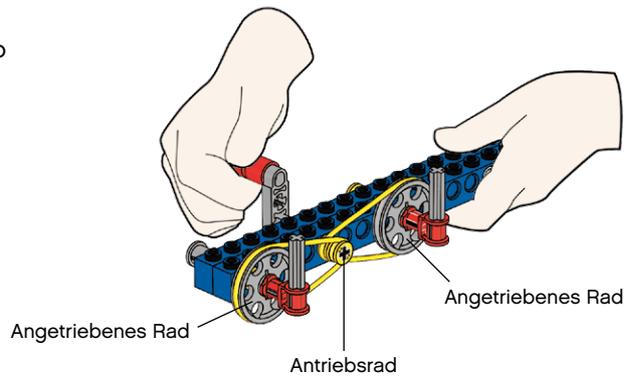
**C6**

Dieses Modell verfügt über einen mehrstufigen Riemenantrieb. Die Drehzahl wird deutlich reduziert, die Kraft jedoch ebenso deutlich erhöht. Das erste angetriebene Rad ist größer als das Antriebsrad und dreht sich daher langsamer. Auf der Welle des ersten angetriebenen Rads sitzt ein weiteres kleines Antriebsrad, das das zweite, wiederum größere angetriebene Rad in Bewegung versetzt.

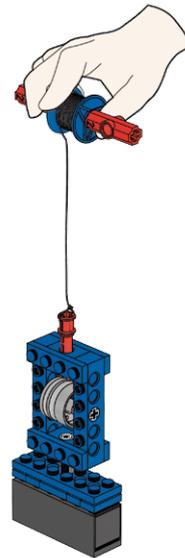


**C7**

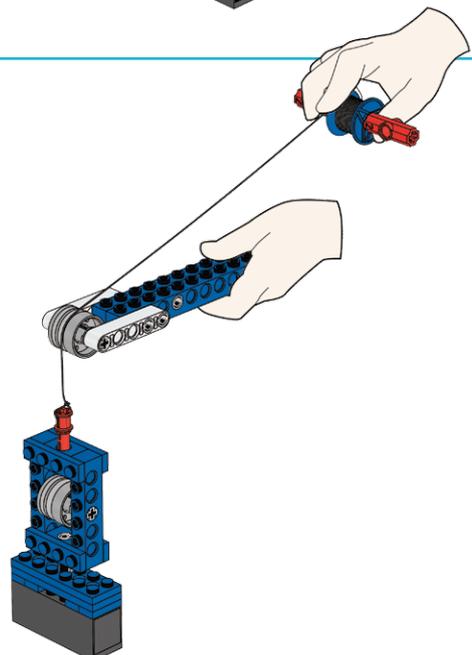
Dieses Modell verfügt über einen Riemenantrieb, bei dem ein Antriebsrad zwei Räder antreibt. Der Antrieb verfügt also über zwei Ausgänge. Weil die angetriebenen Räder größer sind, wird deren Drehzahl im Vergleich zum Antriebsrad reduziert, die Kraft an den Ausgängen jedoch erhöht.

**C8**

Bei diesem Modell bleiben Last, Geschwindigkeit und zurückgelegter Weg unverändert. Die gesamte Last des LEGO® Gewichtssteins wird gehoben oder gesenkt.

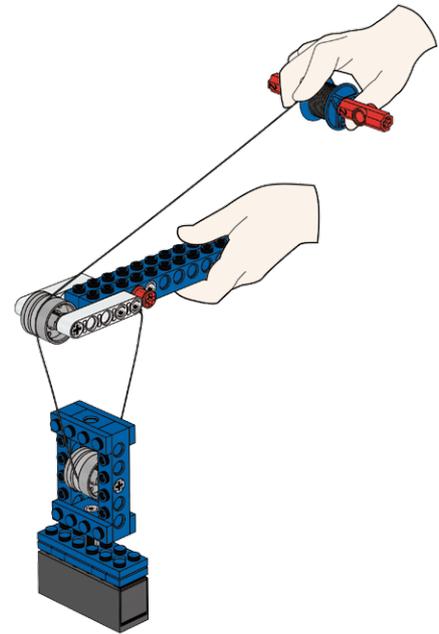
**C9**

Dieses Modell verfügt über eine Seilwinde mit einer festen Rolle. Last und Hebegeschwindigkeit bleiben konstant, lediglich die Richtung der Bewegung wird abgeändert.



**C10**

Dieses Modell verfügt über eine feste und eine bewegliche Rolle. Es halbiert die zum Heben der Last nötige Kraft, aber auch die Geschwindigkeit, mit der die Last angehoben wird. Man muss die doppelte Länge Seil einholen, damit die Last einen bestimmten Hubweg zurücklegt.





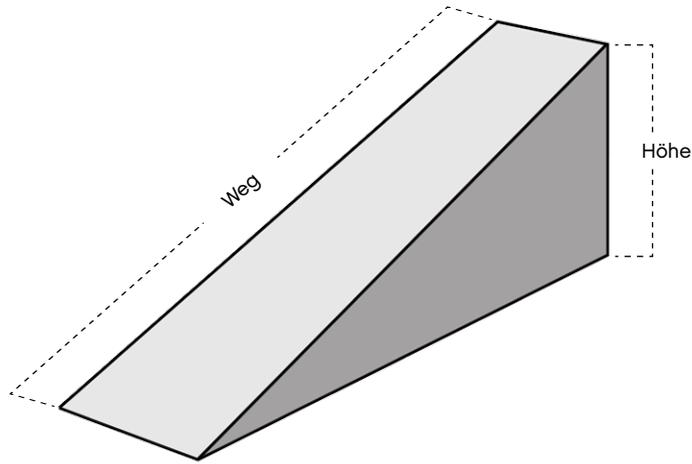
education



## Einfache Maschinen: Schiefe Ebene

## Einfache Maschinen: Schiefe Ebene

Eine schiefe Ebene ist eine geneigte Oberfläche, auf der Gegenstände nach oben verschoben werden können, wie z. B. bei einer Rampe.



Über eine schiefe Ebene kann ein Gegenstand auf eine bestimmte Höhe gebracht werden. Dabei muss der Gegenstand einen längeren Weg zurücklegen, kann aber mit weniger Kraft bewegt werden, als zum freien Heben des Gegenstands nötig wäre.

Es handelt sich um einen Kompromiss: Entweder ist zum Erhöhen einer bestimmten Last mehr Kraft und weniger Weg erforderlich, so wie beim direkten, nach oben gerichteten Heben, oder die Last wird mit weniger Kraft auf einem längeren Weg, der schiefen Ebene, erhöht.

Zu den Beispielen für die schiefe Ebene zählen Rampen, Leitern und Treppen.

### Schon gewusst?

Die Vorteile der schiefen Ebenen sind schon seit Tausenden von Jahren bekannt: Die alten Ägypter bauten bereits schiefe Ebenen aus Erde auf, um die riesigen Steinblöcke zum Bau der Pyramiden nach oben zu schaffen.

**D1****Baue D1 in Buch II, Seite 2 bis 12**

Lasse die Last los. Beschreibe, was passiert.

---



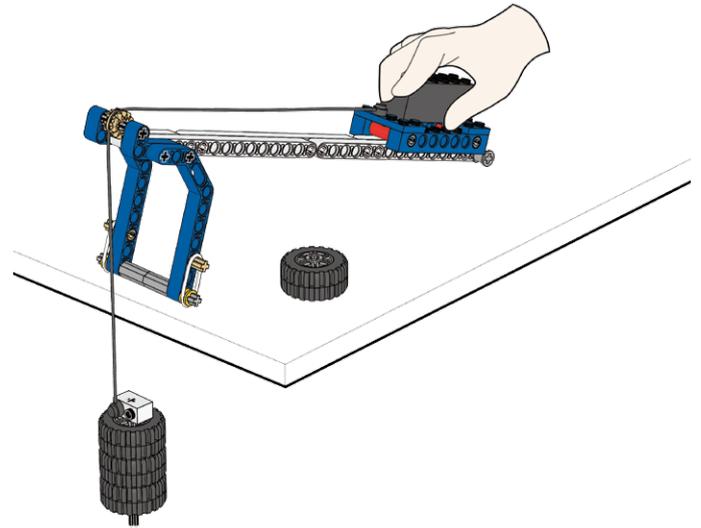
---



---



---

**D2****Baue D2 in Buch II, Seite 13 bis 15**

Lasse die Last los. Beschreibe, was passiert.

---



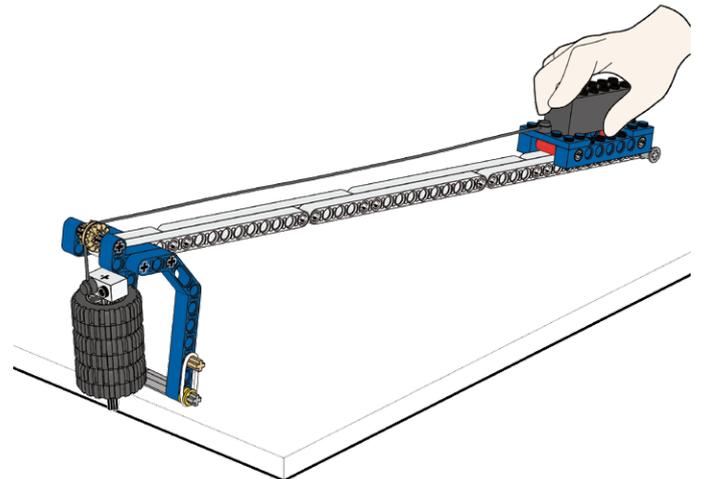
---



---



---





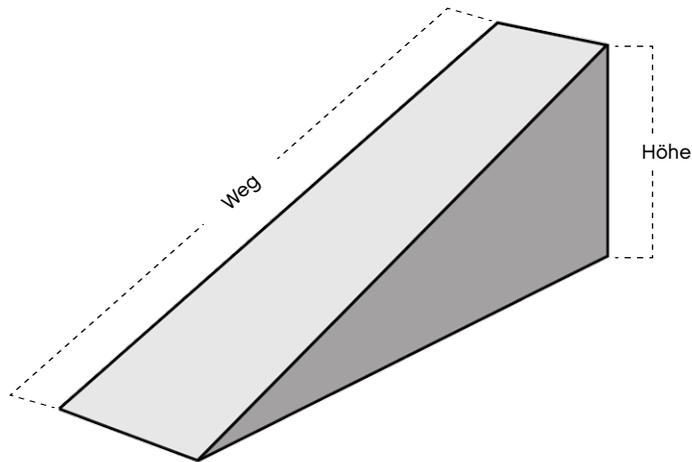
education



## Einfache Maschinen: Schiefe Ebene

## Einfache Maschinen: Schiefe Ebene

Eine schiefe Ebene ist eine geneigte Oberfläche, auf der Gegenstände nach oben verschoben werden können, wie z. B. bei einer Rampe.



Über eine schiefe Ebene kann ein Gegenstand auf eine bestimmte Höhe gebracht werden. Dabei muss der Gegenstand einen längeren Weg zurücklegen, kann aber mit weniger Kraft bewegt werden, als zum freien Heben des Gegenstands nötig wäre.

Es handelt sich um einen Kompromiss: Entweder ist zum Erhöhen einer bestimmten Last mehr Kraft und weniger Weg erforderlich, so wie beim direkten, nach oben gerichteten Heben, oder die Last wird mit weniger Kraft auf einem längeren Weg, der schiefen Ebene, erhöht.

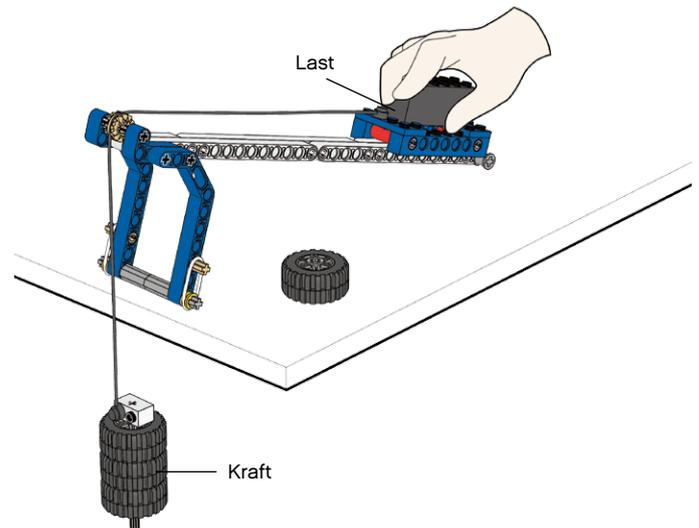
Zu den Beispielen für die schiefe Ebene zählen Rampen, Leitern und Treppen.

### Schon gewusst?

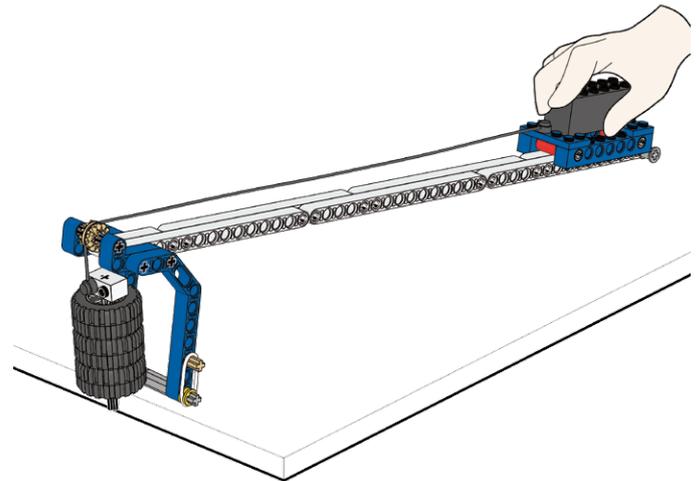
Die Vorteile der schiefen Ebenen sind schon seit Tausenden von Jahren bekannt: Die alten Ägypter bauten bereits schiefe Ebenen aus Erde auf, um die riesigen Steinblöcke zum Bau der Pyramiden nach oben zu schaffen.

**D1**

Dieses Modell weist eine kurze schiefe Ebene auf. Wenn die Last losgelassen wird, passiert nichts. Die zur Verfügung stehende Kraft reicht nicht aus, um die Last zum oberen Ende der schiefen Ebene zu verschieben. Wenn ein weiteres Rad hinzugefügt wird, reicht die Kraft zum Heraufschieben der Last aus.

**D2**

Dieses Modell verfügt über eine lange schiefe Ebene. Die schiefe Ebene ist länger und damit ihr Steigungswinkel kleiner. Deshalb lässt sich die Last auch leichter nach oben verschieben.





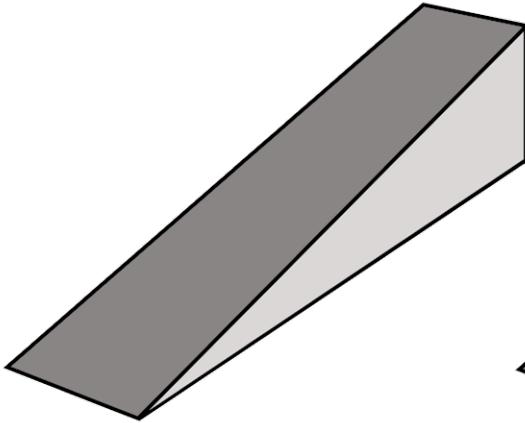
education



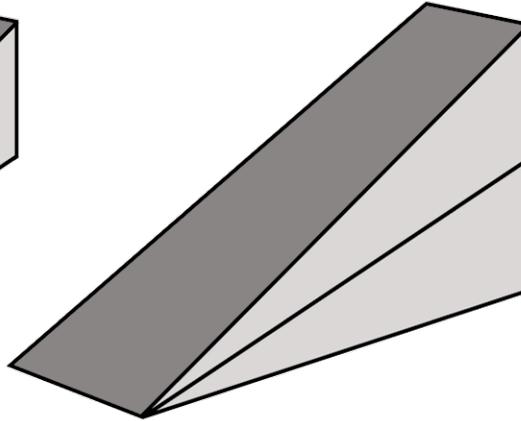
Der Keil

## Einfache Maschinen: Keil

Ein Keil stellt eine schiefe Ebene in abgewandelter Form dar. Im Gegensatz zur schiefen Ebene kann ein Keil bewegt werden.



Einfachkeil



Doppelkeil

Ein Keil kann eine oder zwei abgeschrägte Fläche aufweisen. Der zum Vortreiben des Keils nötige Kraftaufwand ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen Länge und Dicke des Keils. Länge und Dicke legen den Winkel der schrägen Fläche(n) fest.

Bekannte Beispiele für die Anwendung des Keilprinzips sind die Axt, das Messer oder der Türkeil.

**Schon gewusst?**  
Mit Keilen wird sogar  
Granit gespalten!  
Riesige Granitblöcke  
werden mit einem  
einfachen Keil und zwei  
Metallfedern geteilt.

**E1****Baue E1 in Buch II, Seite 16 bis 25**

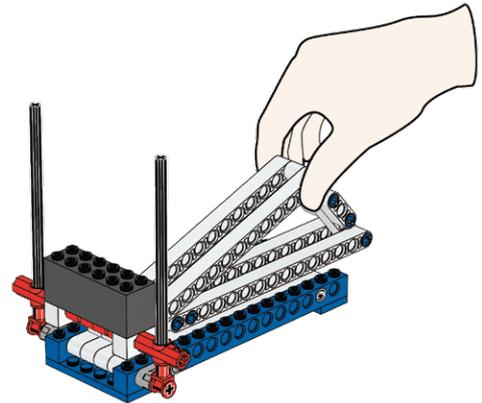
Schiebe den Keil unter die Last. Beschreibe, was passiert.

---

---

---

---

**E2**

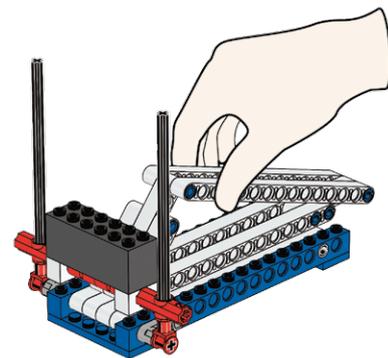
Drehe den Keil um und schiebe ihn noch einmal unter die Last. Beschreibe das Verhalten des Modells und vergleiche es mit dem ersten Modell.

---

---

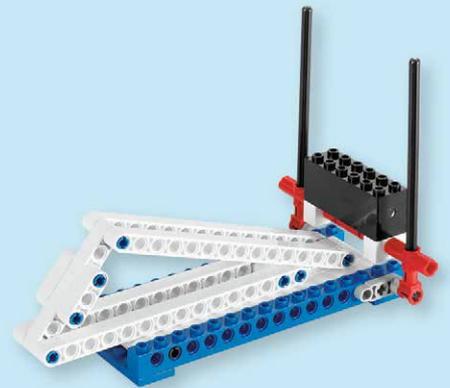
---

---





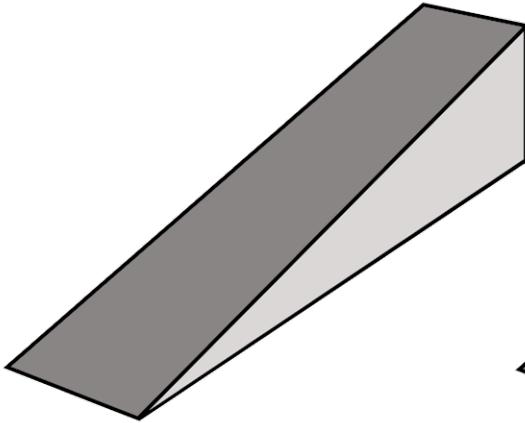
education



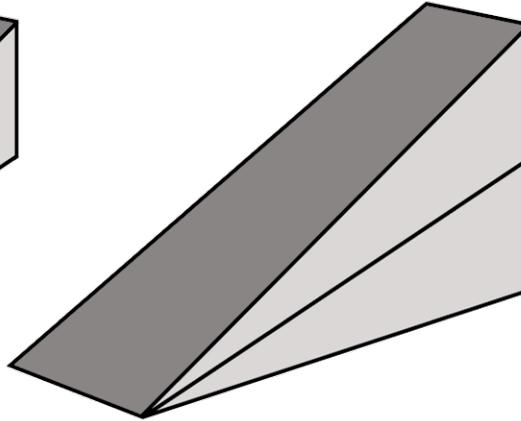
Der Keil

## Einfache Maschinen: Keil

Ein Keil stellt eine schiefe Ebene in abgewandelter Form dar. Im Gegensatz zur schiefen Ebene kann ein Keil bewegt werden.



Einfachkeil



Doppelkeil

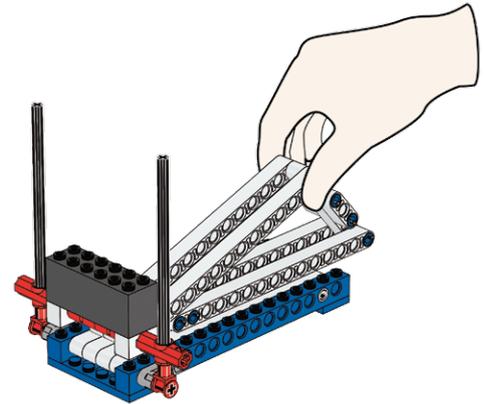
Ein Keil kann eine oder zwei abgeschrägte Fläche aufweisen. Der zum Vortreiben des Keils nötige Kraftaufwand ergibt sich aus dem Verhältnis zwischen Länge und Dicke des Keils. Länge und Dicke legen den Winkel der schrägen Fläche(n) fest.

Bekannte Beispiele für die Anwendung des Keilprinzips sind die Axt, das Messer oder der Türkeil.

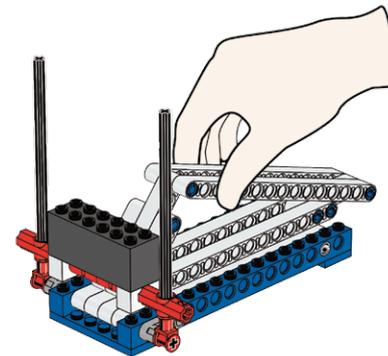
**Schon gewusst?**  
Mit Keilen wird sogar  
Granit gespalten!  
Riesige Granitblöcke  
werden mit einem  
einfachen Keil und zwei  
Metallfedern geteilt.

**E1**

Dieses Modell bringt einen Einfachkeil mit einer kurzen Schräge zum Einsatz. Aufgrund des größeren Winkels ist im Vergleich zum vorherigen Modell mehr Kraft nötig, um die Last anzuheben. Im Gegenzug muss der Keil aber nur einen kürzeren Weg zurücklegen.

**E2**

Dieses Modell bringt einen Einfachkeil mit einer langen Schräge zum Einsatz. Der Keil kann mit geringem Kraftaufwand zum Anheben der Last eingesetzt werden, denn die Schräge hat nur einen kleinen Winkel.





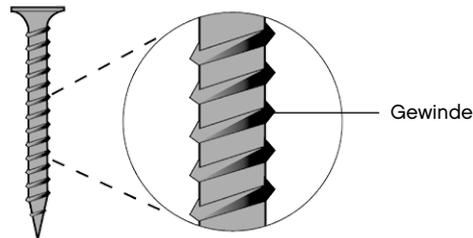
education



# Die Schraube

## Einfache Maschinen: Die Schraube

Eine Schraube stellt eine schiefe Ebene in abgewandelter Form dar. Die Gewindegänge der Schraube sind wie eine schiefe Ebene, die um einen Zylinder gewickelt ist. Die Steigung des Gewindes (die vom Abstand zwischen den Gewindegängen abhängt) entspricht dem Winkel der schiefen Ebene.



Je dichter die Gewindegänge einer Schraube beieinander liegen, desto mehr Umdrehungen und desto weniger Kraft sind erforderlich, um die Schraube einzudrehen. Wenn die Schraube in Holz gedreht wird, wirken die Reibung und andere vom Holz ausgeübte Kräfte dem Einschrauben entgegen.

Wenn die Schraube in ein Stück Holz eingedreht wird, dreht sich praktisch eine lange schiefe Ebene durch die Last. Die am Schraubendreher aufgebrachte Drehkraft (Drehmoment) wird in eine senkrecht wirkende Kraft umgesetzt, die die Schraube in das Holz treibt. Die Steigung der Schraube (bzw. der Gewindegänge) bestimmt, wie weit die Schraube bei einer Umdrehung vorrückt.

Bei metrischen Gewinden wird die Steigung der Schraube als Abstand zwischen zwei Gewindegängen angegeben (jeweils von Spitze zu Spitze gemessen). Die Steigung hängt vom Durchmesser der Schraube ab. Sie beträgt bei einer M6-Schraube beispielsweise 1 Millimeter, bei einer M8-Schraube schon 1,25 Millimeter.

Anwendungsbeispiele für das Schraubenprinzip sind der Korkenzieher, der Bohrer oder auch einfache Blechschrauben.

**Schon gewusst?**  
Der griechische Wissenschaftler, Mathematiker und Erfinder Archimedes hat im 3. Jahrhundert vor Christus eine Schraubenpumpe („die Archimedische Schraube“) erfunden, die zur Bewässerung eingesetzt wurde.

**F1**

**Baue F1 in Buch II, Seite 26 bis 32**

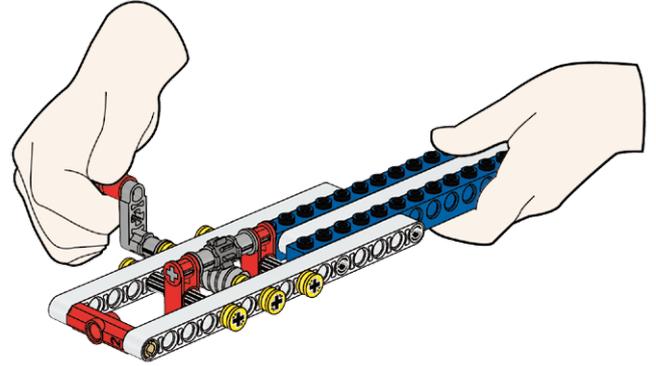
Drehe an der Kurbel, und beschreibe, was mit der Geschwindigkeit und Richtung der Bewegung passiert.

---

---

---

---





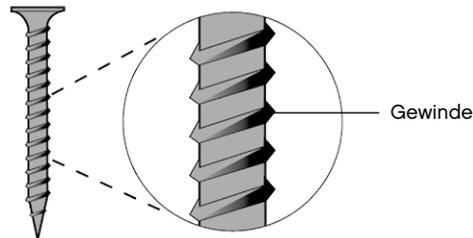
education



# Die Schraube

## Einfache Maschinen: Die Schraube

Eine Schraube stellt eine schiefe Ebene in abgewandelter Form dar. Die Gewindegänge der Schraube sind wie eine schiefe Ebene, die um einen Zylinder gewickelt ist. Die Steigung des Gewindes (die vom Abstand zwischen den Gewindegängen abhängt) entspricht dem Winkel der schiefen Ebene.



Je dichter die Gewindegänge einer Schraube beieinander liegen, desto mehr Umdrehungen und desto weniger Kraft sind erforderlich, um die Schraube einzudrehen. Wenn die Schraube in Holz gedreht wird, wirken die Reibung und andere vom Holz ausgeübte Kräfte dem Einschrauben entgegen.

Wenn die Schraube in ein Stück Holz eingedreht wird, dreht sich praktisch eine lange schiefe Ebene durch die Last. Die am Schraubendreher aufgebrachte Drehkraft (Drehmoment) wird in eine senkrecht wirkende Kraft umgesetzt, die die Schraube in das Holz treibt. Die Steigung der Schraube (bzw. der Gewindegänge) bestimmt, wie weit die Schraube bei einer Umdrehung vorrückt.

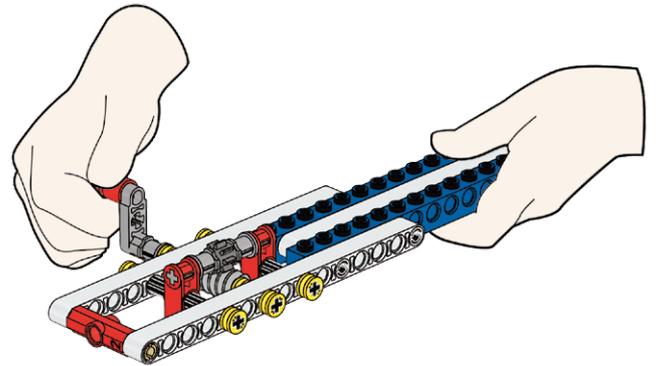
Bei metrischen Gewinden wird die Steigung der Schraube als Abstand zwischen zwei Gewindegängen angegeben (jeweils von Spitze zu Spitze gemessen). Die Steigung hängt vom Durchmesser der Schraube ab. Sie beträgt bei einer M6-Schraube beispielsweise 1 Millimeter, bei einer M8-Schraube schon 1,25 Millimeter.

Anwendungsbeispiele für das Schraubenprinzip sind der Korkenzieher, der Bohrer oder auch einfache Blechschrauben.

**Schon gewusst?**  
Der griechische Wissenschaftler, Mathematiker und Erfinder Archimedes hat im 3. Jahrhundert vor Christus eine Schraubepumpe („die Archimedische Schraube“) erfunden, die zur Bewässerung eingesetzt wurde.

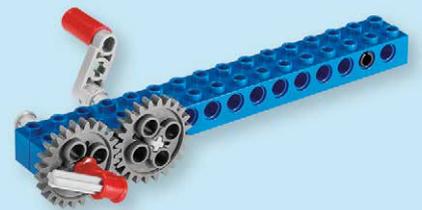
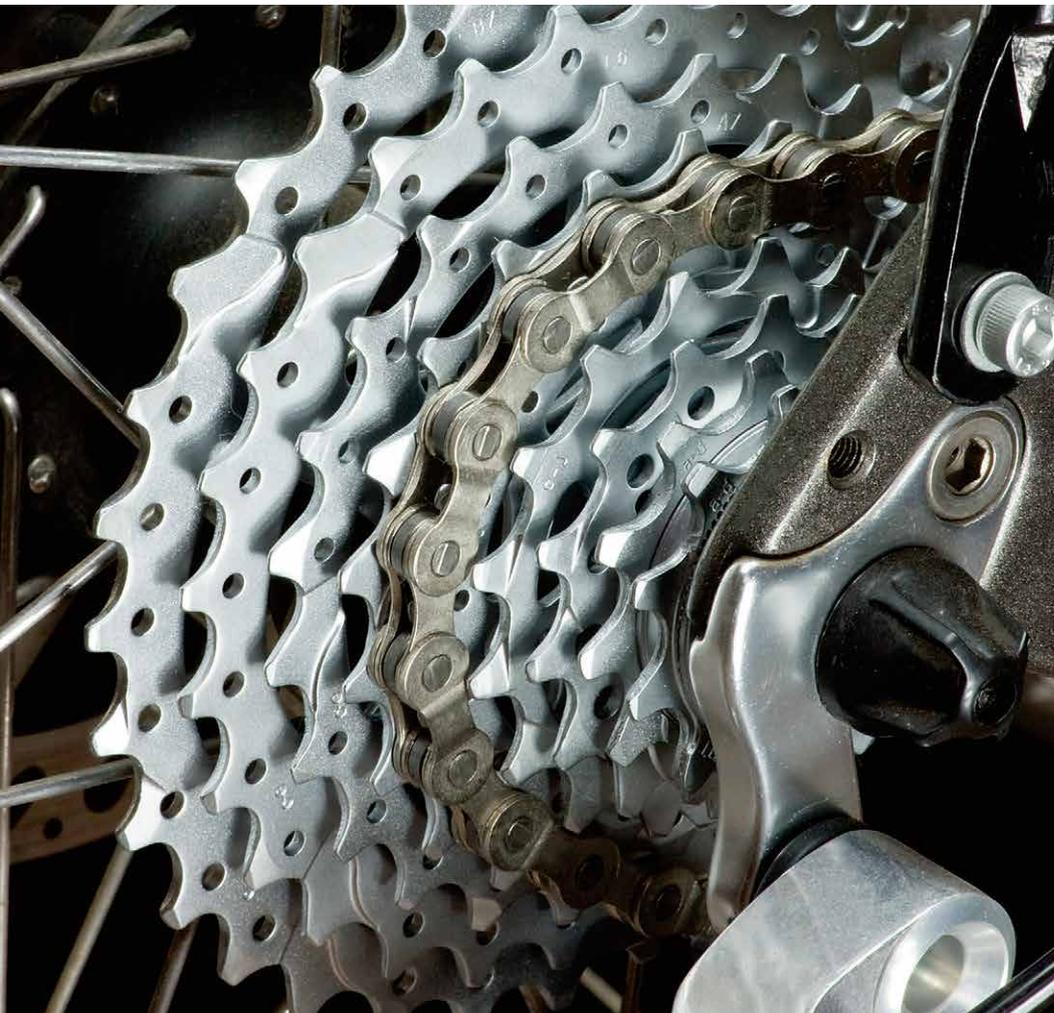
**F1**

Bei diesem Modell wird das Schraubenprinzip am Schneckenrad eingesetzt. Beim Drehen der Kurbel laufen die Gewindegänge durch das Zahnrad und treiben dieses an. Die Bewegungsrichtung wird dabei um 90° gedreht und die Bewegungsgeschwindigkeit deutlich reduziert.





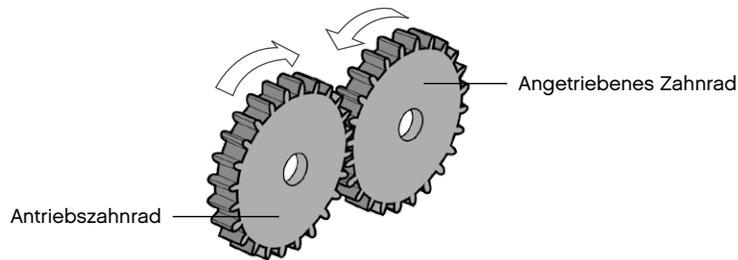
education



## Mechanische Elemente: das Zahnrad

## Mechanische Elemente: Zahnrad

Zahnräder sind mit Zähnen ausgestattet, die in die Zähne anderer Zahnräder eingreifen. Weil die Zähne fest ineinander greifen, können sie Kräfte und Bewegung gut übertragen.



Das Antriebszahnrad wird durch eine äußere Kraft angetrieben, z. B. von deiner Hand oder von einem Motor. Jedes Zahnrad, das direkt von einem anderen Zahnrad bewegt wird, zählt zu den angetriebenen Zahnrädern. Das Antriebszahnrad leitet die äußere Kraft ein, das angetriebene Zahnrad gibt die Kraft wieder ab.

Mit einem Zahnradsystem (oder „Getriebe“) kann die Geschwindigkeit, Richtung und Kraft einer Bewegung verändert werden. Es gibt jedoch immer Vor- und Nachteile: Man kann beispielsweise nicht gleichzeitig die Kraft und die Geschwindigkeit erhöhen.

Wenn wir das Verhältnis der Geschwindigkeiten ausrechnen wollen, mit denen sich zwei ineinandergreifende Zahnräder drehen, müssen wir nur die Zähnezahl des angetriebenen Zahnrads durch die Zähnezahl des Antriebszahnrads teilen. Das Ergebnis wird Übersetzungsverhältnis genannt. Wenn ein angetriebenes Zahnrad mit 24 Zähnen in ein Antriebszahnrad mit 48 Zähnen eingreift, ergibt sich also ein Übersetzungsverhältnis von 1:2. Bei diesem Beispiel gibt das Verhältnis an, dass sich das angetriebene Zahnrad doppelt so schnell wie das Antriebszahnrad dreht.

Zahnräder werden in zahlreichen Maschinen eingesetzt, bei denen die Geschwindigkeit und Kraft einer Drehbewegung geändert werden muss. Zu diesen Maschinen zählen viele elektrische Werkzeuge, Autos oder auch Rührgeräte.

### Schon gewusst?

Nicht alle Zahnräder sind rund: Manche Zahnräder sind viereckig, dreieckig oder auch elliptisch.

**G1**

**Baue G1 in Buch III, Seite 2**

Drehe an der Kurbel und vergleiche die Geschwindigkeiten von Antriebszahnrad und angetriebenem Zahnrad. Kennzeichne die Positionen von Antriebszahnrad und angetriebenem Zahnrad, indem du sie einkreist

---



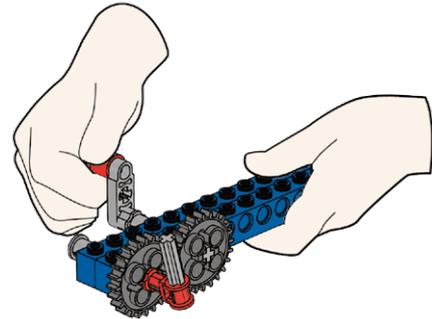
---



---



---



**G2**

**Baue G2 in Buch III, Seite 3**

Drehe an der Kurbel und vergleiche die Geschwindigkeiten von Antriebszahnrad und angetriebenem Zahnrad. Kennzeichne die Positionen von Antriebszahnrad und angetriebenem Zahnrad, indem du sie einkreist.

---



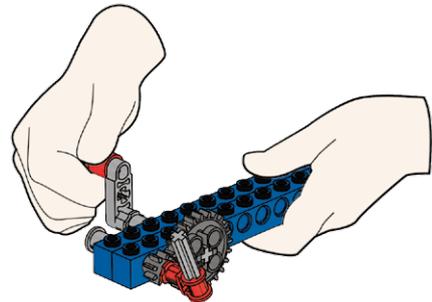
---



---



---



**G3**

**Baue G3 in Buch III, Seite 4**

Drehe an der Kurbel und vergleiche die Geschwindigkeiten von Antriebszahnrad und angetriebenem Zahnrad. Kennzeichne die Positionen von Antriebszahnrad und angetriebenem Zahnrad, indem du sie einkreist.

---



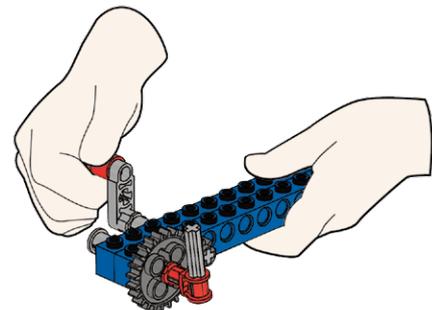
---



---



---



**G4**

**Baue G4 in Buch III, Seite 5 bis 6**

Drehe an der Kurbel und vergleiche Geschwindigkeit und Drehrichtung von Antriebszahnrad und angetriebenem Zahnrad. Kennzeichne die Positionen von Antriebszahnrad und angetriebenem Zahnrad, indem du sie einkreist.

---



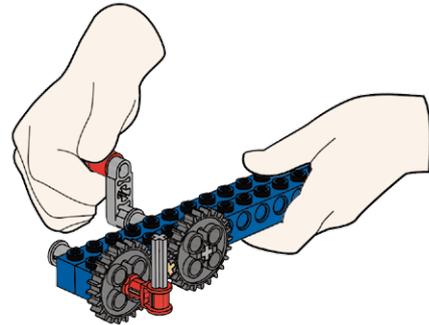
---



---



---



**G5**

**Baue G5 in Buch III, Seite 7 bis 8**

Drehe an der Kurbel und vergleiche die Geschwindigkeiten von Antriebszahnrad und angetriebenem Zahnrad. Kennzeichne die Positionen von Antriebszahnrad und angetriebenem Zahnrad, indem du sie einkreist.

---



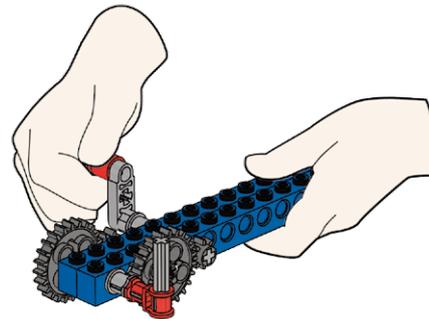
---



---



---



**G6**

**Baue G6 in Buch III, Seite 9 bis 10**

Drehe an der Kurbel, und beschreibe die Bewegung des angetriebenen Zahnrads.

---



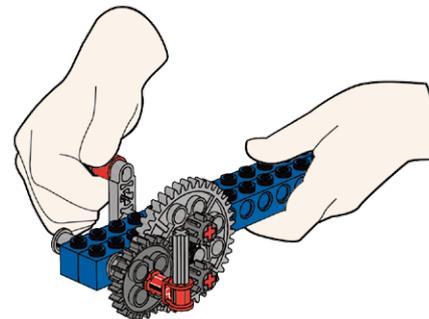
---



---



---



**G7**

**Baue G7 in Buch III, Seite 11 bis 14**

Drehe an der Kurbel, und beschreibe, was passiert.

---



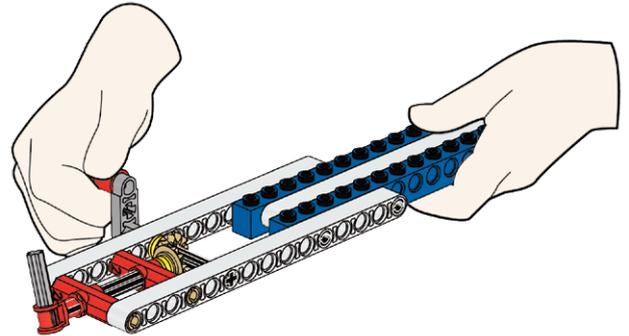
---



---



---



**G8**

**Baue G8 in Buch III, Seite 15 bis 18**

Drehe an der Kurbel, und beschreibe, was passiert. Was passiert, wenn du einen der Zeiger am Getriebeausgang festhältst? Was passiert, wenn du beide Zeiger festhältst?

---



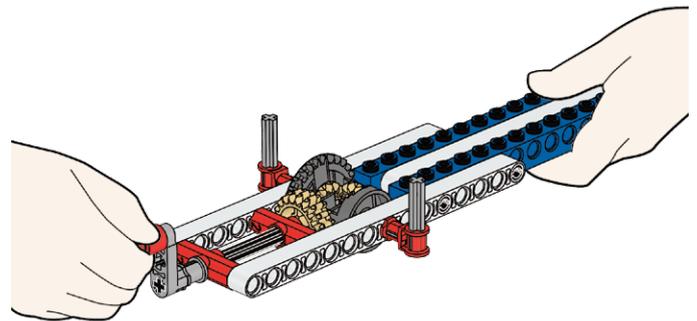
---



---



---



**G9**

**Baue G9 in Buch III, Seite 19 bis 22**

Drehe an der Kurbel, und beschreibe, was passiert. Was passiert, wenn du versuchst, am Zeiger zu drehen, der sich am Getriebeausgang befindet?

---



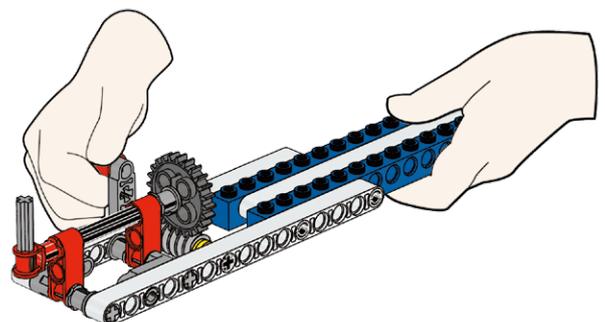
---



---



---



### G10

Baue G10 in Buch III, Seite 23 bis 25

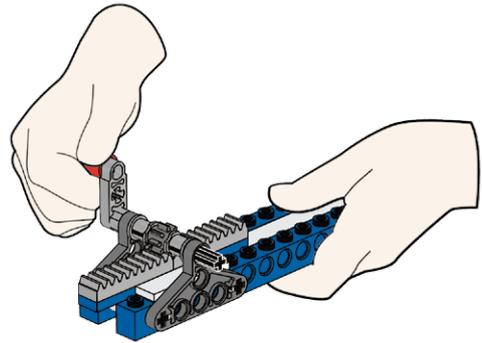
Drehe an der Kurbel, und beschreibe, was passiert.

---

---

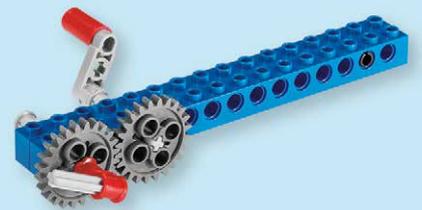
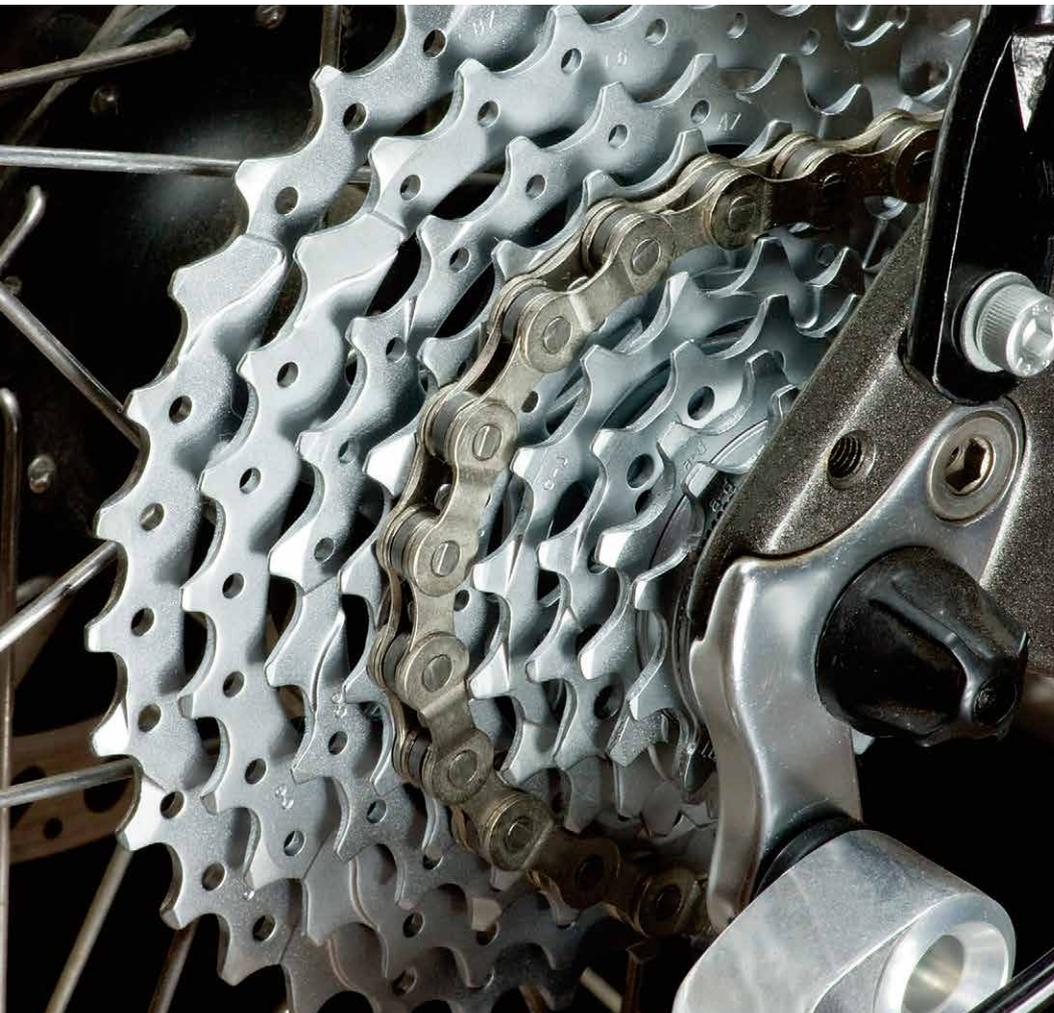
---

---





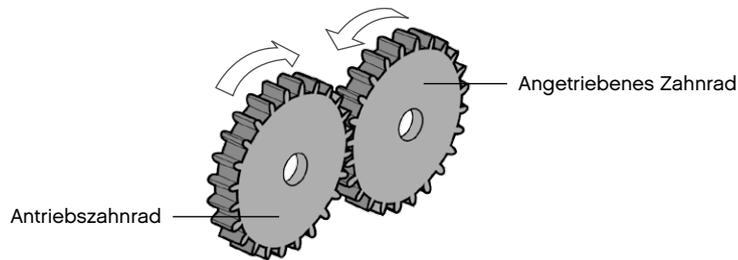
education



## Mechanische Elemente: das Zahnrad

## Mechanische Elemente: Zahnrad

Zahnräder sind mit Zähnen ausgestattet, die in die Zähne anderer Zahnräder eingreifen. Weil die Zähne sich gegenseitig umschließen, können sie Kräfte und Bewegung gut übertragen.



Das Antriebszahnrad wird durch eine äußere Kraft angetrieben, z. B. von deiner Hand oder von einem Motor. Jedes Zahnrad, das direkt von einem anderen Zahnrad bewegt wird, zählt zu den angetriebenen Zahnrädern. Das Antriebszahnrad leitet die äußere Kraft ein, das angetriebene Zahnrad gibt die Kraft wieder ab.

Mit einem Zahnradsystem (oder „Getriebe“) kann die Geschwindigkeit, Richtung und Kraft einer Bewegung verändert werden. Es gibt jedoch immer Vor- und Nachteile: Man kann beispielsweise nicht gleichzeitig die Kraft und die Geschwindigkeit erhöhen.

Wenn wir das Verhältnis der Geschwindigkeiten ausrechnen wollen, mit denen sich zwei ineinandergreifende Zahnräder drehen, müssen wir nur die Zähnezahl des angetriebenen Zahnrads durch die Zähnezahl des Antriebszahnrads teilen. Das Ergebnis wird Übersetzungsverhältnis genannt. Wenn ein angetriebenes Zahnrad mit 24 Zähnen in ein Antriebszahnrad mit 48 Zähnen eingreift, ergibt sich also ein Übersetzungsverhältnis von 1:2. Bei diesem Beispiel gibt das Verhältnis an, dass sich das angetriebene Zahnrad doppelt so schnell wie das Antriebszahnrad dreht.

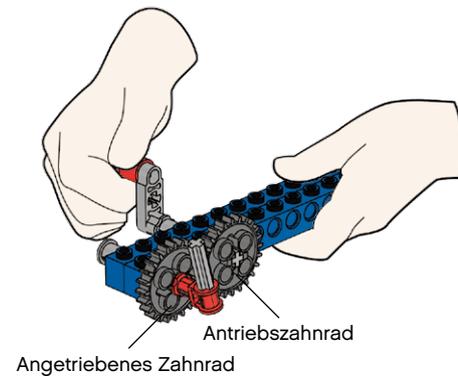
Zahnräder werden in zahlreichen Maschinen eingesetzt, bei denen die Geschwindigkeit und Kraft einer Drehbewegung geändert werden muss. Zu diesen Maschinen zählen viele elektrische Werkzeuge, Autos oder auch Rührgeräte.

### Schon gewusst?

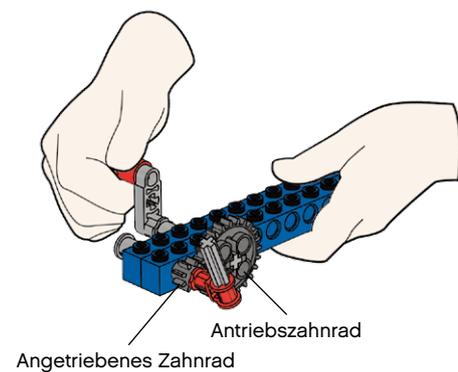
Nicht alle Zahnräder sind rund: Manche Zahnräder sind viereckig, dreieckig oder auch elliptisch.

**G1**

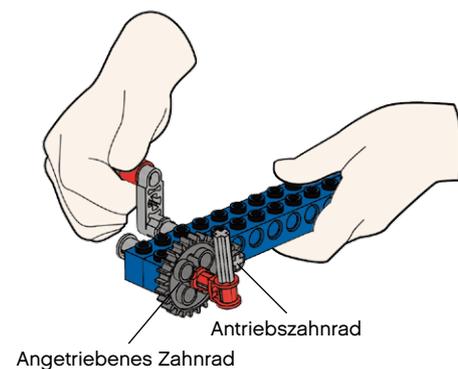
Das Modell besitzt ein Übersetzungsverhältnis von 1:1. Die Geschwindigkeit (Drehzahl) von Antriebszahnrad und angetriebenem Zahnrad ist gleich, weil beide Zahnräder dieselbe Zähnezahl aufweisen. Antriebszahnrad und angetriebenes Zahnrad drehen sich in gegensätzliche Richtungen.

**G2**

Bei diesem Modell erfolgt eine Übersetzung: Das große Antriebszahnrad treibt ein kleineres Zahnrad an, dessen Welle sich dadurch schneller dreht, aber auch weniger Kraft abgibt.

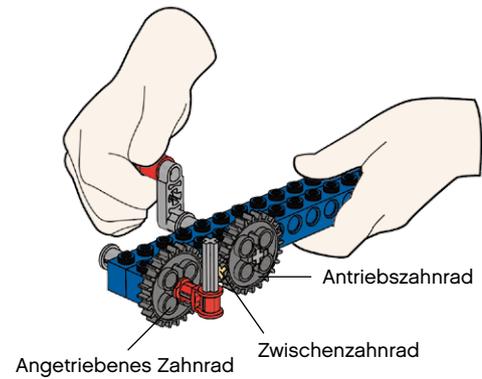
**G3**

Bei diesem Modell erfolgt eine Untersetzung: Das kleine Antriebszahnrad treibt ein größeres Zahnrad an. Die Welle des angetriebenen Zahnrads dreht sich zwar langsamer, erhält aber mehr Kraft.

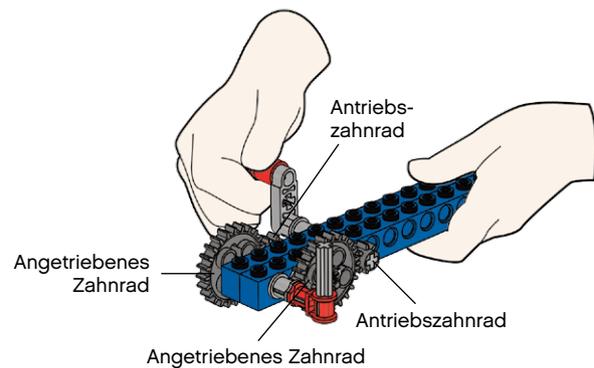


**G4**

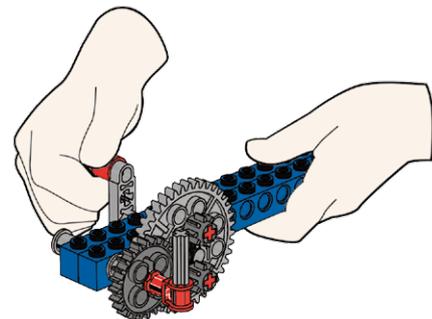
Das Getriebe des Modells verfügt über ein Zwischenzahnrad (kleines Zahnrad). Das Zwischenzahnrad beeinflusst weder die Geschwindigkeit noch die Kraft von Antriebszahnrad und angetriebenem Zahnrad. Antriebszahnrad und angetriebenes Zahnrad drehen sich mit derselben Geschwindigkeit in dieselbe Richtung.

**G5**

Dieses Modell verfügt über ein mehrstufiges Getriebe. Aufgrund der Anordnung der Zahnräder wird die Drehzahl deutlich reduziert, die Kraft am Getriebeausgang im Vergleich zur Eingangskurbel aber stark erhöht. Das kleine Antriebszahnrad treibt ein größeres Zahnrad an, auf dessen Welle (an der anderen Seite) wiederum ein kleines Antriebszahnrad sitzt. Dieses wird ebenso in Bewegung versetzt und treibt ein weiteres großes Zahnrad an, das sich noch langsamer dreht.

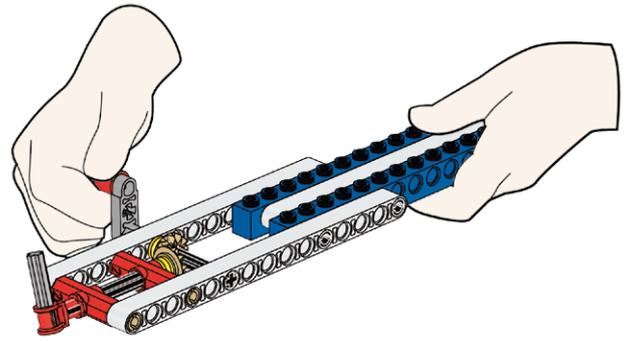
**G6**

Dieses Modell ist mit einem Getriebe ausgestattet, das eine periodische Bewegung herstellt: Das angetriebene Rad hält immer wieder für kurze Zeit an. Die Geschwindigkeit wird deutlich reduziert, denn das angetriebene Zahnrad bewegt sich nur, wenn es in eines der beiden Antriebszahnäder eingreift.

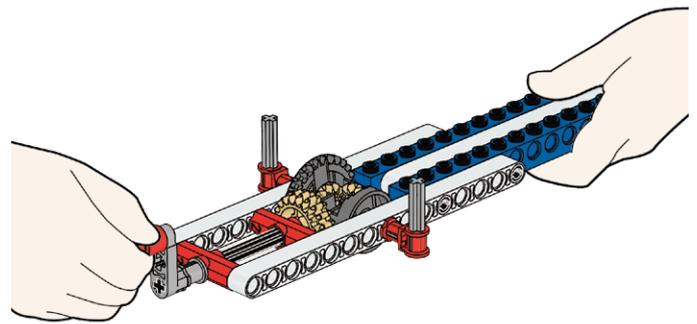


**G7**

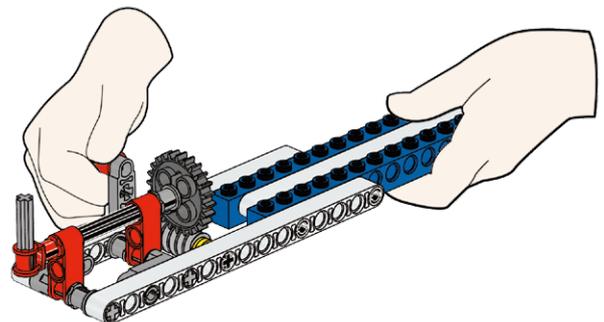
Bei diesem Modell wird die Bewegungsrichtung abgewinkelt. Die beiden Kegelräder geben die Bewegung ohne Kraft- und Drehzahländerung weiter, stellen aber einen Winkel von  $90^\circ$  her.

**G8**

Dieses Modell verfügt über ein Differentialgetriebe. Die eingeleitete Bewegung wird um  $90^\circ$  abgewinkelt und an zwei Ausgängen weitergegeben. Wenn einer der Zeiger an den Ausgängen angehalten wird, verdoppelt sich die Geschwindigkeit des anderen. Wenn beide Zeiger festgehalten werden, kann die Kurbel nicht gedreht werden.

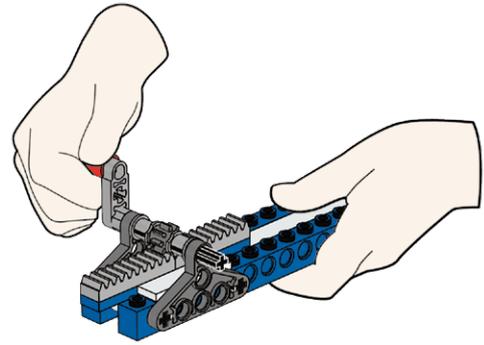
**G9**

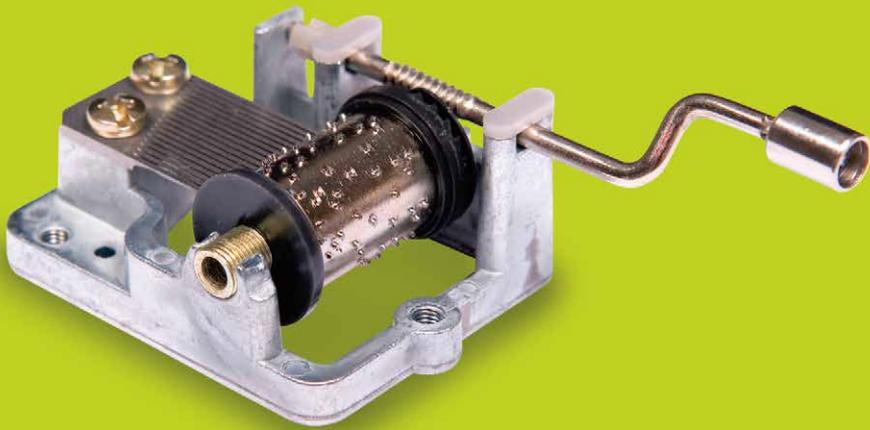
Dieses Modell verfügt über ein Schneckenrad. Die Drehzahl wird stark verringert, weil das Schneckenrad eine ganze Umdrehung ausführen muss, damit sich das darüber liegende Zahnrad um einen Zahn weiterdreht. Die Bewegungsrichtung wird um  $90^\circ$  abgewinkelt. Die Kraft am Ausgang ist deutlich höher als am Getriebeeingang. Schneckenräder können ausschließlich als Antriebszahnäder verwendet werden.



**G10**

Dieses Modell verfügt über ein Zahnstangengetriebe. Im Gegensatz zu den vorherigen Zahnradanordnungen kann ein Zahnstangengetriebe nur für lineare (geradlinige) Bewegungen eingesetzt werden, nicht zur Herstellung von Drehbewegungen. Beim Drehen an der Kurbel bewegt sich die Zahnstange je nach Drehrichtung des kleinen Zahnrads („Ritzel“) vorwärts oder rückwärts.

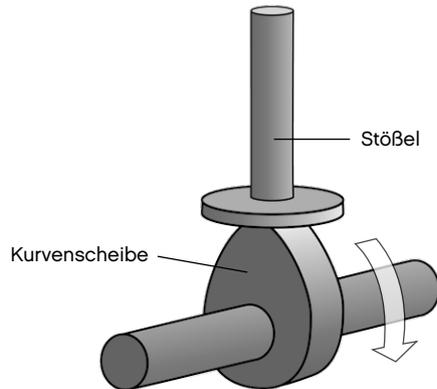




# Mechanische Elemente: die Kurvenscheibe

## Mechanische Elemente: Kurvenscheibe

Eine Kurvenscheibe (oder Nocke) ist eine starre Fläche mit einer bestimmten Form, die sich um eine Achse dreht, genauso wie ein sich drehendes Rad.



Mit der Form einer Kurvenscheibe können Zeitpunkt und Ausmaß der Bewegung kontrolliert werden, die ein Stößel oder Hebel ausführt. Eine Kurvenscheibe kann als fortlaufende schiefe Ebene mit variablem Winkel betrachtet werden. Kurvenscheiben können rund, birnenförmig oder auch ganz unregelmäßig geformt sein.

Kurvenscheiben und Stößel unterliegen aufgrund der Reibung einem ständigen Verschleiß. Um diese Reibung zu verringern, sind Stößel häufig mit kleinen Rollen ausgestattet.

Einsatz finden Kurvenscheiben bzw. Nocken beispielsweise an elektrischen Greifarmen, elektrischen Zahnbürsten oder Nockenwellen von Verbrennungsmotoren.

**Schon gewusst?**  
Bergsteiger setzen Klemmgeräte mit Federn und Kurvenscheiben ein, die so fest in den Fels greifen, dass die Kletterseile daran sicher angebracht werden können.

**H1****Baue H1 in Buch III, Seite 26 bis 27**

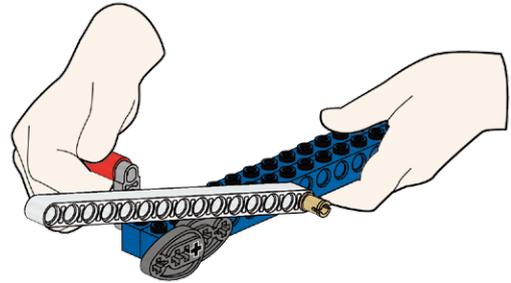
Drehe an der Kurbel, und beschreibe die Bewegung des Hebels.

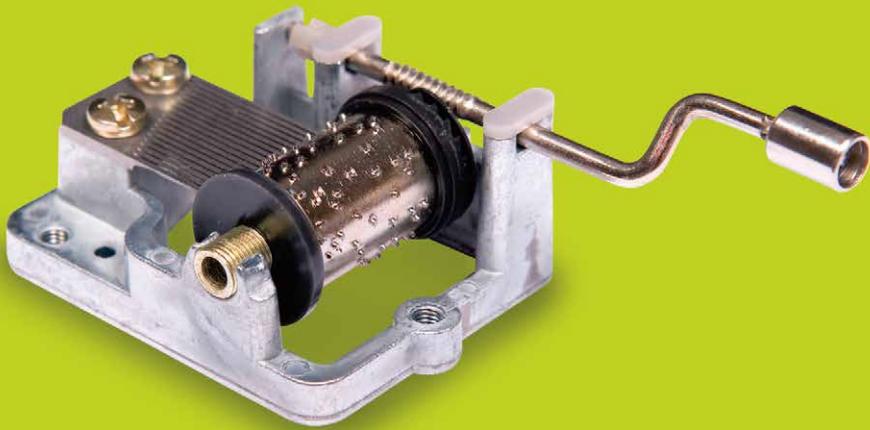
---

---

---

---

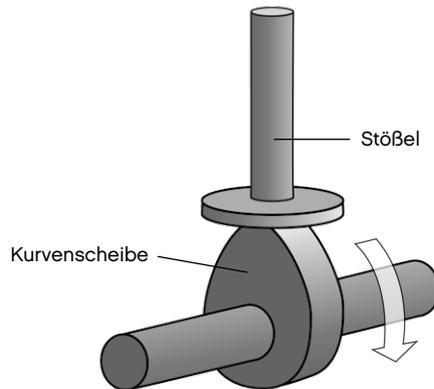




# Mechanische Elemente: die Kurvenscheibe

## Mechanische Elemente: Kurvenscheibe

Eine Kurvenscheibe (oder Nocke) ist eine starre Fläche mit einer bestimmten Form, die sich um eine Achse dreht, genauso wie ein sich drehendes Rad.



Mit der Form einer Kurvenscheibe können Zeitpunkt und Ausmaß der Bewegung kontrolliert werden, die ein Stößel oder Hebel ausführt. Eine Kurvenscheibe kann als fortlaufende schiefe Ebene mit variablem Winkel betrachtet werden. Kurvenscheiben können rund, birnenförmig oder auch ganz unregelmäßig geformt sein.

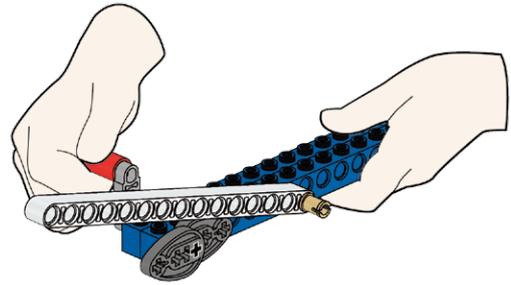
Kurvenscheiben und Stößel unterliegen aufgrund der Reibung einem ständigen Verschleiß. Um diese Reibung zu verringern, sind Stößel häufig mit kleinen Rollen ausgestattet.

Einsatz finden Kurvenscheiben bzw. Nocken beispielsweise an elektrischen Greifarmen, elektrischen Zahnbürsten oder Nockenwellen von Verbrennungsmotoren.

**Schon gewusst?**  
Bergsteiger setzen Klemmgeräte mit Federn und Kurvenscheiben ein, die so fest in den Fels greifen, dass die Kletterseile daran sicher angebracht werden können.

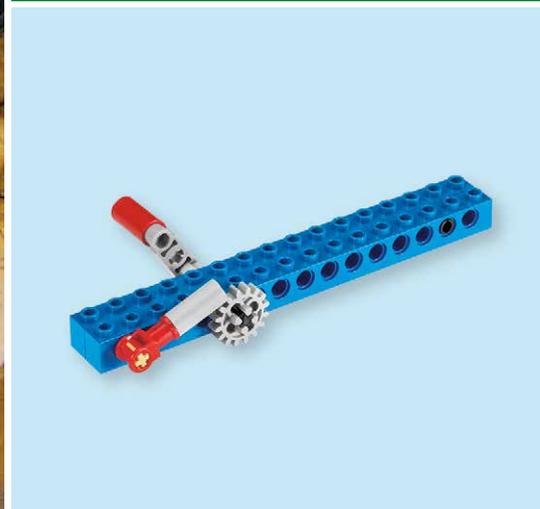
**H1**

Das Modell ist mit einer doppelten Kurvenscheibe ausgestattet. Wenn diese sich dreht, bestimmt sie durch ihre Größe und Formgebung die Auf- und Abwärtsbewegung des Hebels.





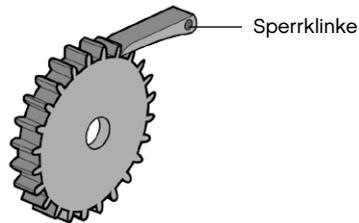
education



# Mechanische Elemente: die Sperrklinke

## Mechanische Elemente: Sperrklinke

Ein Sperrklinken-Mechanismus besteht aus einem Zahnrad („Sperrrad“) und einer am Zahnrad anliegenden Klinke.



In einer Drehrichtung des Zahnrads gleitet die Sperrklinke über die Zähne und rastet nach jedem Zahn in die Nut zwischen den Zähnen ein. Wenn die Klinke in der Nut sitzt, ist ein Drehen des Zahnrads in die andere Richtung nicht möglich, weil sich die Klinke gegen den Zahn stemmt.

Der Einsatz einer Sperrklinke empfiehlt sich, wenn eine geradlinige oder eine Drehbewegung nur in eine Richtung erfolgen soll.

Angewendet werden Sperrklinken z. B. in Uhren, Fahrradnaben oder Seilwinden.

**Schon gewusst?**  
Manche Schraubendreher sind mit Sperrklinken ausgestattet, damit der Schraubendreher seine Drehbewegung nur in einer Richtung an die Schraube weitergibt. So kann der Benutzer den Schraubendreher zurückdrehen, ohne dabei die Schraube zu bewegen.

**I1****Baue I1 in Buch III, Seite 28 bis 29**

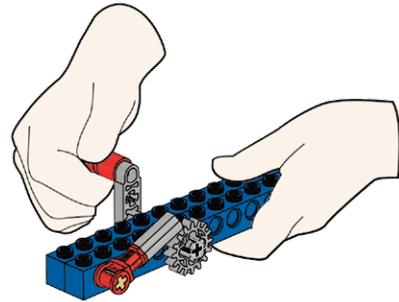
Drehe die Kurbel in beide Richtungen, und beschreibe, was passiert.

---

---

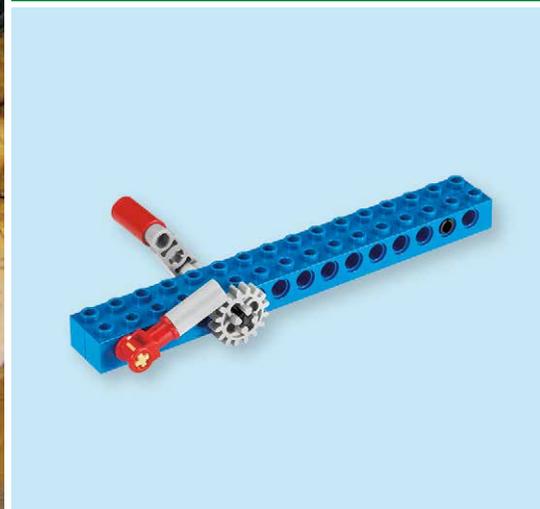
---

---





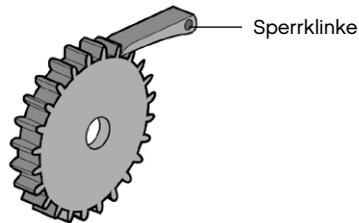
education



# Mechanische Elemente: die Sperrklinke

## Mechanische Elemente: Sperrklinke

Ein Sperrklinken-Mechanismus besteht aus einem Zahnrad („Sperrrad“) und einer am Zahnrad anliegenden Klinke.



In einer Drehrichtung des Zahnrads gleitet die Sperrklinke über die Zähne und rastet nach jedem Zahn in die Nut zwischen den Zähnen ein. Wenn die Klinke in der Nut sitzt, ist ein Drehen des Zahnrads in die andere Richtung nicht möglich, weil sich die Klinke gegen den Zahn stemmt.

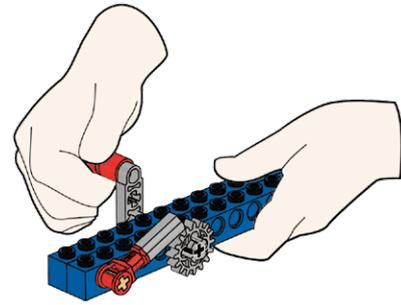
Der Einsatz einer Sperrklinke empfiehlt sich, wenn eine geradlinige oder eine Drehbewegung nur in eine Richtung erfolgen soll.

Angewendet werden Sperrklinken z. B. in Uhren, Fahrradnaben oder Seilwinden.

**Schon gewusst?**  
Manche Schraubendreher sind mit Sperrklinken ausgestattet, damit der Schraubendreher seine Drehbewegung nur in einer Richtung an die Schraube weitergibt. So kann der Benutzer den Schraubendreher zurückdrehen, ohne dabei die Schraube zu bewegen.

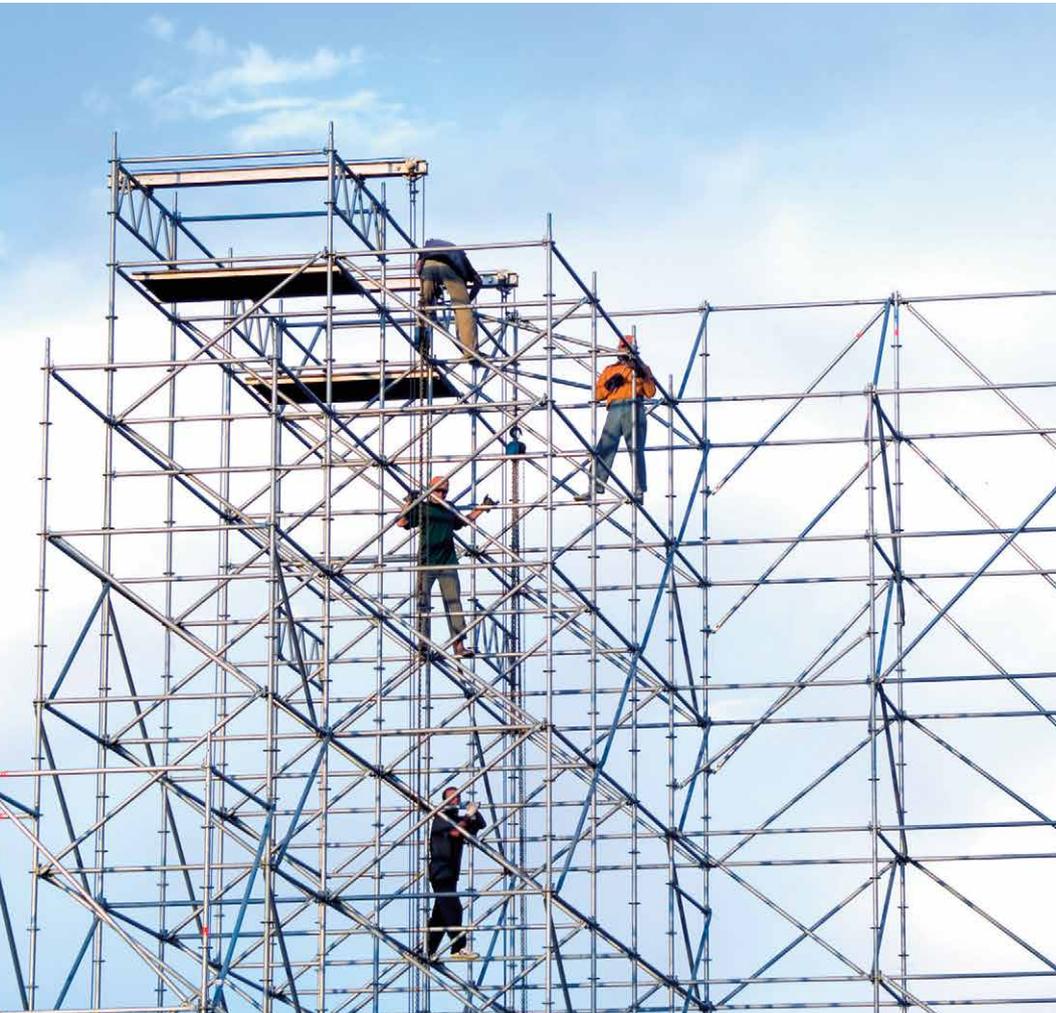
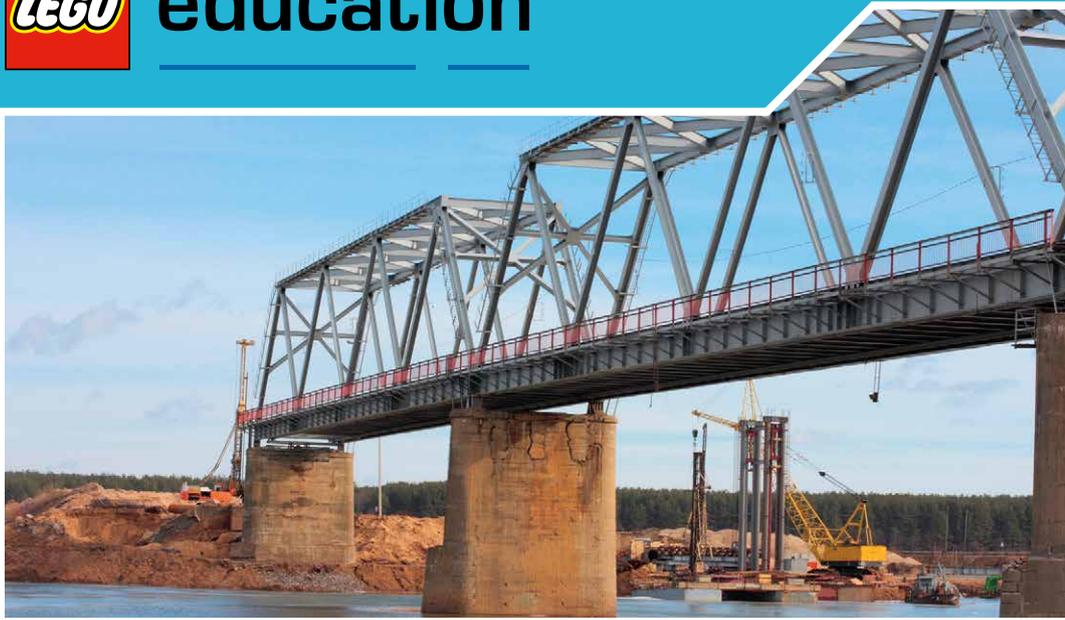
**I1**

Dieses Modell verfügt über einen Sperrklinken-Mechanismus. In einer Drehrichtung des Zahnrads gleitet die Sperrklinke über die Zähne und rastet nach jedem Zahn in die Nut zwischen den Zähnen ein. Wenn die Klinke in der Nut sitzt, ist ein Drehen des Zahnrads in die andere Richtung nicht möglich, weil sich die Klinke gegen den Zahn stemmt.





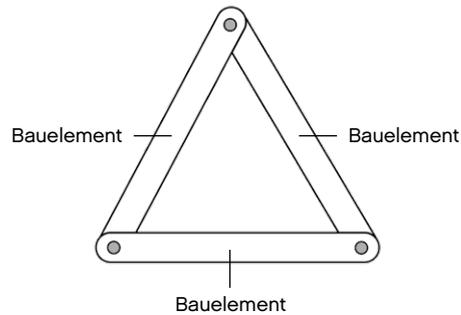
education



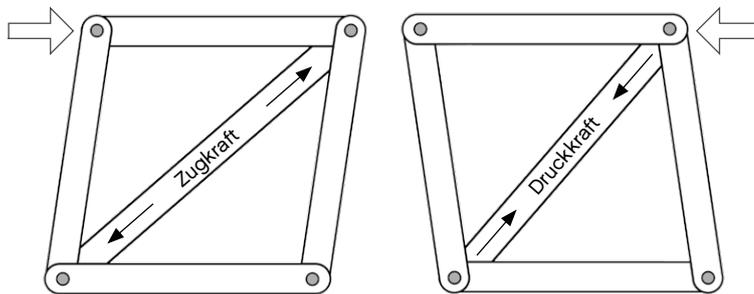
Grundstrukturen

## Grundstrukturen

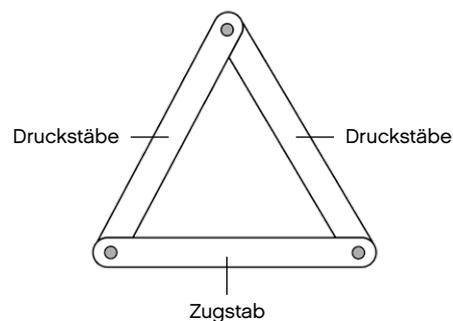
Eine Grundstruktur besteht aus einzelnen Teilen, die zusammen eine bestimmte Funktion übernehmen. Grundstrukturen stehen unter dem Einfluss innerer und äußerer Kräfte. Zu den äußeren Kräften können z. B. der Wind zählen oder schwere Fahrzeuge, die über eine Brücke fahren. Zu den inneren Kräften können das Eigengewicht einer Dachkonstruktion oder die Vibrationen eines großen eingebauten Dieselmotors gehören. Das gewählte Material beeinflusst die Sicherheitsreserven einer Grundstruktur.



Eine Rahmenstruktur besteht aus einzelnen Bauelementen. Diese Rahmenstruktur ist steif, weil sie eine Dreiecksform aufweist.



Die Kräfte, die auf die Bauelemente wirken, heißen Zug- oder Druckkräfte. Zugkräfte strecken ein Bauelement, Druckkräfte pressen es zusammen.



Bauelemente, auf die Zugkräfte wirken, werden Zugstäbe genannt, Bauelemente, auf die Druckkräfte wirken, Druckstäbe.

Angewendet werden die grundlegenden Strukturprinzipien z. B. bei Gerüsten, Gebäuden oder Brücken.

**Schon gewusst?**  
An Brücken, Kränen, Türmen und sogar Raumstationen werden häufig Dreieckstrukturen verwendet, um die nötige Steifigkeit herzustellen.

**J1**

**Baue J1 in Buch III, Seite 30**

Übe auf die Bauelemente des Dreiecksrahmens Druck und Zug aus. Beschreibe, was passiert.

---



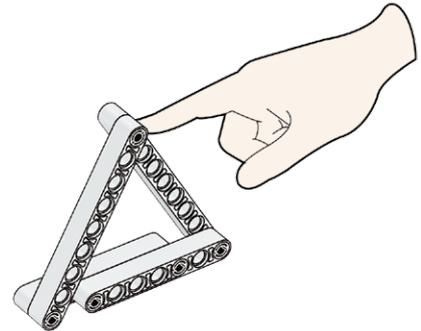
---



---



---



**J2**

**Baue J2 in Buch III, Seite 31**

Übe auf die Bauelemente des Rechteckrahmens Druck- und Zugkräfte aus. Beschreibe, was passiert.

---



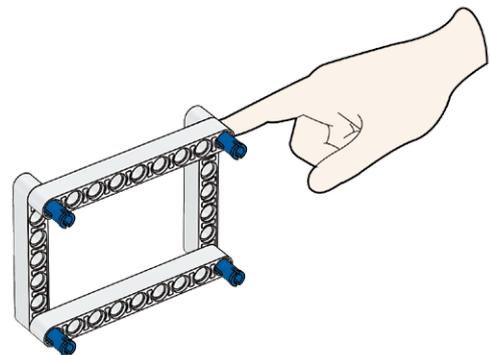
---



---



---



**J3**

**Baue J3 in Buch III, Seite 32**

Baue die Querstrebe an den Rahmen und übe erneut Druck- oder Zugkräfte auf den Rahmen aus. Beschreibe, was passiert.

---



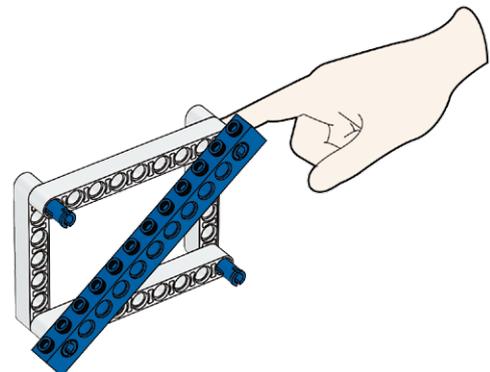
---



---

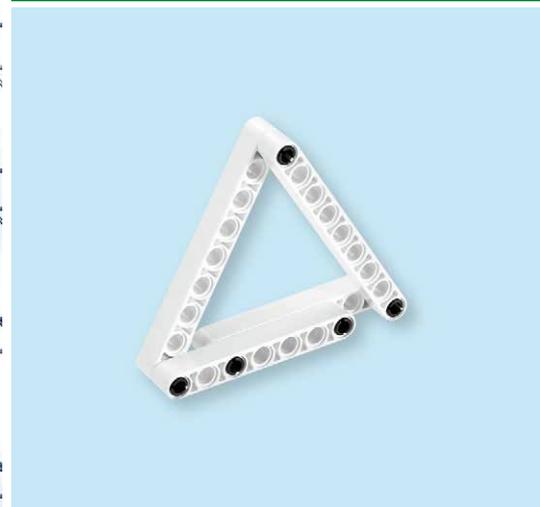
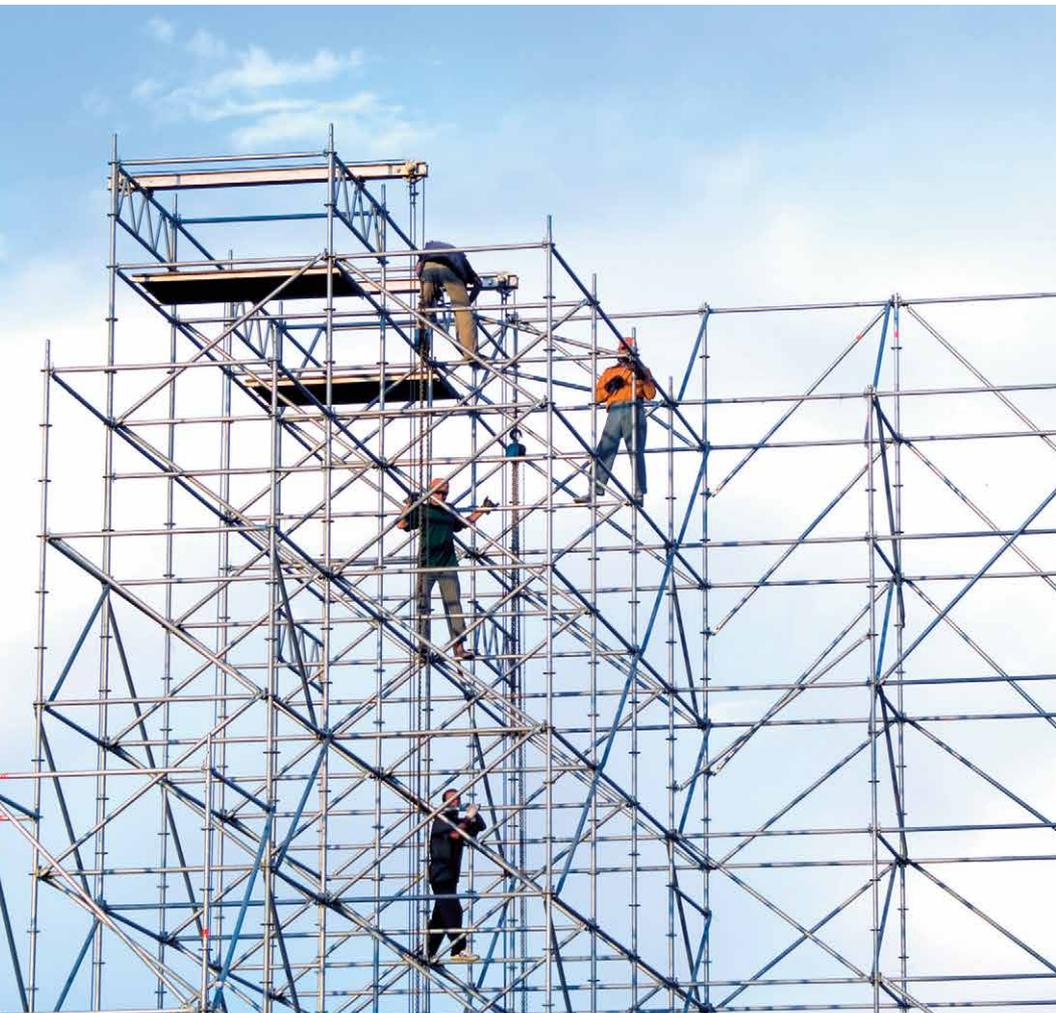
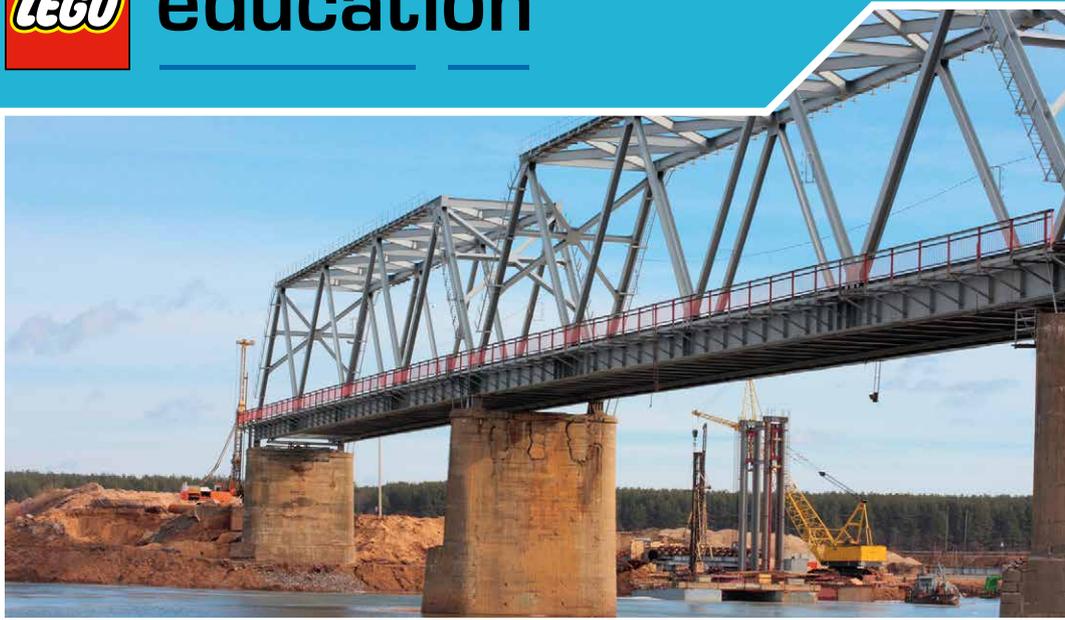


---





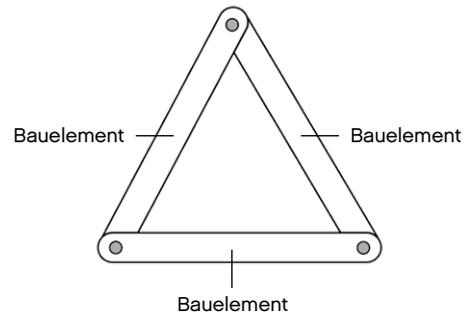
education



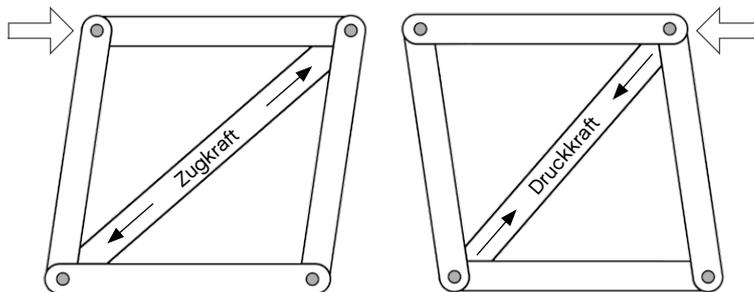
# Grundstrukturen

## Grundstrukturen

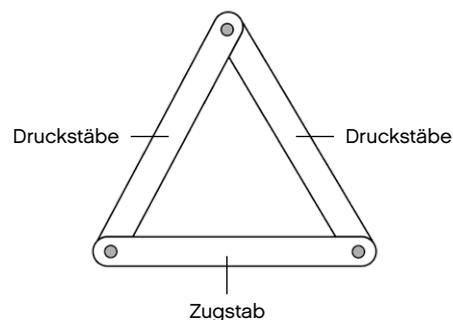
Eine Grundstruktur besteht aus einzelnen Teilen, die zusammen eine bestimmte Funktion übernehmen. Grundstrukturen stehen unter dem Einfluss innerer und äußerer Kräfte. Zu den äußeren Kräften können z. B. der Wind zählen oder schwere Fahrzeuge, die über eine Brücke fahren. Zu den inneren Kräften können das Eigengewicht einer Dachkonstruktion oder die Vibrationen eines großen eingebauten Dieselmotors gehören. Das gewählte Material beeinflusst die Sicherheitsreserven einer Grundstruktur.



Eine Rahmenstruktur besteht aus einzelnen Bauelementen. Diese Rahmenstruktur ist steif, weil sie eine Dreiecksform aufweist.



Die Kräfte, die auf die Bauelemente wirken, heißen Zug- oder Druckkräfte. Zugkräfte strecken ein Bauelement, Druckkräfte pressen es zusammen.



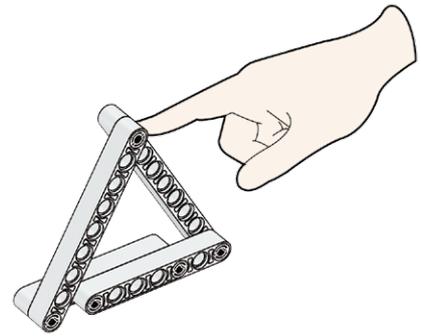
Bauelemente, auf die Zugkräfte wirken, werden Zugstäbe genannt, Bauelemente, auf die Druckkräfte wirken, Druckstäbe.

Angewendet werden die grundlegenden Strukturprinzipien z. B. bei Gerüsten, Gebäuden oder Brücken.

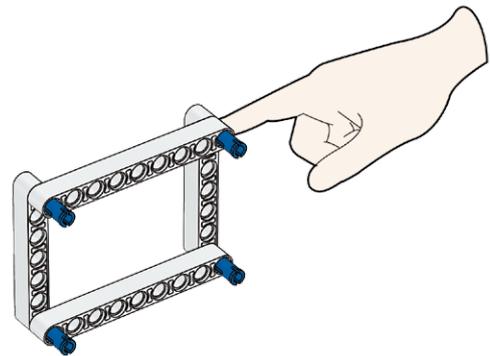
**Schon gewusst?**  
An Brücken, Kränen, Türmen und sogar Raumstationen werden häufig Dreieckstrukturen verwendet, um die nötige Steifigkeit herzustellen.

**J1**

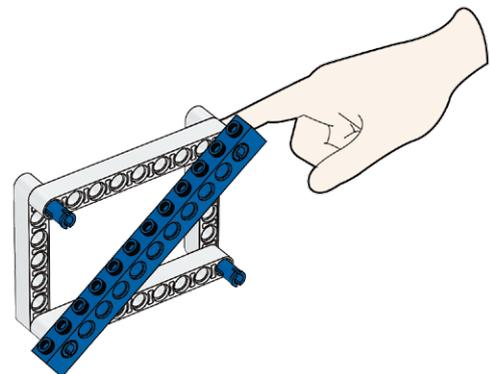
Das Modell weist eine Dreiecksstruktur auf. Die Form des Dreiecksrahmens ändert sich weder unter Druck- noch unter Zugkräften. Der Dreiecksrahmen ist steif.

**J2**

Das Modell weist eine Rechteckstruktur auf. Unter Druck oder Zug lässt sich der Rahmen leicht verformen. Der Rechteckrahmen ist also in sich nicht steif.

**J3**

Dieses Modell weist eine Rechteckstruktur auf, die durch eine Querstrebe verstärkt ist. Diese Querstrebe verhindert, dass sich der Rahmen unter Zug oder Druck verformt. Die Querstrebe macht den Rechteckrahmen steif, denn sie verwandelt ihn in eine doppelte Dreiecksstruktur.





## Die Kehrmaschine

### Aufgabe:

Kannst du einen Schiebewagen so umbauen, dass du damit den Gehweg kehren kannst?

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT / NT	Technik	AWT / AL	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Produkt konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen</li> <li>• Kräfte (Gewichtskraft, Reibungskraft)</li> <li>• Übersetzungen (Getriebe)</li> <li>• Tabellen</li> <li>• bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technischen Gegenstand konstruieren</li> <li>• Zahnräder</li> <li>• Getriebe</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Konstruktion zeichnerisch darstellen</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraftübertragung in einem Getriebe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehrteiliges Objekt herstellen</li> <li>• Antrieb nutzen</li> <li>• Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben</li> <li>• vergleichen und optimieren</li> <li>• Experimente durchführen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Maschinen (Zahnradgetriebe, Hebel, Flaschenzug)</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Beobachtung und Erklärung unterscheiden</li> <li>• Kräfte</li> <li>• Kraftwandlern</li> <li>• Reibung</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen nutzen</li> <li>• Messgrößen</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NwT / NT	Technik	Physik	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objekt mit Antrieb</li> <li>• Antriebsmöglichkeiten für Bewegungsabläufe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technische Lösungen vergleichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gleichförmige Bewegungen</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

- Wirkungsgrad
- Übersetzung
- Schlupf
- Riemenrad
- Riemen
- Reibung
- Kegelrad

### Erforderliches Zusatzmaterial

- Eine große Pappschachtel oder ein aufgestellter Kartonstreifen, um die herumfliegenden 'Abfälle' aufzuhalten. Eine Fläche von ca. 60 x 40 cm eignet sich optimal.
- Als 'Abfall' können zusammengeknüllte Papierschnipsel, LEGO® Verbindungsstücke, Lager, zusammengeknüllte Pflanzenblätter oder ähnliches verwendet werden.

**Tip:** Benutzen Sie keine Körner oder Kügelchen, da diese den Kindern beim Modelltest in die Augen fliegen können.

## Themaeführung

Auf dem Weg liegen Abfälle und Blätter herum. Das sieht zum einen schlecht aus und kann zum anderen gefährlich sein, weil auf Blättern und Abfällen Ausrutschgefahr besteht! Nun haben Jack und Jill die ehrenvolle Aufgabe, den Gehweg zu säubern, würden aber anstatt der Kehrarbeit viel lieber mit ihrem Schiebeauto spielen.

Ihr Hund Zog versucht, ein bisschen zu helfen, hat dabei jedoch wenig Erfolg.

Plötzlich kommt den Kindern die Idee, den Besen mit dem Schiebeauto zu verbinden, aber sie wissen noch nicht genau, wie diese Kombination aussehen könnte.

**Kann man mit einem Schiebewagen den Gehweg kehren? Finden wir es heraus!**



## Aufbau

### Testfläche

Wähle eine ebene Oberfläche auf einem Tisch oder auf den Boden als Testbereich aus und begrenze sie mit der Pappschachtel oder der Kartonwand.

Verteile die zerknüllten Papierschnipsel gleichmäßig auf einen 10 cm breiten und 60 cm langen Bereich des 'Modellparks'. Dies ist also der mit Abfällen beschmutzte Gehweg.

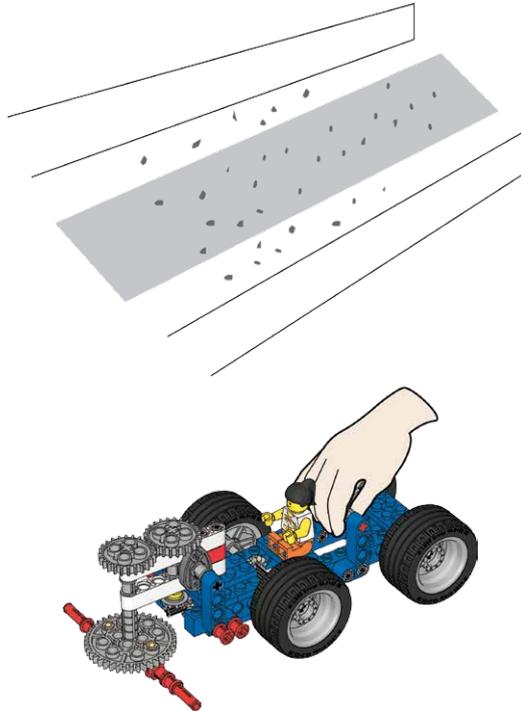
Lasse zu beiden Seiten des Wegs genügend Platz, damit die Papierschnipsel dorthin fliegen können.

### Aufbau der Kehmaschine

(Alle Schritte in Heft 1A und Heft 1B bis Seite 8, Schritt 11.)

### Auf Leichtlauf prüfen

Schiebe den Wagen mit geringer Kraft über den Tisch. Die Drehscheibe sollte sich frei drehen und nicht am Wagenrahmen hängen bleiben. Die 'Kehrblätter' sollten ausfahren und sich drehen, dabei jedoch nicht den Tisch berühren.



## Beobachtung

### Wie gut ist die Kehrfunktion?

Schiebe den Kehrwagen den verschmutzten Weg entlang. Wie viele der Papierschnipsel werden zur Seite gefegt? Ein Viertel? Die Hälfte?

Wo liegen die Probleme der Konstruktion? Vergleiche die Menge der weggekehrten Papierschnipsel mit der Menge der liegengebliebenen.

*Die Kehrmachine ist nicht schnell nicht genug und fegt bei Weitem nicht alle Abfälle zur Seite!*

### Wie verhält sich das Getriebe der Kehrmachine?

Schiebe den Kehrwagen so weit an, dass die Wagenräder eine volle Umdrehung ausführen. Wie oft dreht sich dabei die Kehrscheibe? Kannst du den Grund dafür erklären?

*Die Kehrscheibe dreht sich einmal. Das Getriebeverhältnis ist also 1:1.*

*Alle Kegel- und Stirnräder, die ineinander greifen, besitzen jeweils dieselbe Größe. Daher ändert sich die Umdrehungsgeschwindigkeit nicht.*

### Wie erreichen wir, dass sich die Kehrscheibe schneller dreht?

Probiere verschiedene Kombinationen von Antriebszahnradern aus (Schritt 12, Schritt 13).

*Bei Schritt 12 wird die Kehrscheibe viel zu langsam, bei Schritt 13 dagegen wird die Umdrehungsgeschwindigkeit auf das 5-fache erhöht. Beachte: Das große Stirnrad mit 40 Zähnen treibt das kleine mit 8 Zähnen an!*

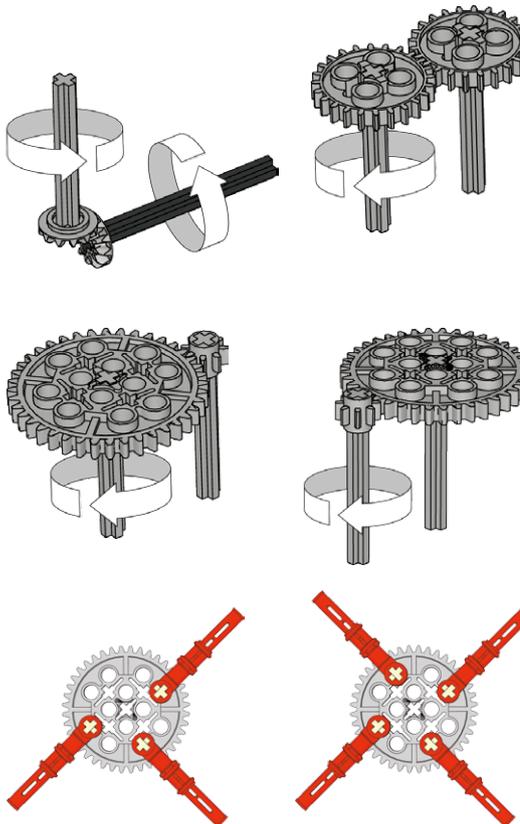
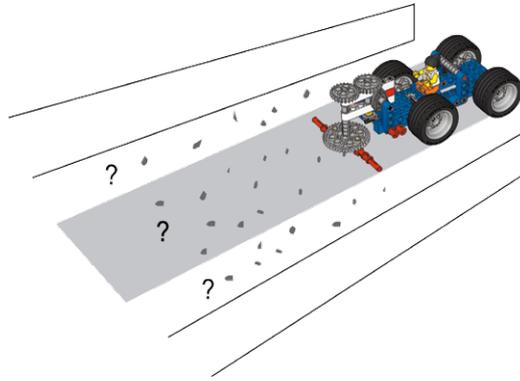
Jack und Jill wollen den Gehweg so schnell wie möglich säubern, damit niemand auf den Abfällen ausrutschen und sich verletzen kann. Um dies zu erreichen, versuche, weitere 'Kehrblätter' an der Kehrscheibe zu befestigen (Schritt 14).

*Mit 3 Blättern tritt eine Unwucht auf, so dass die Kehrmachine jetzt eventuell noch schlechter funktioniert als mit 2 Blättern. Mit 4 Blättern befindet sich die Kehrscheibe wieder im Gleichgewicht und erzielt bessere Ergebnisse.*

### Vorsicht!

Schiebe den Kehrwagen an und halte dabei die Kehrscheibe fest. Was passiert und welche Probleme können sich aus einer solchen Blockierung ergeben?

*Die Wagenräder können blockieren und evtl. 'springen' die Zahnräder. Bei einer echten Kehrmachine würde die Blockierung eines beweglichen Teils die Maschine überlasten und eventuell zum Bruch der Zahnräder führen.*



**Schon gewusst?**  
Alle Zahnräder mit normalen, geraden Zähnen an der Außenseite ('Stirn') werden Stirnräder oder Stirnzahnräder genannt.

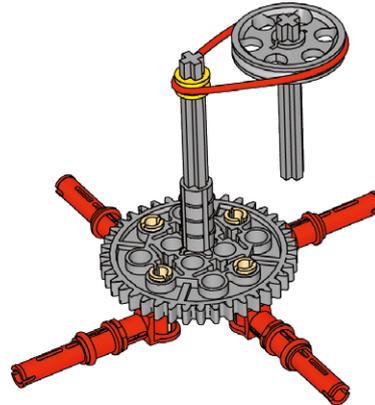
**Tipp:**  
Welche Funktion erfüllen Kegelräder?  
Sie winkeln die Richtung der Kraftübertragung um 90° ab. So kann die Bewegungsenergie 'um die Ecke' übertragen werden!

## Ausbau und Verbesserung

### Kehrantrieb mit Sicherheitsplus

Baue das Modell auf Riemenantrieb um. Probiere Riemenräder in verschiedenen Größen aus. Versuche voraussagen, wie schnell sich die Kehrscheibe drehen und wie gut die Kehrfunction sein wird. Überprüfe deine Annahmen im Test.

*Die Kehrscheibe dreht sich normalerweise schneller als die Wagenräder. Je größer das Antriebsrad gewählt wird, desto schneller dreht sich die Kehrscheibe. Der Wagen lässt sich dann jedoch schwerer schieben, weil an den Achsen mehr Reibung auftritt.*



Schiebe nun wieder den Kehrwagen an und halte dabei die Kehrscheibe fest. Was passiert? Wo liegen die Vor- und Nachteile dieser Konstruktion?

*Der Antriebsriemen rutscht durch (Schlupf).*

*Vorteile:*

*Die Kehrmachine kann problemlos anhalten, wenn ein Antriebselement blockiert ist. Dies wäre bei einer echten Kehrmachine auch für den Fahrer sicherer.*

*Nachteile:*

*Der Kehrwagen muss mit mehr Kraft angeschoben werden.*

### Auffangvorrichtung

Könntest du dir eine Weiterentwicklung der Kehrmachine vorstellen, bei der der Abfall nicht nur zur Seite gekehrt sondern auch aufgefangen wird?

# Kehrmaschine

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

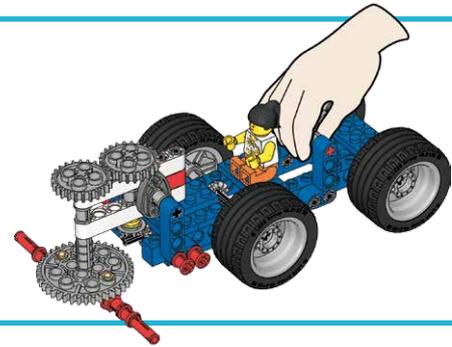
Kannst du einen Schiebewagen so umbauen, dass du damit den Gehweg kehren kannst? Finden wir es heraus!



## Baue die Kehrmaschine zusammen

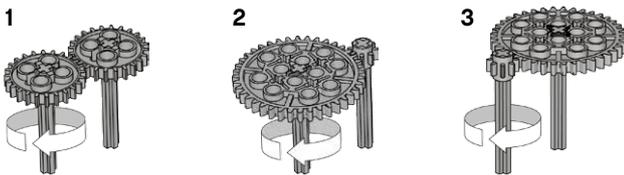
(Alle Schritte in Heft 1A und Heft 1B bis Schritt 11.)

- Probiere die Kehrmaschine aus
- Wenn sich die beweglichen Teile nicht leicht drehen lassen, überprüfe, ob Achslager zu fest sitzen und ob alle Bausteine fest verbunden sind.

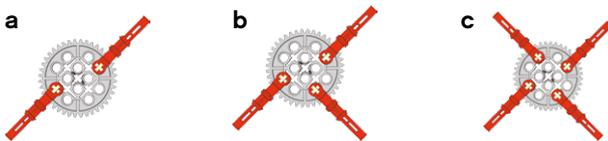


## Wie lässt sich eine gute Kehrfunktion erzielen?

- Überprüfe die Umdrehungsgeschwindigkeiten mit den nachfolgenden Zahnradkombinationen. Teste die Kombinationen ausschließlich mit zwei Kehrblättern (a).



- Teste nun mit deiner SCHNELLSTEN Zahnradkombination die folgenden Kehrblattvarianten. Mit wie vielen Kehrblättern ist die Kehrfunktion am besten?



- Probiere verschiedene Kombinationen aus und vergleiche deren Resultate (Kehrfunktion) mit dem Ausgangsmodell.

Tipp: Trage die im rechten Kasten vorgegebenen Wörter in die Tabelle ein. Du kannst jedes Wort mehrmals benutzen und die Vorhersagen und Resultate auch mit eigenen Worten beschreiben.

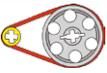
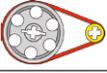
Getestete Kombinationen	Meine Voraussage	Was hat der Test ergeben?
1a		
2a		
3a		

**Bleibt gleich**      **Schneller**

**Langsamer**

**Schlechter**      **Besser**

### Kehrantrieb mit Sicherheitsplus

	Vorhersage	Testergebnis
		
		

Was ich noch festgestellt habe:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



#### Weitere Ideen:

- Schiebe die Kehrmachine an und halte dabei die Kehrblätter fest
- Probiere die Kehrfunction der Maschine auf einem Teppich aus

### Meine eigene Kehrmachine

Zeichne und beschrifte deine eigene Kehrmachinen-Konstruktion.

Erkläre die Funktionsweise der 3 wichtigsten Teile.



## Die Angel

### Aufgabe:

Wie konstruieren wir ein Hilfsmittel (Angel mit Flaschenzug), mit dem Jack und Jill den dicken Fisch an Land ziehen können?

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT / NT	Technik	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Produkt konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen</li> <li>• Kräfte (Gewichtskraft, Reibungskraft)</li> <li>• Übersetzungen (Flaschenzug)</li> <li>• Tabellen</li> <li>• bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technischen Gegenstand konstruieren</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Konstruktion zeichnerisch darstellen</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben</li> <li>• vergleichen und optimieren</li> <li>• Experimente durchführen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Maschinen (Zahnradgetriebe, Hebel, Flaschenzug)</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Beobachtung und Erklärung unterscheiden</li> <li>• Kräfte</li> <li>• Kraftwandlern</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen</li> <li>• Messgrößen</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NwT / NT	Technik	Physik	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemgrenzen und Teilsysteme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technische Lösungen vergleichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gleichförmige Bewegungen</li> <li>• Arbeit</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

- Flaschenzug
- Sperrrad
- Sperrklinke
- Schnurrolle
- Kraft
- Last

### Erforderliches Zusatzmaterial

- Kartonfläche im A2-Format
- Schere
- Verschiedene Farbstifte

## Themaeführung

Jack und Jill sind auf der Geburtstagsfeier eines Freundes und spielen mit den anderen Kindern. Sie sind im Garten und wollen im neuen Fischteich ein paar Fische fangen.

Das macht jede Menge Spaß und plötzlich hat Jack den größten Fisch des ganzen Teiches an der Angel. Er zieht so fest er kann, doch auch mit seiner ganzen Kraft kann er die Schnur nicht aufrollen.

Jill hat eine Idee, wie man den Fisch aus dem Teich ziehen könnte. Hast du eine Vermutung, was Jill vorhat?

**Wie konstruieren wir ein Hilfsmittel, mit dem Jack und Jill den dicken Fisch an Land ziehen können? Finden wir es heraus!**



## Aufbau

### Baue die Angel (mit Flaschenzug) und den Fisch zusammen

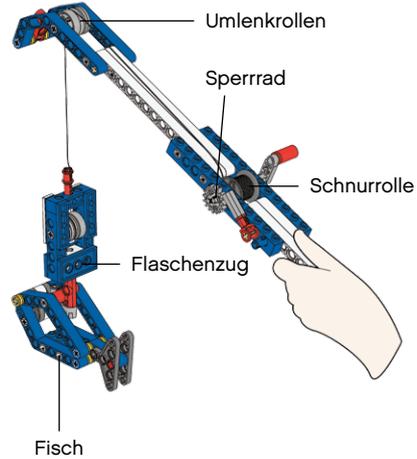
(Alle Schritte in Heft 2A und Heft 2B bis Seite 10, Schritt 19).

### Stelle deine Angel richtig ein

Zu fest sitzende Lager musst du etwas lösen, damit sich alle Rollen frei drehen können. Andernfalls werden die Versuche nicht richtig funktionieren.

### Versuche, den Fisch zu fangen

Eventuell benötigst du mehrere Versuche. Leg einfach los: Fang den Fisch ein paar Mal ein, und lasse ihn wieder vom Haken.



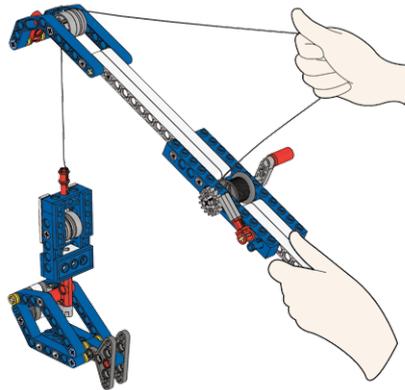
## Beobachtung

### Wozu die Schnurrolle und die Sperrklinke?

Ziehe in einem ersten Versuch einfach an der Schnur, um den großen Fisch zu angeln. Ziehe ihn anschließend mit der Kurbel an der Schnurrolle hoch. Was fällt dir auf? Probiere das Sperrklinkensystem (Seite 10, Schritt 19) aus.

### Welche Vorteile bringt die Sperrklinke?

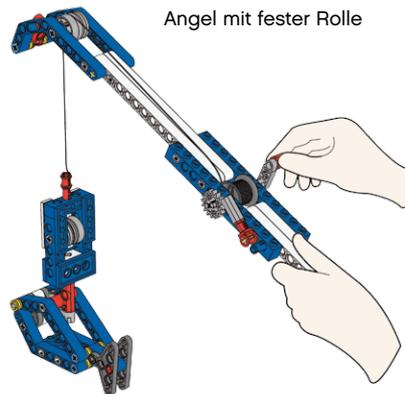
Mit Einsatz der Schnurrolle lässt sich der Fisch einfacher hochziehen. Allerdings dauert es länger, als wenn man einfach mit der Hand an der Schnur zieht. Die Sperrklinke blockiert die Schnurrolle, wenn du das Aufrollen unterbrichst. Sie dient also als Sicherungssystem.



### Was erreicht man mit einer weiteren Umlenkrolle?

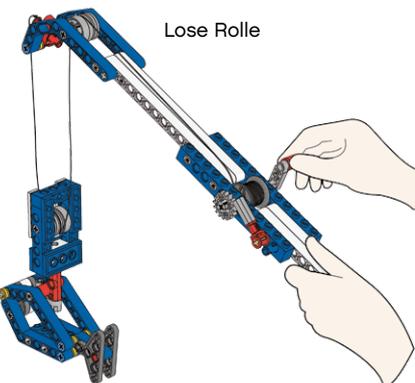
Baue die Angel wie in der Abbildung zusammen. Versuche vorauszusagen, wie sich die neue Anordnung auswirkt, und führe anschließend einen Test durch.

*Das Herausziehen ist immer noch schwer. Der Grund: Die zweite Rolle wird gar nicht eingesetzt – es ist immer noch nur eine feste Rolle im Einsatz. Wenn Umlenkrollen nicht richtig in das Seilsystem eingebaut werden, sind sie nur nutzloses Gewicht!*

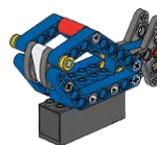


Führe die Schnur durch den Flaschenzug, wie auf Seite 11, Schritt 20 abgebildet. Versuche vorauszusagen, was diese neue Anordnung bewirkt, und führe anschließend einen Test durch.

*Auch der schwerste Fisch lässt sich nun leichter hochziehen. Beim Einsatz zweier Umlenkrollen (eine feste und eine lose Rolle) muss nur halb so viel Kraft aufgewendet werden, um den Fisch hochzuziehen. Allerdings geht das Hochziehen nun langsamer und du musst doppelt solange kurbeln, um den Fisch einzuholen.*



Beschwere den Fisch (mit dem Gewichtsstein) und probiere die Angel erneut aus. Mit welcher Bauweise lässt sich der dicke Fisch am leichtesten aus dem Wasser ziehen?



**Schon gewusst?**  
Auch an großen Kränen werden solche Rollensysteme eingesetzt, um mit kleinen Motoren schwere Lasten zu heben. Bei manchen Flaschenzügen werden sechs oder sogar mehr Rollen verwendet!

**Schon gewusst?**  
Der Gewichtsstein enthält Stahlplatten und wiegt genau 53 Gramm.

## Ausbau und Verbesserung

### Entwerfe und baue dein eigenes Angelspiel auf

Versuche, in kürzester Zeit so viele Fische wie möglich zu fangen.

Baue verschiedene Fische (siehe Abbildung) zusammen. Entwerfe weitere Fische nach deiner Vorstellung. Vielleicht kannst du sogar dafür sorgen, dass die Fische ein bisschen echter aussehen...

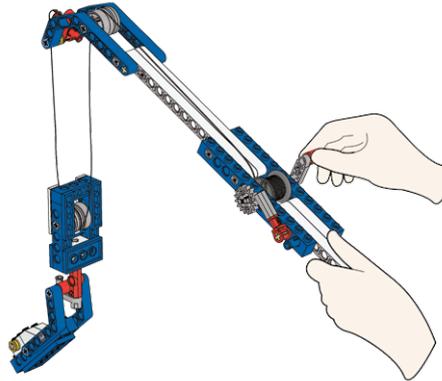


Nimm die Fische an den Haken und probiere aus, welcher Fisch sich leichter fangen und welcher schwerer einzuholen ist.

Stelle die Regeln und ein Punktesystem für dein Angelspiel auf. Bei welchen Fischen gibt es eine höhere Punktzahl?

Mache ein „Rennen gegen die Zeit“: Wie viele Punkte schaffst du in 60 Sekunden?

Versuche es noch einmal. Um wie viel konntest du deine Punktzahl im zweiten, im dritten, ... Versuch verbessern?

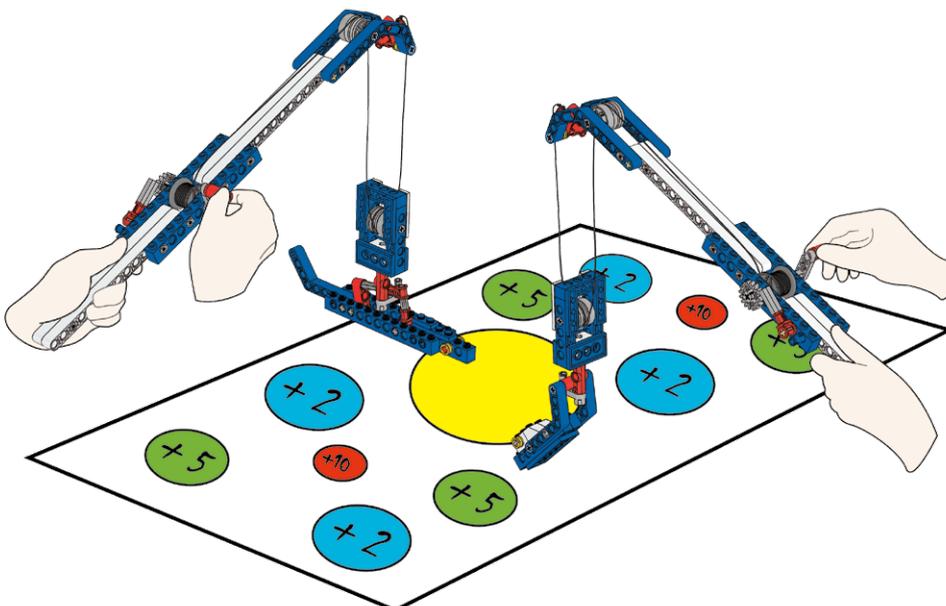


### Spielerweiterung: Fische sortieren

Entwerfe eine Spielfläche mit verschieden großen Behältern oder Zielfeldern, in die die Fische abgelegt werden müssen.

Bestimme, wie viele Punkte vergeben werden, wenn ein Fisch in einem bestimmten Behälter landet.

Frage andere Teams, ob sie bei eurem Angelspiel teilnehmen wollen.



# Die Angel

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

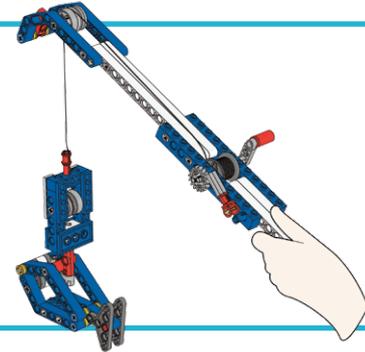
Wie konstruieren wir ein Hilfsmittel, mit dem Jack und Jill den dicken Fisch an Land ziehen können?  
Finden wir es heraus!



## Baue die Angel (mit Flaschenzug) und den Fisch zusammen

(Alle Schritte in Heft 2A und Heft 2B bis Seite 10, Schritt 19.)

- Sorge dafür, dass sich die Schnur- und die Umlenkrollen leicht drehen lassen.



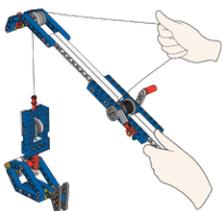
## Mit welcher Bauweise der Angel gelingt das Hochziehen eines dicken Fisches leichter?

Treffe zunächst deine Voraussagen, und führe dann die Tests durch:

- Wie viel Kraft benötigst du jeweils zum Hochziehen des Fisches?
- Wie viel Zeit benötigst du, um den Fisch hochzuziehen?
- Welche Rollenkombination funktioniert am schnellsten?
- Welche Rollenkombination ist am langsamsten?
- Probiere die Sperrklinke aus.



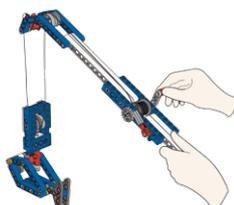
Tipp: Trage diese Begriffe in die Tabelle ein. Du kannst jedes Wort auch mehrmals verwenden.



- mit **einer** Rolle, Hochziehen mit der Hand



- mit Schnurrolle und **einer** festen Rolle



- mit Schnurrolle und **zwei** Rollen: eine feste und eine lose Rolle

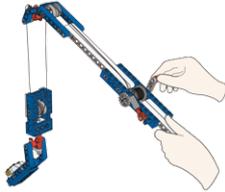
	Meine Voraussage	Testergebnis	Tatsächliche Geschwindigkeit

**Entwerfe und baue dein eigenes Angelspiel auf**

Baue verschiedene Fische (siehe Abbildung) zusammen. Entwerfe weitere Fische nach deiner Vorstellung.



Nimm die Fische an den Haken, und probiere aus, welcher Fisch sich leichter fangen und welcher schwerer einzuholen ist. Versuche, in kürzester Zeit so viele Fische wie möglich zu fangen.



Stelle die Regeln und ein Punktesystem für dein Angelspiel auf. Bei welchen Fischen gibt es eine höhere Punktzahl?

Mache ein „Rennen gegen die Zeit“: Wie viele Punkte hast du in deinem ersten, zweiten und dritten Versuch binnen 60 Sekunden erreicht?

1	2	3

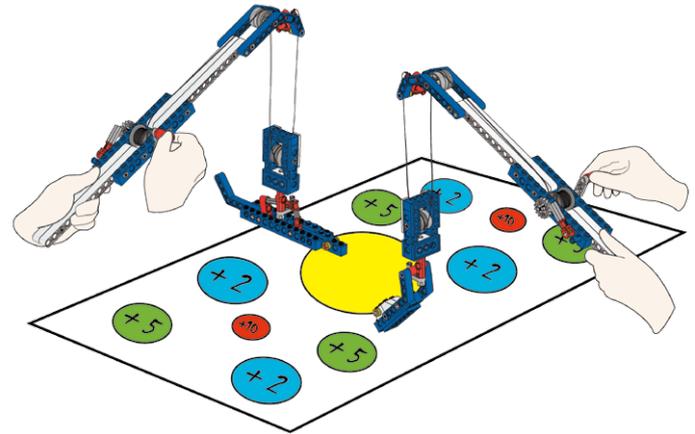
**Meine eigene Angelrute**

Fertige eine beschriftete Zeichnung deiner eigenen Angelkonstruktion an. Erkläre die Funktionsweise der drei wichtigsten Teile.

**Spielerweiterung: Fische sortieren**

Entwerfe eine Spielfläche mit verschiedenen großen Behältern oder Zielfeldern, in die die Fische abgelegt werden müssen. Bestimme, wie viele Punkte vergeben werden, wenn ein Fisch in einem bestimmten Behälter landet.

Frage andere Teams, ob sie bei eurem Angelspiel teilnehmen wollen.





## Bergabrennen mit dem Freewheeler

### Aufgabe:

Wer rollt weiter?  
Ist mehr Gewicht oder weniger von Vorteil?  
Was bewirkt die Radgröße?

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT / NT	Technik	AWT / AL	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Produkt konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen</li> <li>• Übersetzungen (Getriebe)</li> <li>• Kräfte (Gewichtskraft, Reibungskraft)</li> <li>• Trägheit</li> <li>• Bewegungsenergie, Lageenergie</li> <li>• Tabellen</li> <li>• bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technischen Gegenstand konstruieren</li> <li>• Zahnräder</li> <li>• Getriebe</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Energiewandlung</li> <li>• Konstruktion zeichnerisch darstellen</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraftübertragung in einem Getriebe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehrteiliges Objekt herstellen</li> <li>• Antrieb nutzen</li> <li>• Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben</li> <li>• vergleichen und optimieren</li> <li>• Experimente durchführen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Beobachtung und Erklärung unterscheiden</li> <li>• Kräfte</li> <li>• Kraftwandlern</li> <li>• Reibung</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen nutzen</li> <li>• Messgrößen</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NwT / NT	Technik	Physik	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemgrenzen und Teilsysteme</li> <li>• direkte und indirekte Messverfahren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technische Lösungen vergleichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masse von Gewichtskraft</li> <li>• Trägheit</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

- Masse
- Lage
- Reibung
- Wirkungsgrad

### Erforderliches Zusatzmaterial

- 4 Meter ebene Bodenfläche
- Kreppklebeband
- Maßstab oder Maßband
- Holzbrett oder Regalboden, mindestens 1 Meter lang
- Stapel mit Büchern und Kisten als Brettunterlage
- LEGO® Steine zur Weitenmarkierung
- Folienstift (abwischbar)
- Schere

## Themaeführung

Jack und Jill sind wieder einmal verschiedener Meinung. Sie bauen Wagen und wollen sehen, wer nach einer kurzen Hügelabfahrt im Park weiter rollt als der andere.

Jill behauptet, sie würde weiterrollen, wenn Sie ein Zusatzgewicht auf dem Wagen mitnimmt, weil der Wagen dann schwerer ist. Jack ist dagegen der Meinung, dass große Gewichte schwerer zu bewegen sind und er deshalb weiter kommen wird. Jack vertraut seinerseits auf größere Räder, aber Jill glaubt nicht, dass der Wagen mit großen Rädern besser rollt.

**Wer wird also weiter kommen? Ist mehr Gewicht oder weniger von Vorteil?**

**Was bewirkt die Radgröße?**

**Finden wir es heraus!**

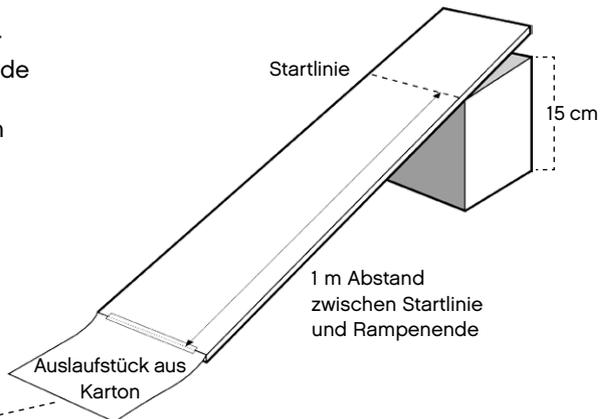


## Aufbau

### Die Abfahrtsrampe

Ziehe in 1 m Entfernung von einem Ende der Platte die Startlinie. Unterlege das Platteneende mit der Startlinie nun so, dass die Startlinie 15 cm über dem Boden liegt. Wozu brauchen wir eigentlich eine Startlinie?

*Wir brauchen eine feste Startlinie, damit alle Versuche am gleichen Punkt starten und somit vergleichbar sind: Alle Wagen fahren denselben Rampenweg herunter.*

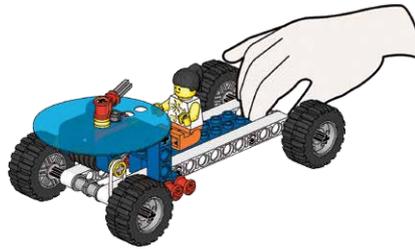


Ca. 4 m ebener Boden

### Baue den Freewheeler zusammen

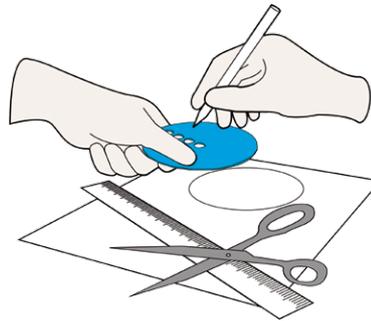
(Alle Schritte in Heft 3A und Heft 3B bis Seite 6, Schritt 12.)

- Führe einen ersten Test mit dem Freewheeler auf der Rampe durch. Rollt der Wagen leichtgängig? Wenn dies nicht der Fall ist, überprüfe, ob sich alle Achsen und Lager leicht drehen lassen. Kontrolliere auch, ob alle Bausteine fest zusammengesetzt sind.



### Richte die Skala ein

Trage deine Markierungen auf der blauen Kunststoffscheibe auf oder übertrage die Scheibenform auf ein Blatt Papier und schneide sie aus. Trage die Skalenmarkierungen auf und befestige die Papierskala auf der blauen Kunststoffscheibe.



**Tip:** Wenn die Rampenplatte so dick ist, dass die Wagen beim Verlassen der Rampe hart auf dem Boden aufsetzen, fertige ein Übergangsstück aus Karton an.



## Beobachtung

Messe zunächst, wie weit der leere Wagen rollt. Messe die Distanz mit einem Meterstab und vergleiche den Messwert mit dem Skalenzeiger. Notiere die Distanz auf und markiere den Haltepunkt mit einem LEGO® Baustein. Führe mindestens 3 Tests durch, um einen wissenschaftlich haltbaren Wert zu bekommen.

*Ein unbeladener Wagen sollte ca. 160 cm weit Rollen. Dies entspricht mehr als einer Zeigerumdrehung auf der Skala. Die Skala funktioniert bis auf wenige Zentimeter genau.*

Trage die Teilungen der 1 m-Skala mit einem abwischbaren Foliestift auf die Plastikskala auf. Lasse den Freewheeler noch einmal von der Rampe rollen und prüfe, ob er etwa 160 cm zurücklegt, indem du die Zeigerstellung auf der Skala kontrollierst (etwas mehr als anderthalb Umdrehungen). Führe mehrere Versuche durch. Maßstäbe oder -bänder sind nun nicht mehr erforderlich – lese die Werte einfach von der Skala ab.

Beschwere den Wagen mit einem Gewichtsstein (Seite 7, Schritt 13). Treffe eine Voraussage, wie weit der Wagen rollen wird und markiere deinen geschätzten Fahrweg seitlich der Strecke mit einem Baustein. Führe anschließend den Test durch.

*Der Wagen rollt fast doppelt so weit. Der Gewichtsstein verliert gemeinsam mit dem Wagen an Höhe und erhöht so dessen Bewegungsenergie. Dabei sollte aber auch berücksichtigt werden, dass mehr Gewicht zu mehr Reibung an den Achsen führt, die den Wagen etwas abbremst.*

Was zeigt die Skala?

*Der Zeiger legt mehrere Umdrehungen zurück. Du musst also mitzählen, wie viele Umdrehungen der Zeiger ausführt.*

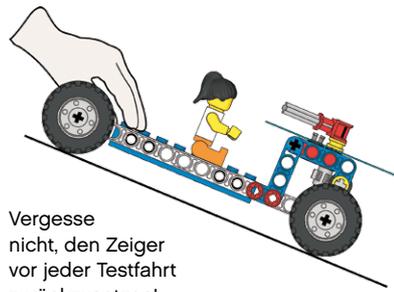
Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen.

### Jack fährt 'nen dicken Reifen

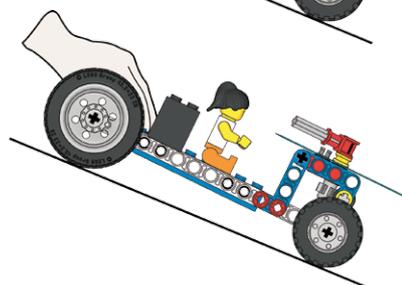
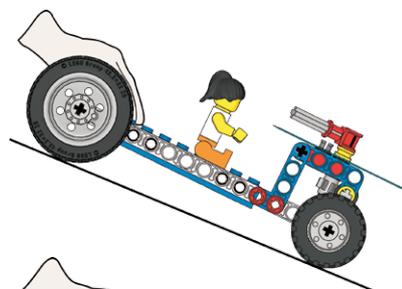
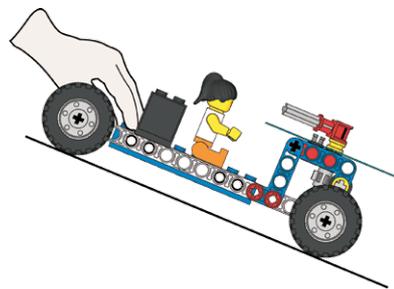
Rollt der Wagen mit großen Rädern weiter als mit kleinen? Baue große Räder an die Hinterachse und führe den Rampentest durch (Seite 7, Schritt 14).

Teste den Wagen zunächst ohne Beladung (Seite 7, Schritt 14), dann mit (Seite 8, Schritt 15).

*Normalerweise rollt der Wagen mit größeren Reifen weiter. Dafür gibt es zwei Gründe: mehr Gewicht = mehr Energie; und die Hinterachse dreht sich langsamer, so dass weniger Reibung entsteht.*



Vergesse nicht, den Zeiger vor jeder Testfahrt zurückzusetzen!



**Tip:** Beachte, welche Distanz der Wagen auf der Abfahrt zurücklegt. Der Zeiger auf der Kunststoffscheibe überstreicht erstmals die Null, wenn der Wagen am Fußboden ankommt. Eine Umdrehung auf der Skala entspricht also ungefähr 1 Meter Fahrweg.

**Schon gewusst?** Der unbeladene Wagen wiegt ca. 58 g, der Gewichtsstein noch einmal 53 g - Wagen und Gewichtsstein haben also fast dasselbe Gewicht!

**Schon gewusst?** Ein großes Rad wiegt 16 g, ein kleines dagegen nur 6 g.

## Ausbau und Verbesserung

### Eine Skala mit einem größeren Messbereich

Führe die Schritte in Heft 3B bis Seite 12, Schritt 12 aus.

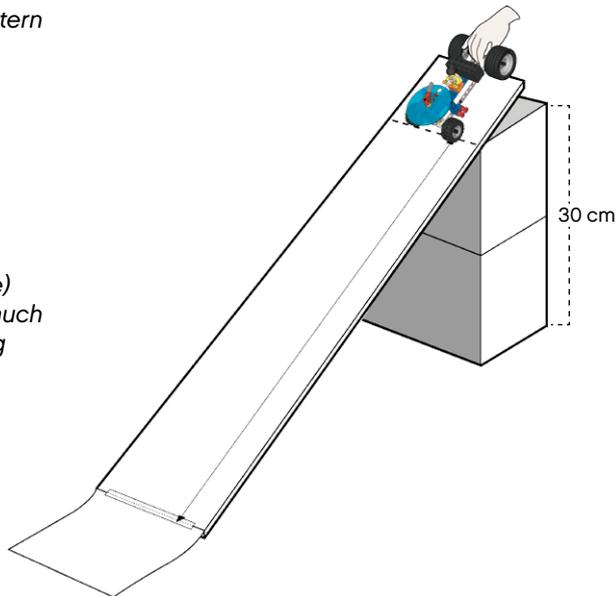
Ersetze das 8er Zahnrad durch ein Zahnrad mit 24 Zähnen. Sage nun voraus, wie weit der Wagen rollen muss, bis der Zeiger eine volle Umdrehung zurücklegt. Überprüfe deine Aussage anschließend im Test.

*Der Wagen muss 3 Meter weit rollen. Das neue Zahnrad besitzt 3 mal so viele Zähne wie das alte kleinere Zahnrad. Deshalb muss sich das Schneckenrad auch 3 mal öfter drehen, bis das 24-Zähne-Rad eine Umdrehung ausführt. Nun musst du die Skala noch neu einrichten (einteilen), um damit Distanzen bis zu 3 Metern genau messen zu können.*

### Steilrampe

Treffe zunächst eine Einschätzung, was passiert, wenn du die Rampenhöhe verdoppelst.

*Wenn du die Lageenergie (an der Startlinie) verdoppelst, verdoppelt sich beim Fahren auch die Bewegungsenergie. Die Achsenreibung wird dagegen nicht verdoppelt.*



# Bergabrennen mit dem Freewheeler

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

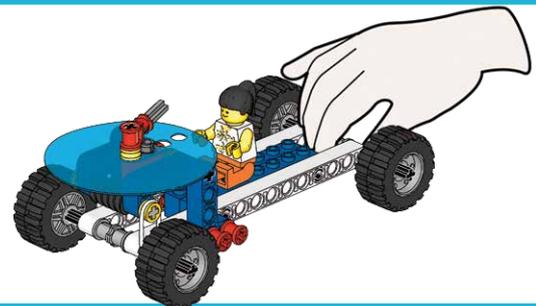
**Wer rollt weiter? Ist mehr Gewicht oder weniger von Vorteil? Was bewirkt die Radgröße? Finden wir es heraus!**



## Baue den Freewheeler zusammen

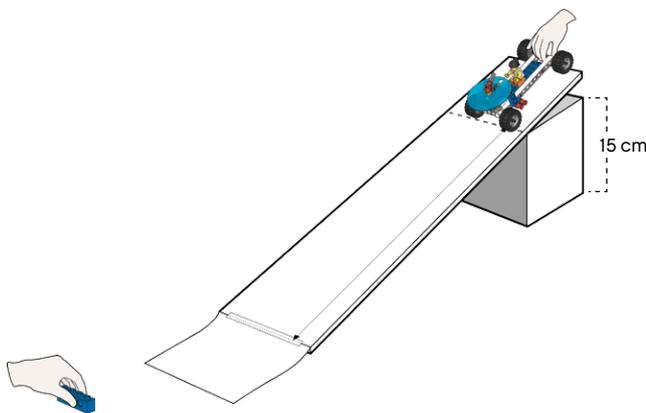
(Alle Schritte in Heft 3A und Heft 3B bis Seite 6, Schritt 12.)

- Überprüfe alle Achsen und Lager auf leichten Lauf
- Lasse deinen Freewheeler von der Rampe fahren



## Rollen schwere oder leichte Wagen weiter?

- Tipp: Schätze vorher die Fahrweite ab und lege am geschätzten Haltepunkt neben der Fahrstrecke einen Markierungsstein ab
- Setze den Skalenzeiger nach jedem Testlauf zurück



## Rollen große Räder besser als kleine?

- Probiere die großen Räder an der Hinterachse aus

## Führe deine Tests in den folgenden Kombinationen durch:

	Meine Voraussage	Meine Messung
Zusatzgewicht		
Große Räder		
Große Räder und Zusatzgewicht		
?		

### Größere Skalen ... und steilere Rampen

Führe die Schritte in Heft 3B bis Seite 12, Schritt 12 aus.  
 Erhöhe die Rampe auf 30 cm.  
 Teste deine Freewheeler-Varianten.

**Nach der Rampenerhöhung habe ich Folgendes festgestellt:**

---



---



---



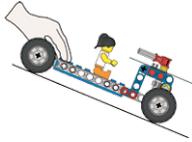
---



---



---

	Meine Voraussage	Meine Messung
		

### Mein eigener Rampen-Rennwagen!

Zeichne deine eigene Wagenkonstruktion für Rampentests.  
 Erkläre die Funktionsweise der 3 wichtigsten Teile.



## Der Hammer

### Aufgabe:

Kann man eine Hammermaschine konstruieren, die Nägel in verschiedene Materialien einschlagen kann?

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT / NT	Technik	AWT / AL	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Produkt konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen</li> <li>• Kräfte (Gewichtskraft, Reibungskraft)</li> <li>• Arbeit (Abhängigkeit von Kraft und Weg)</li> <li>• mechanische Ablaufsteuerung</li> <li>• Tabellen</li> <li>• bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technischen Gegenstand konstruieren</li> <li>• Zahnräder, Hebel, Nocken</li> <li>• Konstruktion zeichnerisch darstellen</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoff- und Materialeigenschaften</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehrteiliges Objekt herstellen</li> <li>• Antrieb nutzen</li> <li>• Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben</li> <li>• vergleichen und optimieren</li> <li>• Experimente durchführen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Maschinen (Zahnradgetriebe, Hebel, Flaschenzug)</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Beobachtung und Erklärung unterscheiden</li> <li>• Kräfte</li> <li>• Kraftwandlern</li> <li>• Reibung</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen nutzen</li> <li>• Messgrößen</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NwT / NT	Technik	Physik	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemgrenzen und Teilsysteme</li> <li>• Bewegungsenergie, Lageenergie</li> <li>• Impuls</li> <li>• Objekt mit Antrieb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technische Lösungen vergleichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masse und Gewichtskraft</li> <li>• Trägheit</li> <li>• Arbeit</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

- Nocke
- Ablaufsteuerung
- Reibung
- Produktsicherheit

### Erforderliches Zusatzmaterial

- Dekomaterial: Wolle, Folie, Karton
- Schere
- Klebeband

## Themaeführung

Gerade haben Jack und Jill einen Hammer zur Hand genommen und schlagen munter auf einen Nagel ein! Sie wollen für ihren Hund Zog eine kleine Hütte bauen, doch sie müssen eine Menge Nägel einschlagen, damit die Bretter fest zusammenhalten; außerdem ist das Holz ziemlich hart.

Nach einer Weile werden den beiden die Arme müde und sie überlegen, ob es denn nicht eine einfachere Möglichkeit gibt, Nägel in Holz zu schlagen. Weil zwei Köpfe mehr denken als einer, versuchen sie, das Problem gemeinsam zu lösen. Kannst du den beiden beim Finden und Testen einer Lösung helfen, die das Hämmern viel einfacher macht?

**Kann man eine Hammermaschine konstruieren, die Nägel in verschiedene Materialien einschlagen kann?**

**Finden wir es heraus!**



## Aufbau

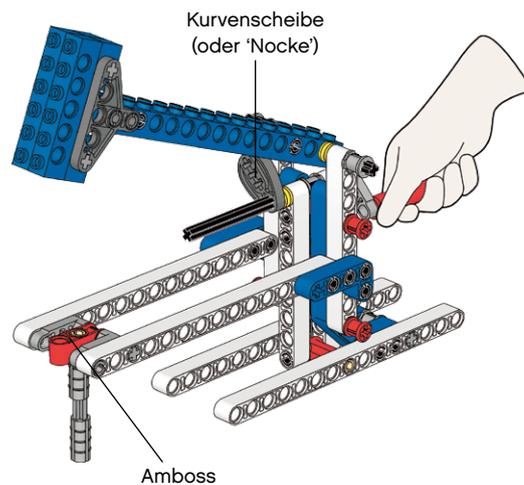
### Baue den Hammer zusammen

(Alle Schritte in Heft 4A und Heft 4B bis Seite 11, Schritt 14.)

### Testversuche

Drehe die Hammerkurbel mit der Hand.  
Funktioniert die Auf- und Abwärtsbewegung  
des Hammers leichtgängig?

*Wenn sich die Kurbel schwer drehen lässt,  
überprüfe die Achslager – wenn diese zu eng  
an den Bausteinen anliegen, entsteht zu viel  
Reibung.*



### Schon gewusst?

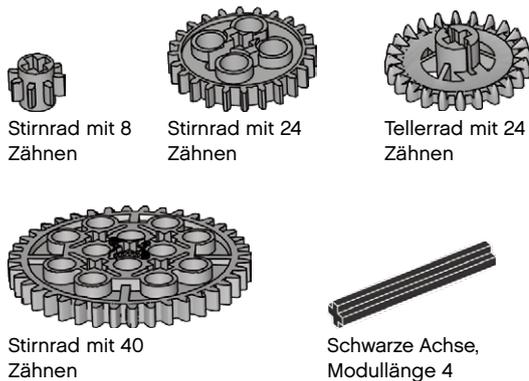
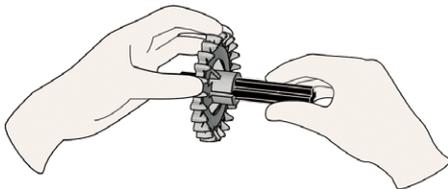
In den LEGO®  
Forschungslaboren wird  
unter anderem dafür  
gesorgt, dass jedes  
Baelement die nötige  
Griffigkeit (Reibung) für  
seinen Einsatzzweck  
aufweist, damit auch  
Kinder sicher mit den  
Bausteinen umgehen  
können. Diese Griffigkeit  
kann als 'Reibleistung'  
bezeichnet werden und  
wird in den Laboren  
präzise gemessen!



## Beobachtung

### Kannst du Reibkräfte mit der Hand messen?

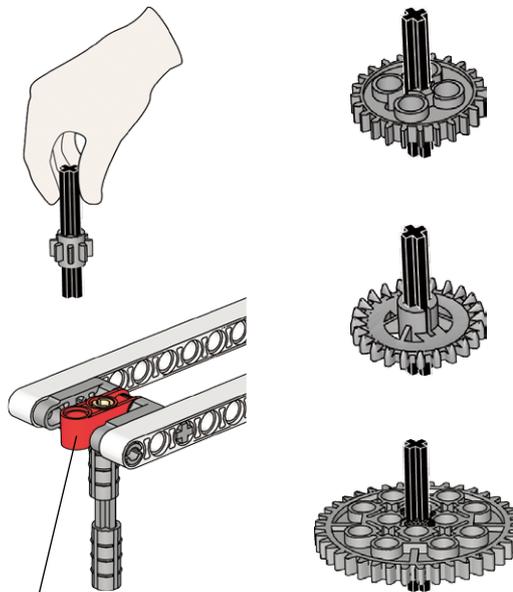
Nimm die abgebildeten Zahnräder zur Hand stecke sie jeweils einzeln auf eine Achse. Drücke die Achse vollständig durch die Räder hindurch. Kannst du die Zahnräder nach ihrer Reibleistung ordnen – angefangen von der stärksten bis zur geringsten Reibung?



### Wie können wir die Reibleistung genauer messen?

- Benutze für alle Zahnradtests Achsen derselben Größe
- Drehe an der Kurbel, um die Achse mit dem Hammer einzuschlagen
- Zähle die Anzahl der Hammerschläge, bis die Achse durch die einzelnen Zahnräder getrieben ist

*In unseren Tests weist das 8er Zahnrad die geringste Reibleistung auf. Es ist sehr klein und schwer zu greifen. Danach folgt das Tellerrad. Dieses ist zwar größer und lässt sich leichter greifen, doch die Reibung wurde herstellerseitig wegen der spitz zulaufenden Zähne vermindert. Die höchste Reibleistung weisen die Stirnräder mit 24 und 40 Zähnen auf – die Zähne sind eher stumpf, die Räder sind leicht zu greifen und übertragen in einem Modell die größten Kräfte.*



Die Achse sollte etwa 5 mm tief im Ambossloch sitzen

### Ist der Hammer bei der Messung der Achsreibung zuverlässiger als das eigene Gefühl?

Wenn du mit jedem Zahnrad mehrere Versuche durchführst, so wirst du dabei ähnliche Resultate erreichen. Der Hammer kann hier als wissenschaftliches Messinstrument eingesetzt werden und liefert viel genauere Ergebnisse als eine gefühlsmäßige Abschätzung. In den LEGO® Laboren werden für dieselbe Aufgabe riesige Maschinen betrieben, die noch weitaus präziser arbeiten.

### Wo kann man eine Kurvenscheibe (Nocke) noch einsetzen?

Auf Seite 14, Schritt 18 führt der Hammer bei jeder Kurbelumdrehung zwei Schläge aus. Du kannst auch die Achsenposition an der Kurvenscheibe tauschen und so den Aktionsablauf abändern. Versuche, eine langsame

Aufwärts- und eine schnelle Abwärtsbewegung zu erzeugen, und umgekehrt.

### Sonderaufgabe: Einsatz eines schwereren Hammers

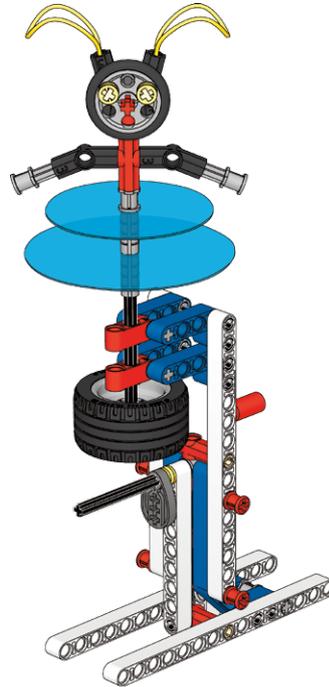
Ein schwererer Hammer treibt die Achsen schneller durch die Zahnräder. Der Hammer fällt mit mehr Energie – dafür musst du natürlich auch mehr Energie mit der Kurbel zuführen. Wissenschaftlich betrachtet, erzielt ein schwererer Hammer einen stärkeren 'Impuls'. Die Gleitkante der Kurvenscheibe ist im Grunde eine schiefe Ebene, die das Anheben schwerer Gewichte erleichtert.

## Ausbau und Verbesserung

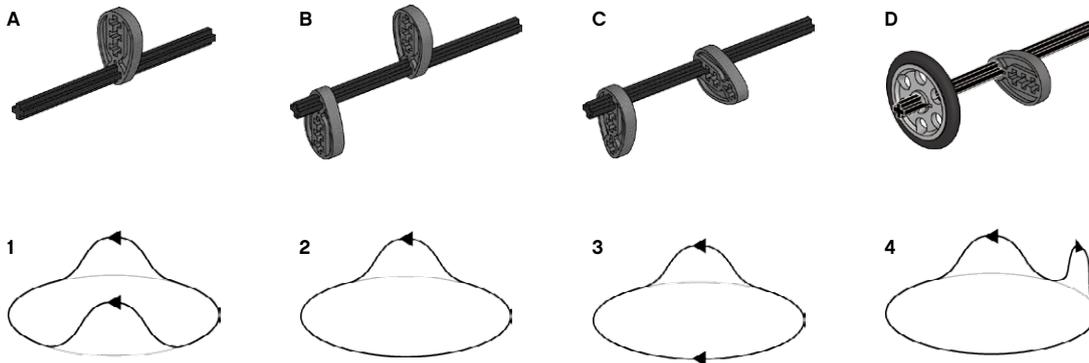
### Die springende Ballerina!

- Baue die Ballerina im Heft 4B, Seite 23, Schritt 21
- Versuche zuerst vorausszusagen, wie sich die Ballerina bewegt, und führe dann den Test durch

*Sie hebt und senkt sich und führt gleichzeitig eine Drehbewegung aus.*



- Kannst du voraussagen, welche 'Tanzbewegungen' die Ballerina mit den folgenden Nockenwellen ausführt?
- Probiere die Nockenwellen anschließend aus.



Antwort: A2, B1, C4, D3.

### Erfinde den neuesten Tanz!

Besorge der Ballerina neue Kleider oder Frisuren. Baue eine kleine Kartonabdeckung, so dass die Nocken nicht mehr von außen sichtbar sind und baue mit der Nockenwelle dein eigenes Tanzprogramm! Kann jemand anders deine Nockenwelle nachbauen, wenn er/sie nur dein Tanzprogramm sieht? Baue die Ballerina so um, dass ihre Arme beim Drehen nach außen fliegen.

**Schon gewusst?**  
Nocken oder Kurvenscheiben werden in Automotoren, Uhren, Spielsachen, Nähmaschinen und Schlössern verwendet – also in vielen Apparaten, in denen zeitgesteuerte Abläufe stattfinden. Du kannst auch Uhren, Spielsachen und Schlösser mitbringen, die Nocken oder Kurvenscheiben enthalten. Zerlege die Produkte um zu sehen, wie die Nockenmechanik funktioniert.

**Hinweis:**  
Das Rad ist im Prinzip eine kreisförmige Nocke. Es treibt die Ballerina an aber erzeugt keine Hebebewegung.

# Der Hammer

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

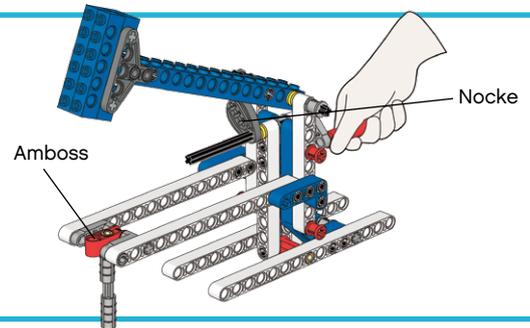
**Kann man eine Hammermaschine konstruieren, die Nägel in verschiedene Materialien einschlagen kann? Finden wir es heraus!**



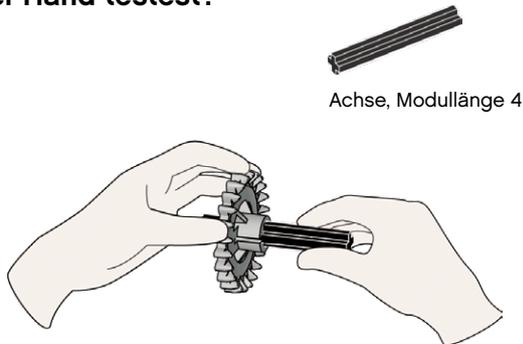
## Baue den Hammer zusammen

(Alle Schritte in Heft 4A und Heft 4B bis Seite 11, Schritt 14.)

Sorge dafür, dass sich der Hammer leichtgängig hebt und senkt. Wenn sich der Hammer nur schwergängig bewegt, überprüfe, ob alle Lager locker sitzen und die anderen Steine fest verbunden sind.



**Welche Zahnräder besitzen deiner Meinung nach die höchste Reibleistung, wenn du die Reibung mit der Hand testest?**

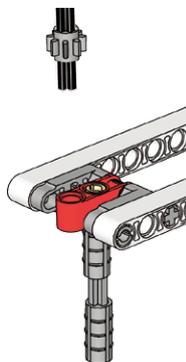


**Wie viel Kraft brauchst du, um die Achse durch das Zahnrad zu drücken?**

Stirnrad mit 8 Zähnen	24 Zähne	Tellerrad mit 24 Zähnen	Stirnrad mit 40 Zähnen

4 = höchste Kraft, 1 = geringste Kraft

**Welche Zahnräder besitzen die höchste Reibleistung beim Hammertest?**



**Wie viele Hammerschläge sind erforderlich, um die Achse durch das jeweilige Zahnrad zu treiben?**

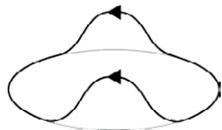
8 Zähne	24 Zähne	Tellerrad mit 24 Zähnen	40 Zähne

**Welches Testsystem (Hand oder Hammer) ist besser? Warum?**

\_\_\_\_\_

## Ballerina

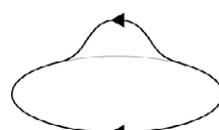
- Baue die Ballerina nach Heft 4B, Seite 23, Schritt 21
- Probiere die verschiedenen Nockenwellen ('Tanzprogramme') aus.
- Finde heraus, welche Nockenwelle zu welchem der 4 Tanzprogramme gehört



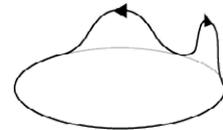
Tanzprogramm 1



Tanzprogramm 2



Tanzprogramm 3



Tanzprogramm 4



### Weitere Ideen:

- Interessante Verzierungen für die Ballerina
- Nockenwelle verdecken und anhand des Tanzprogramms erkennen
- Die Arme der Ballerina fliegen lassen
- Verschiedene Nockenwellen und Tanzprogramme entwickeln

## Meine Tanzfigur

Fertige eine beschriftete Zeichnung deiner Tanzfigur oder von einem anderen Spielzeug an, das mithilfe von Nocken interessante Bewegungen ausführt. Erkläre die Funktionsweise der 3 wichtigsten Teile.



## Das Messrad

### Aufgabe:

Kann man ein Gerät zur Messung von Weitsprüngen konstruieren?

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT / NT	Technik	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Produkt konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen</li> <li>• Übersetzungen (Getriebe)</li> <li>• Tabellen</li> <li>• Messungen durchführen</li> <li>• bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technischen Gegenstand konstruieren</li> <li>• Getriebe</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Konstruktion zeichnerisch darstellen</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antrieb nutzen</li> <li>• Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben</li> <li>• vergleichen und optimieren</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Beobachtung und Erklärung unterscheiden</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen nutzen</li> <li>• Messgrößen</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

Physik	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• gleichförmige Bewegungen</li> <li>• Kraftwandlern</li> <li>• Reibung</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

- Skala einrichten
- Skala (Messinstrument)
- Untersetzen
- Fehler
- Genauigkeit

### Erforderliches Zusatzmaterial

- Lineal
- Drei gerade Gegenstände mit weniger als 1 m Länge
- Genügend Platz auf einer ebenen Bodenfläche für Weitsprünge
- Folienstift (abwischbar)

## Themaeführung

Jack und Jill bereiten sich für das Sportfest an ihrer Schule vor. Ihre Lieblingsdisziplin ist der Weitsprung. Jack hat gerade ein großen Sprung gemacht und ist ganz gespannt, welche Weite er geschafft hat.

Leider hat Jill kein Lineal, das lang genug ist, um die Sprungweite zu bestimmen, daher versucht sie, die Länge in Schritten abzumessen. Der Hund Zog, der sich für einen sehr viel besseren Weitspringer hält, versucht unterdessen ein paar Sprünge.

Schließlich sagt Jill, dass Jacks Sprung 58 cm weit war.

Nun ist Jill an der Reihe und unternimmt einen Sprungversuch. Anschließend behauptet sie, dass ihr Sprung 4 Meter weit war, aber Jack hat kein großes Vertrauen in Jills Schätzungen!

Die beiden bräuchten ein Gerät, mit dem Sie die Weite ihrer Sprünge genau messen könnten.

**Kann man ein Gerät zur Messung von Weitsprüngen bauen?  
Finden wir es heraus!**



## Aufbau

### Baue das Messrad zusammen

(Alle Schritte in Heft 5A und Heft 5B bis Seite 6, Schritt 11.)

- Wenn du abwischbare Farbstifte benutzt, kannst du direkt auf die Kunststoffskala schreiben. Andernfalls kannst du die Skala auf Papier nachziehen und als Kopie ausschneiden.
- Kontrolliere, ob der Zeiger beim Anschieben des Messrads leichtgängig läuft. Wenn er sich nur schwer dreht, sieh nach, ob Achslager zu fest sitzen oder ob Bausteine nur locker zusammengesetzt sind.
- Was kann man mit diesem Messrad gut messen? Aus den Antworten der Schüler kann eine Liste erstellt werden
- Trage deine Markierungen auf der blauen Kunststoffscheibe auf oder übertrage die Scheibenform auf ein Blatt Papier und schneide sie aus. Trage die Skalenmarkierungen auf und befestige die Papierskala auf der blauen Kunststoffscheibe.



## Beobachtung

### Dein Fuß als Maßeinheit

Wie viele Fußlängen passen auf die Skala? Messe die Länge deines Schuhs mehrmals. Markiere den Nullpunkt und fahre deinen Schuh mit dem Messrad ab. Wenn du das Schuhende erreichst, setzt du eine neue Markierung auf die Skala. Wiederhole dies, bis du auf der Skala eine Runde zurückgelegt hast. (Dies müsste nach ein paar 'Füßen' der Fall sein.)

Damit hast du die Skala in 'Füße' oder 'Schuhlängen' eingeteilt.

### Schätzaufgabe

Wie viele Schuhlängen ist dein Tisch breit? Messe die Distanz zuerst mit deinem (nach Schuhlängen eingeteilten) Messrad. Ziehe dann deinen Schuh aus, und messe die Tischbreite mit deinem richtigen Schuh. Wie genau war die Messung des Messrads?

Wo liegen die Probleme einer Messung in Schuhlängen?

*Verschiedene Menschen haben normalerweise verschieden große Füße! Daher verwenden wir normalerweise Maßeinheiten, die international einheitlich festgelegt sind, z.B. die Einheiten des metrischen Systems.*

### Messgenauigkeit: Ist das Messrad genauer als ein Lineal?

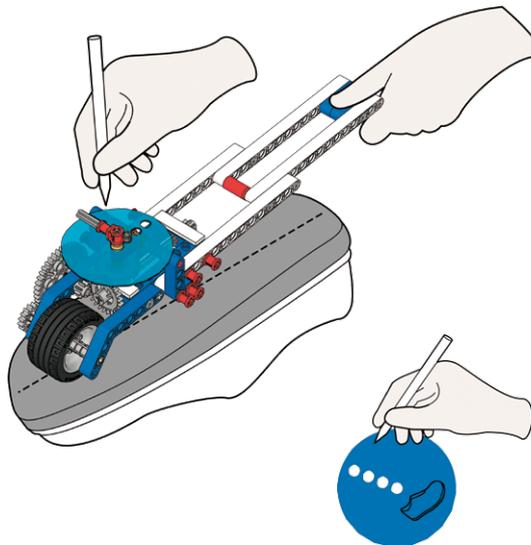
Suche 3 Dinge zusammen, die deiner Einschätzung nach kürzer als 1 Meter sind.

- Versuche zu schätzen, wie lang die jeweiligen Gegenstände sind
- Messe die Längen mit dem Messrad
- Messe die Längen mit einem Lineal
- Was hast du herausgefunden?

*Die genauesten Messungen lassen sich mit dem Lineal erzielen aber das Messrad ist nicht viel schlechter. Unpräziser sind die reinen Schätzungen. Besonders geeignet sind Messräder für die Messung von Gegenständen oder Weiten, die länger als ein normales Lineal oder ein Maßstab sind.*

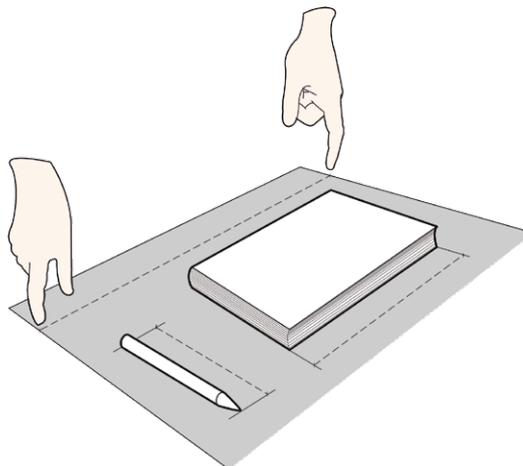
Was passiert nun, wenn die Messweite über 1 m liegt? Wie misst du deinen besten Weitsprung?

*Wenn du eine Länge von 1,5 m mit dem Messrad abfährst, steht der Zeiger auf 50 cm! Der Zeiger hat die Skala also einmal umrundet und weiter gemessen. Dadurch ergibt sich manchmal ein zusätzliches Problem: Du musst dir nämlich merken, wie oft der Zeiger die Nullmarkierung überstreicht.*



**Hinweis:**  
Finde heraus, wie sich der Zeiger nach jeder Messung zurücksetzen lässt.

**Hinweis:**  
Die Genauigkeit der Waage hängt davon ab, wie viel Druck auf das Rad ausgeübt wird. Ein leichter Druck liefert die besten Messergebnisse – probiere es aus.



## Ausbau und Verbesserung

**Wir lassen sich mit einem Messrad bequem Weitsprünge messen, die länger als 1 m sind?** Könnten wir eine zweite Skala an die Konstruktion bauen, deren Zeiger sich deutlich langsamer dreht als der der ersten Skala?

*Auf jeden Fall sollte der Skalenbereich (eine Umdrehung) weiter als 1 m reichen.*

Baue das Modell bis zur Seite 12, Schritt 11. Fahre die 3 m-Skala auf Papier nach und schneide sie aus, wenn du die Originalskala nicht beschriften willst. Rolle das Messrad nun über eine Länge von mehr als 1 m. Versuche dabei, beide Skalen abzulesen.

**Jetzt kann es mit den Weitsprungversuchen richtig losgehen!**

- Die Schüler können nun ihre Weitsprungqualitäten unter Beweis stellen. Dabei müssen natürlich die räumlichen Verhältnisse des Klassenzimmers berücksichtigt werden – Sicherheit geht vor. Enge Platzverhältnisse können umgangen werden, wenn die Weitsprungversuche kurzerhand auf eine Wiese im Außenbereich verlegt oder auf Weitsprünge aus dem Stand reduziert werden.
- Gebe vor deinem Sprungversuch eine Weitenschätzung ab. Benutze anschließend das Messrad um die tatsächliche Weite zu messen. Versuche auch, die Sprungweite mit einem Lineal zu messen. Was hast du herausgefunden?

*Es ist viel einfacher, die Weite mit dem Messrad zu bestimmen. Es kann in einem Messgang eine Länge von bis zu 3 m messen. Um zu einem genauen Resultat zu kommen, musst du jedoch beide Skalen ablesen. Ein Lineal dagegen musst du vielmals anlegen und anschließend die Messstücke im Kopf zusammenrechnen. Außerdem können bei jeder Verschiebung des Lineals Messfehler auftreten.*

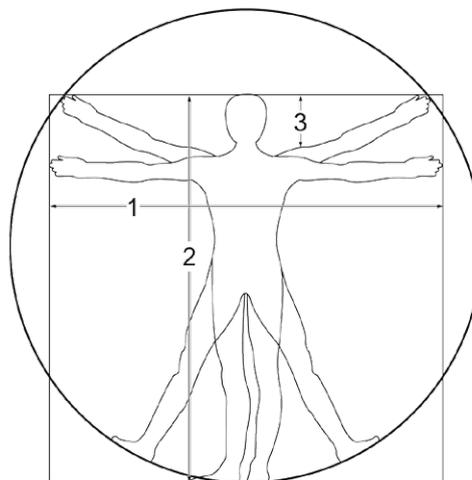
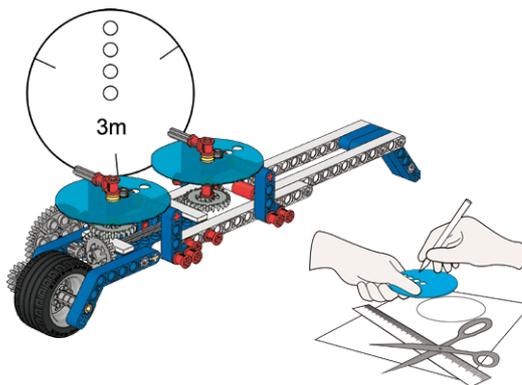
### Leonardos magische Körpermaße

Weißt du, was diese bekannte Darstellung von Leonardo da Vinci bedeutet?

Versuche, die angezeichneten Distanzen zu messen.

Kannst du dabei bestimmte Übereinstimmungen oder Verhältnisse entdecken? Wenn dir jemand seine Körpergröße verrät, kannst du dann einschätzen, wie groß die Spannweite seiner Arme ist – oder die Höhe seines Kopfes?

*Häufig sind die Armspannweite (1) und die (2) Körpergröße gleich. Der Kopfhöhe (3) beträgt normalerweise 1 Sechstel (1/6) der gesamten Körpergröße. Diese Verhältnisse können beim Zeichnen von Menschen als praktische Grundregeln dienen. In welchem Verhältnis stehen wohl Beine und Arme?*



**Zum Getriebeverhältnis**  
Die 2 Zeiger sind über eine Getriebestufe verbunden, die aus einem 8er und einem 24er Zahnrad besteht. Durch diese Untersetzung wandert der Zeiger der zweiten Skala 3 mal so langsam, wie der erste, d.h. eine Umdrehung entspricht einer Messdistanz von 3 m.

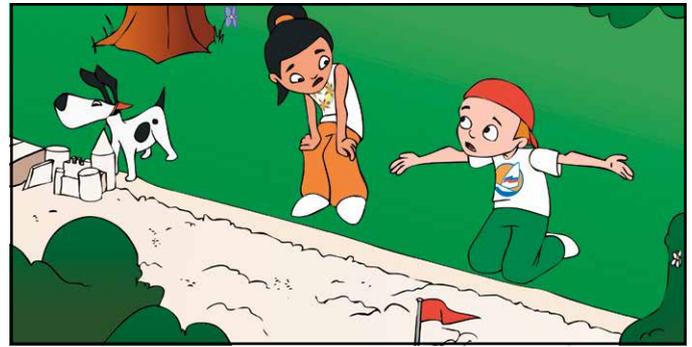
**Anregung:**  
Ein weiterer Vorteil des Messrads gegenüber einem Lineal besteht darin, dass sich auch die Länge von Kurven prima messen lässt. Versuche z.B. einmal, den Umfang deines Kopfes oder deiner Hüfte zu schätzen, und messe diesen anschließend mit dem Rad – du wirst bestimmt überrascht sein!

**Hinweis:**  
Bei den Messungen kann es erforderlich sein, die zu messende Person an eine Wand zu stellen und die Messdistanzen neben dem Körper an der Wand abzufahren.

# Das Messrad

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

**Kann man ein Gerät zur Messung von Weitsprüngen erfinden?  
 Finden wir es heraus!**



## Baue das Messrad zusammen

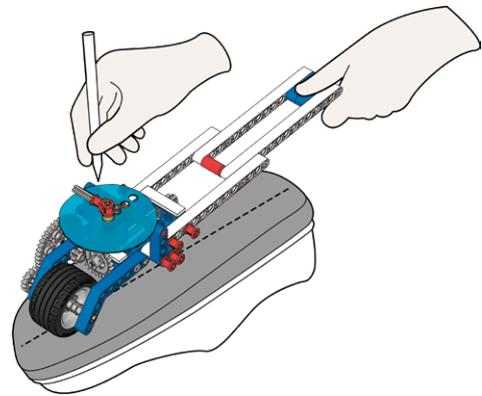
(Alle Schritte in Heft 5A und Heft 5B bis Seite 6, Schritt 11.)

Wie viele Schuhlängen ist dein Tisch breit?

Meine Antwort: \_\_\_\_\_

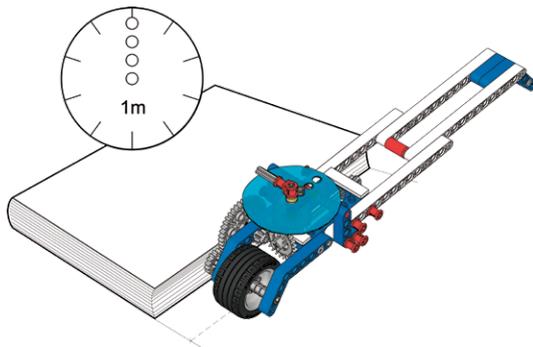
Wie viele Schuhlängen passen auf deine Skala?

Meine Antwort: \_\_\_\_\_



## Gegenstände messen

- Trage 3 weitere Gegenstände zusammen, die kürzer als 1 m sind.
- Schätze die Längen der Gegenstände
- Messe die Längen mit dem Messrad
- Messe die Längen mit einem Lineal



	Meine Schätzung	Mein Messwert mit dem Messrad	Mein Messwert mit dem Lineal
Kugelschreiber	cm	cm	cm
Mäppchen	cm	cm	cm
	cm	cm	cm
	cm	cm	cm
	cm	cm	cm

### Fertig zum Weitsprung!

- Baue dein Modell bis Seite 12, Schritt 11
- Baue die 3 m-Skala an das Messrad an
- Schätze im Voraus deine Sprungweite und messe sie anschließend
- Wiederhole das Ganze 3 mal.



Was kann ein Messrad besser als ein Lineal?

Meine Antwort:

---

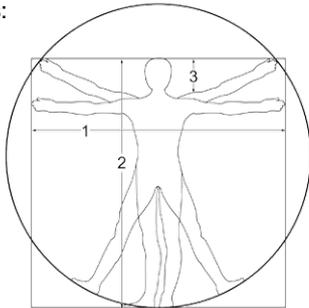


---

	Meine Voraussage	Meine Messung
Sprung 1	cm	cm
Sprung 2	cm	cm
Sprung 3	cm	cm

### Leonardos magische Körpermaße

Leonardos Kreis:



	Meine Schätzung	Mein Messwert mit dem Messrad
Armspanweite (1)	cm	cm
Körpergröße (2)	cm	cm
Kopfhöhe (3)	cm	cm

### Mein geniales Messrad!

Fertige eine beschriftete Zeichnung deiner eigenen Konstruktion zur Distanzmessung an. Erkläre, wie die 3 wichtigsten Teile deiner Konstruktion funktionieren.



## Die Briefwaage

### Aufgabe:

Kann Jill ein Gerät konstruieren, das die Gewichte der verschiedenen Briefe unterscheiden kann, die ihre Mitschüler bei ihr abgeben?

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT / NT	Technik	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Produkt konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen</li> <li>• Übersetzungen (Getriebe; Hebel)</li> <li>• Kräfte (Gewichtskraft, Reibungskraft)</li> <li>• Tabellen</li> <li>• Messungen durchführen</li> <li>• bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technischen Gegenstand konstruieren</li> <li>• Zahnräder, Hebel</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Konstruktion zeichnerisch darstellen</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben</li> <li>• vergleichen und optimieren</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Maschinen (Zahnradgetriebe, Hebel, Flaschenzug)</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Beobachtung und Erklärung unterscheiden</li> <li>• Kräfte</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen nutzen</li> <li>• Messgrößen</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

Physik	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masse und Gewichtskraft</li> <li>• Trägheit</li> <li>• Kraftwandlern</li> <li>• Reibung</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

- Wirkungsgrad
- Waage
- Genauigkeit
- Skala
- Zurücksetzen
- Nettogewicht

### Erforderliches Zusatzmaterial

- Abwischbare Folienstifte zur Einteilung der Skala
- Schere, Farbstifte, alte Umschläge, Papier und Klebeband zur Anfertigung von Briefen und Briefmarken
- Verschiedene kleine Gegenstände mit einem Gewicht von unter 150 g
- Eine kleine Tasche, gefüllt mit Münzen derselben Art
- Ein leichtes Plastikglas
- Messbecher
- Wasser

## Themaeführung

Jack und Jill haben sich an ihrer Schule einen Post- und Lieferservice eingerichtet. Sie haben nun vor, Briefe zu schreiben und an all ihre Schulfreunde zu versenden.

Damit die Poststelle möglichst wirklichkeitsgetreu wird, hat Jill sogar interessante Briefmarken entworfen. Nun wiegt sie die Briefe, um herauszufinden, wie diese frankiert werden müssen.

Jack würde die neue Poststelle auch gerne benutzen, um seiner Großmutter ein schweres Paket zu senden – sie hat schließlich bald Geburtstag. Er packt das Paket ein und will es nun wiegen um zu sehen, welche Briefmarken er benötigt... aber leider sieht es so aus, als ob die Briefwaage mit dem schweren Paket nicht zurecht käme.

Können Jack und Jill dieses Problem lösen, damit Jack wirklich die richtigen Marken auf Großmutter's Paket klebt?

**Kann Jill ein Gerät erfinden, das die verschiedenen Gewichte der Briefe und Pakete messen kann, die ihr die Mitschüler zum Versenden bringen? Finden wir es heraus!**



## Aufbau

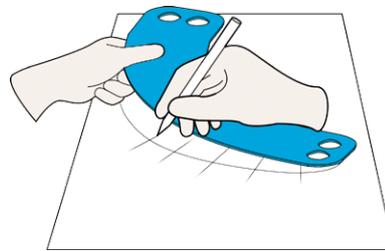
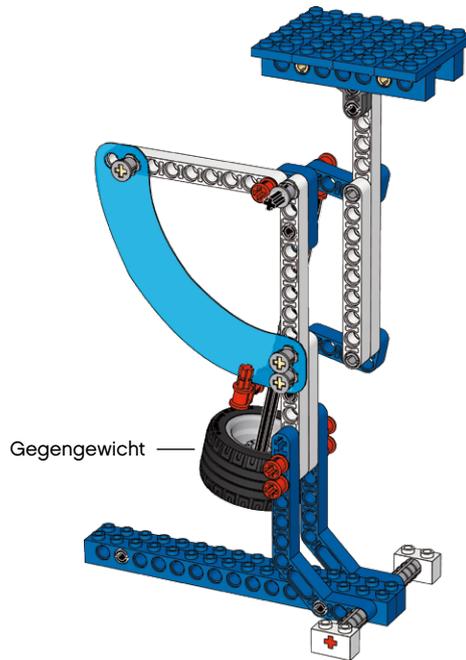
### Baue die Briefwaage zusammen

(Alle Schritte in Heft 6A und Heft 6B bis Seite 11, Schritt 20.)

### Feineinstellung der Waage

Der Zeigerarm sollte sich leichtgängig bewegen und nach jedem Wiegevorgang zum selben Ausgangspunkt zurückkehren. Wenn der Arm fest hängt, kontrolliere, ob die Achslager zu fest sitzen. Verschiebe das Gegengewicht auf der Achse so, dass der Zeiger auf dem Nullpunkt der Skala steht.

Trage deine Markierungen mit einem abwischbaren Folienstift auf der blauen Kunststoffscheibe auf oder übertrage die Scheibenform auf ein Blatt Papier und schneide sie aus. Trage die Skalenmarkierungen auf und befestige die Papierskala auf der blauen Kunststoffscheibe.



**⚡ Tipp:**  
Damit Waagen wirklich genau arbeiten, müssen sie richtig eingestellt sein. Achte darauf, dass deine LEGO® Briefwaage vor dem Wiegen stets korrekt justiert ist.

**⚡ Schon gewusst?**  
Auch wenn man es auf den ersten Blick nicht sieht, ist eine Briefwaage prinzipiell ein zweiseitiger Hebel.

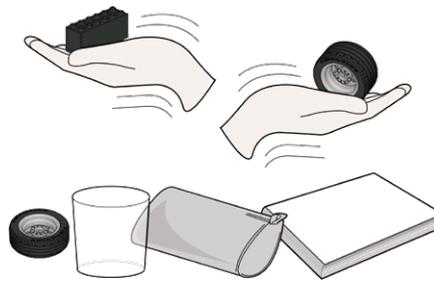
Der Brief übt dabei die Kraft aus, mit der das Gegengewicht angehoben wird. Kannst du ermitteln, wo sich der Drehpunkt befindet?



## Beobachtung

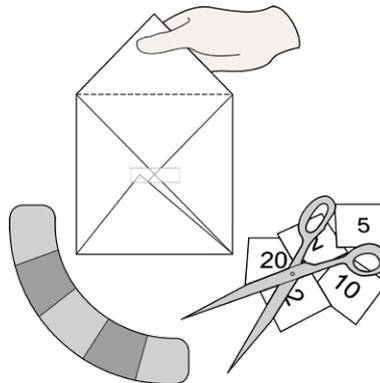
### Hand und Gerät im Vergleich

Nehme 5 Gegenstände und wiege sie mit der Hand. Ordne Sie dann in einer Reihenfolge vom leichtesten zum bis zum schwersten Gewicht. Beziehe dabei auch das große Rad (16 g) und den Gewichtstein (53 g) ein. Schreibe deine Gewichtsschätzungen auf. Wiege die Gegenstände nun auf der Waage. Waren deine Schätzungen gut? Hast du die Gegenstände in der richtigen Gewichtreihenfolge geordnet?



### Schulpoststelle

Ein Postdienst eignet sich hervorragend als tägliche oder wöchentliche Aktivität und ist sicher einen Versuch wert! Stelle deine eigenen Umschläge, Briefe und Pakete her. Gestalte deine eigenen Briefmarken und fange an, die Sendungen zu wiegen.

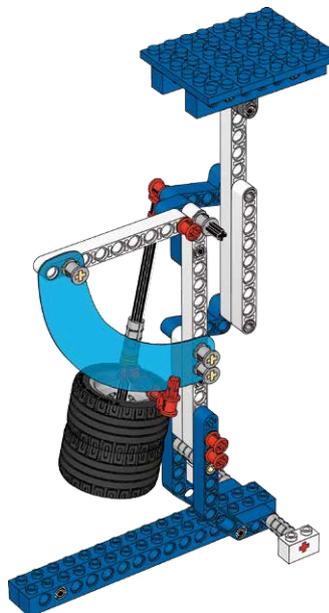


### Schergewichte

Wie können Pakete mit einem Gewicht von mehr als 150 g gewogen werden? Diese Frage kann die Lehrkraft an die Schüler weitergeben und aus den Antworten eine Liste erstellen.

Baue das Modell bis Seite 11, Schritt 21 weiter und bringe ein zweites Rad an der Gegengewichtsachse an. Nun musst du eine weitere leere Skala beschriften oder die Kunststoffskala neu einteilen.

Suche ein paar schwerere Gegenstände, die du wiegen kannst. Findest du zwei verschiedene Sachen, die fast dasselbe Gewicht aufweisen?



**Tip:**  
Normalerweise können wir schwerere Gewichte besser einschätzen. Die Maschine liefert aber fast immer genauere Ergebnisse.

**Tip:**  
Verschiebe das Gegengewicht weit nach oben. Möglicherweise musst du auch den Zeiger verstellen. Mit dieser Einstellung kannst auch bei leichten Briefen einen größeren Zeigerausschlag erzielen. Allerdings benötigst du dann eine neue leere Skala, die du einteilen musst. Als Einheiten können z.B. Cent oder Briefmarken angezeichnet werden.

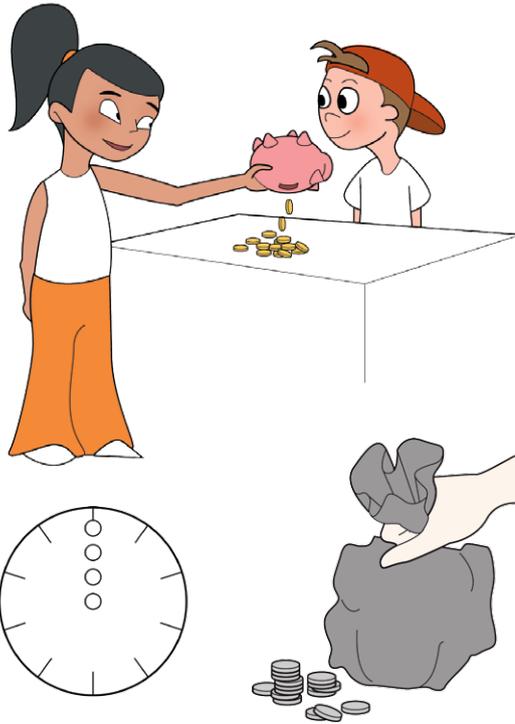
## Ausbau und Verbesserung

### Geldbeutel

Kann man eine größere Anzahl gleicher Münzen auch schneller zählen als Stück für Stück?

Baue das letzte Waagenmodell mit Rundskala auf (Seite 16, Schritt 12).

Beginne mit einer leeren Skala. Wiege nacheinander 5, 10 und 20 Münzen und markiere dabei die Zeigerpositionen auf der Skala. Jetzt kannst du den Rest der Skala mit der Maßeinheit Cent oder Euro einteilen. Teste nun die Skala mit einem kleinen Beutel voller Münzen oder mit einem kleinen Münzhaufen!



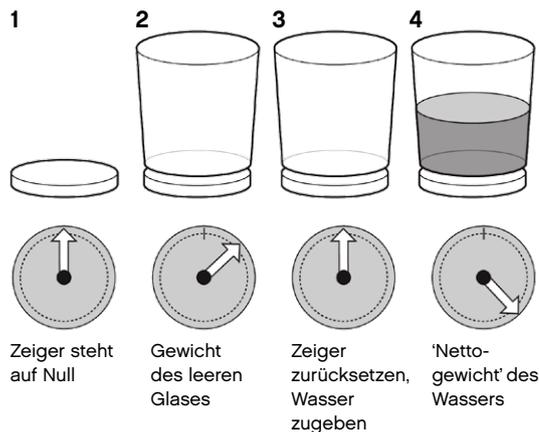
### Die schlaue Waage

Viele Dinge, die wir wiegen wollen, benötigen einen Behälter, z.B. Wasser in einem Glas, Schokolade in einer Schachtel oder auch die Münzen in einem Sparschwein – wie können wir herausfinden, was diese Inhalte ohne ihren Behälter wiegen?

Hier kann die Lehrkraft die Klasse befragen und diskutieren lassen – vielleicht hat einer der Schüler die Idee, die Waage nach dem Beschweren mit dem leeren Behälter auf Null zurückzustellen.

### Zunächst muss das Gewicht des Behälters abgezogen werden

1. Schneide eine Kopie der eingeteilten Rundskala aus, befestige sie an der Modellskala und setze den Zeiger zurück.
2. Stelle ein Kunststoffglas auf den Wiegeteller.
3. Stelle den Zeiger auf Null zurück. Messe nun 100 ml Wasser in einem Messbecher ab.
4. Gebe das Wasser in das Kunststoffglas... die Waage sollte nun 100 g anzeigen! Beim Zurücksetzen des Zeigers wird das Gewicht des Behälters praktisch subtrahiert. Auf diese Weise können wir das Nettogewicht (also das reine Inhaltsgewicht) bestimmen.



# Die Briefwaage

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

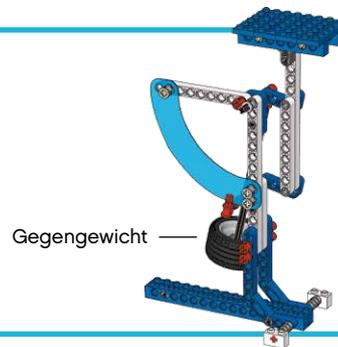
**Kann Jill ein Gerät konstruieren, das die Gewichte der verschiedenen Briefe unterscheiden kann, die ihre Mitschüler bei ihr abgeben?  
 Finden wir es heraus!**



## Baue die Briefwaage zusammen

(Alle Schritte in Heft 6A und Heft 6B bis Seite 11, Schritt 20.)

- Der Zeigerarm sollte sich leichtgängig bewegen lassen. Wenn dies nicht der Fall ist, kontrolliere, ob Lager zu fest sitzen und ob die anderen Teile fest genug verbaut sind.
- Verschiebe das Gegengewicht auf der Achse, um den Zeiger zurückzustellen

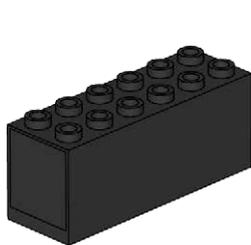
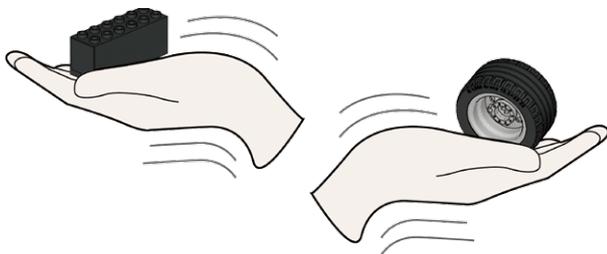


## Hand und Gerät im Vergleich

- Bringe 5 Gegenstände in eine Reihenfolge, von leicht nach schwer
- Trage die Gegenstände in die Tabelle ein
- Versuche zunächst, ihre Gewichte zu schätzen
- Wiege die Gegenstände anschließend auf der Waage

### Anregung:

Wenn du versucht, einen Gegenstand in der Hand zu wiegen, kannst du zum Vergleich ein bekanntes Gewicht in die andere Hand nehmen!



53 g



16 g

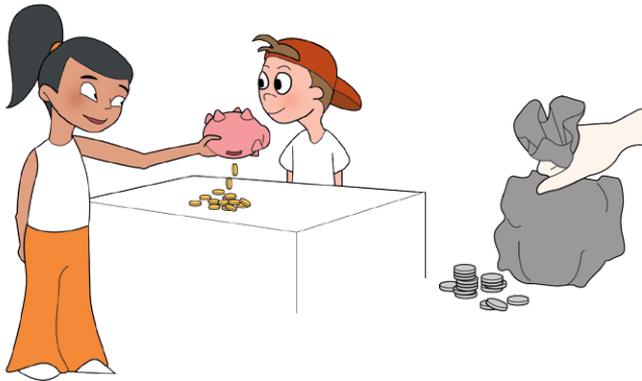
	Gegenstand	Meine Schätzung	Meine Messung
1		g	g
2		g	g
3		g	g
4		g	g
5		g	g

### Geldbeutel

Führe die Schritte im Heft 6B bis auf Seite 16, Schritt 12 aus und befestige eine leere Skala an der Waage.

- Wiege nacheinander 5, 10 und 20 Münzen derselben Sorte
- Teile deine Skala in Geldbeträge ein
- Wie viel Geld befindet sich im 'geheimen Beutel' – gebe zuerst eine Schätzung ab und stelle ihn dann auf die 'Geldwaage'
- Zähle die Münzen durch – wie gut waren deine Wiegeversuche?

Meine Schätzung	Meine Messung	Meine Zählung



### Meine verblüffende Wiegemaschine

Fertige eine beschriftete Zeichnung deiner eigenen Waagenkonstruktion an.

Erkläre die Funktionsweise der 3 wichtigsten Teile.



## Tick-Tack, die Pendeluhr

### Aufgabe:

Können wir ein Gerät bauen, um die Rennzeit zu messen?

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT / NT	Technik	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Produkt konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen</li> <li>• Übersetzungen (Getriebe; Hebel)</li> <li>• Kräfte (Gewichtskraft, Reibungskraft)</li> <li>• Energie (Impuls)</li> <li>• Tabellen</li> <li>• Messungen durchführen</li> <li>• bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technischen Gegenstand konstruieren</li> <li>• Zahnräder</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Konstruktion zeichnerisch darstellen</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehrteiliges Objekt herstellen</li> <li>• Antrieb nutzen</li> <li>• Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben</li> <li>• vergleichen und optimieren</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Maschinen (Zahnradgetriebe, Hebel, Flaschenzug)</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Beobachtung und Erklärung unterscheiden</li> <li>• Kräfte</li> <li>• Trägheit</li> <li>• Lageenergie, Bewegungsenergie</li> <li>• Energieumwandlungen</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen nutzen</li> <li>• Messgrößen</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NwT / NT	Technik	AWT / AL	Physik	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trägheit mechanische Ablaufsteuerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiewandlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiewandlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masse und Gewichtskraft</li> <li>• Kraftwandler</li> <li>• Reibung</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

- Pendel
- Genauigkeit
- Kalibrieren
- Skala
- Energie

### Erforderliches Zusatzmaterial

- Stoppuhr

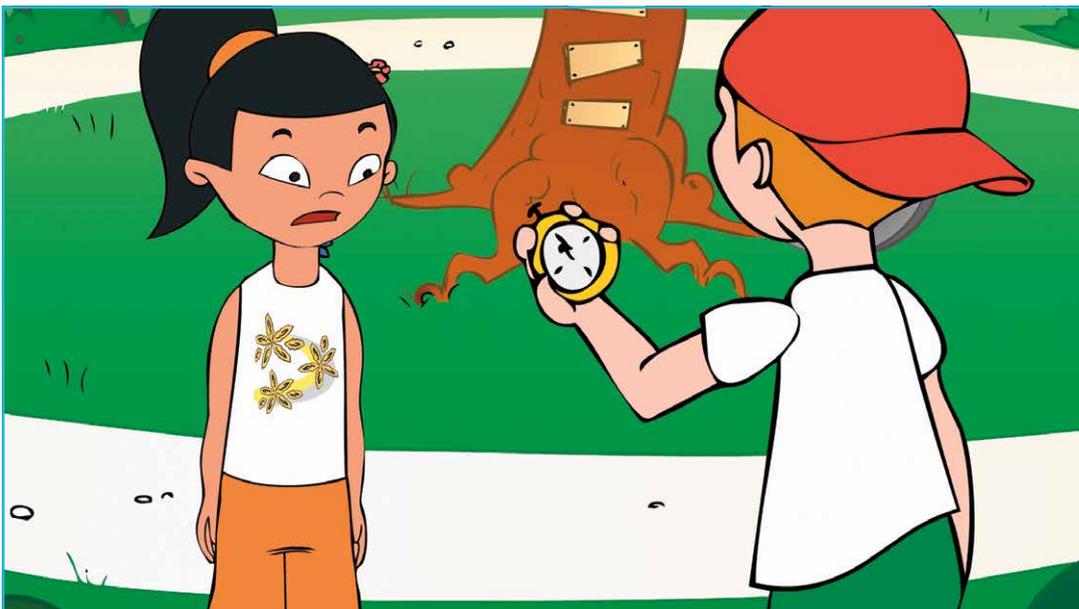
## Themaeführung

Jack und Jill haben sich die Olympiade im Fernsehen angesehen und wollen nun ausprobieren, ob sie die Zeiten der Athleten schlagen können. Also gehen sie in den Garten und legen ihre Laufstrecke fest: 3 Runden um die alte Eiche.

Jill möchte den ersten Rekordversuch starten, Jack gibt das Kommando: "Auf die Plätze, fertig, los!" Bei 'los' drückt er auf die Stoppuhr in seiner Hand. Leider drückt er vor Aufregung ein bisschen zu fest und die Stoppuhr bricht.

Wie können die beiden nun die Zeiten beim Rennen rund um die Eiche stoppen?

**Können wir ein Gerät bauen, um die Rennzeit zu messen?  
Finden wir es heraus!**



## Aufbau

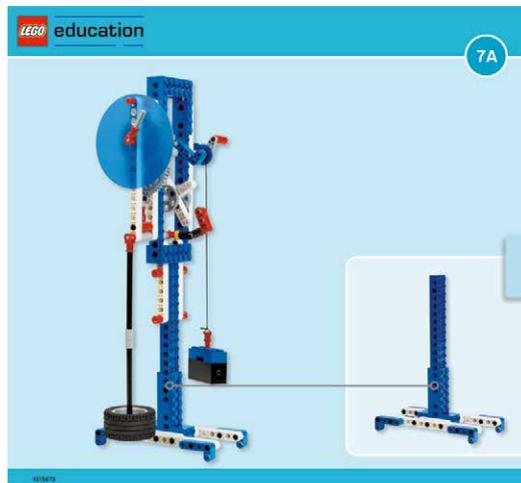
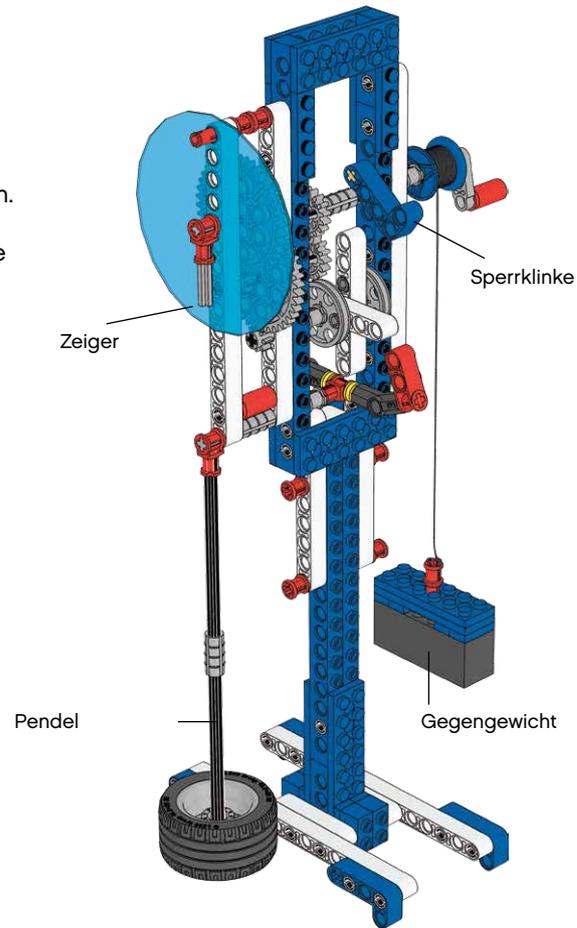
### Baue die Pendeluhr Tick-Tack zusammen

(Alle Schritte in Heft 7A und Heft 7B bis Seite 17, Schritt 26.)

Löse die Sperrklinke an der oberen Achse, gebe die Zahnräder frei und ziehe das Gegengewicht mit Hilfe der Kurbel nach oben. Bringe die Zahnräder und die Sperrklinke wieder in ihre ursprüngliche Position und leite die Pendelschwingung ein.

Was passiert?

*Die Uhr beginnt zu ticken.*



## Beobachtung

### Lasse die Zeit langsamer oder schneller ablaufen!

Sage zunächst voraus, was passiert, und führe anschließend den Test durch.

- A. Achte darauf, dass sich das große Rad in der untersten Position befindet. Wie viele Sekunden benötigt der Zeiger für eine vollständige Runde auf der Skala?

*Er braucht ungefähr 70 Sekunden.*

- B. Verschiebe das große Rad auf der Achse nach oben und leite die Pendelschwingung ein. Stoppe die Zeit noch einmal.

*Jetzt tickt die Uhr noch schneller. Der Zeiger führt in etwa 55 Sekunden eine Umdrehung aus.*

- C. Befestige nun ein kleines Rad am Pendel wie auf Seite 18, Schritt 27 gezeigt. Wie viele Sekunden benötigt der Zeiger nun für eine vollständige Umdrehung auf der Skala?

*Er braucht ungefähr 56 Sekunden. Also ist der Zeiger nun schneller als mit einem großen Rad, das sich in derselben Position befindet, denn ein kleines Rad wiegt weniger als ein großes und benötigt daher weniger Energie für die Pendelschwingung.*

### Kalibrierung auf 1 Minute

Es ist möglich, die Uhrumdrehung auf fast genau 1 Minute zu kalibrieren. Verschiebe das kleine Rad solange auf der Pendelachse nach oben oder nach unten, bis der Zeiger eine Skalenumdrehung in etwa 60 Sekunden zurücklegt.



**Tip:**  
Du erreichst eine Umdrehungsdauer von ca. 1 Minute, wenn du das Rad auf der Pendelachse etwa 3 cm nach oben schiebst.

## Ausbau und Verbesserung

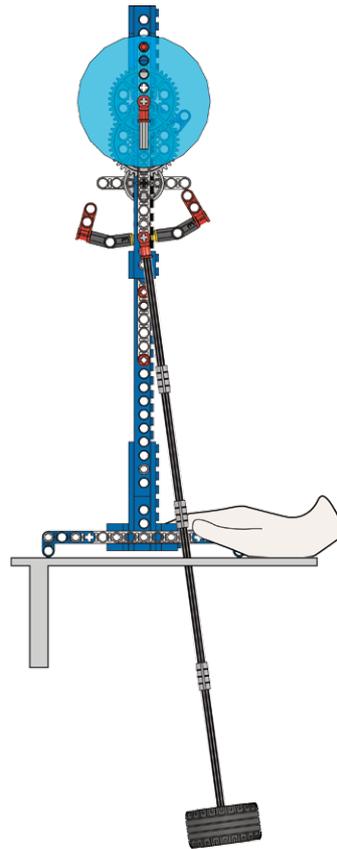
### Pendelverlängerung

Führe die weiteren Schritte in Heft 7B bis Seite 20, Schritt 3 aus.

Was würde wohl passieren, wenn das Pendel deutlich länger wäre?

Stelle Tick-Tack an der Tischkante auf. Halte die Uhr im unteren Bereich fest, damit sie sicher steht. Was passiert?

*Die Pendeluhr läuft deutlich langsamer.  
Mit dem langsamer schwingenden Pendel  
kannst du nun deutlich längere Zeiten messen,  
Eine längeres oder schwereres Pendel  
benötigt mehr Energie und daher auch mehr  
Zeit, um hin- und herzuschwingen.*



# Tick-Tack, die Pendeluhr

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

\_\_\_\_\_

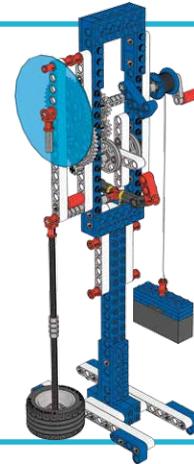
**Können wir ein Gerät bauen, um die Rennzeit zu messen?  
Finden wir es heraus!**



## Baue die Pendeluhr Tick-Tack zusammen

(Alle Schritte in Heft 7A und Heft 7B bis Seite 17, Schritt 26.)

Ziehe die Uhr auf und lasse sie laufen, indem du die Pendelschwingung einleitest.



## Lasse die Zeit langsamer oder schneller ablaufen!

Sage zunächst voraus, wie sich die Änderungen in der Tabelle auswirken und führe dann den praktischen Test durch.

Wie viele Sekunden benötigt der Zeiger für eine vollständige Runde auf der Skala bei den Modellen A, B und C?

		Meine Voraussage	Meine Messung
A		Sekunden	Sekunden
B		Sekunden	Sekunden
C		Sekunden	Sekunden

**Pendelverlängerung**

Führe die weiteren Schritte in Heft 7B bis Seite 20, Schritt 3 aus.

Stellen Sie Tick-Tack an der Tischkante auf.  
Halte die Uhr im unteren Bereich fest, damit sie sicher steht.  
Was passiert?

**Meine Antwort:**

---



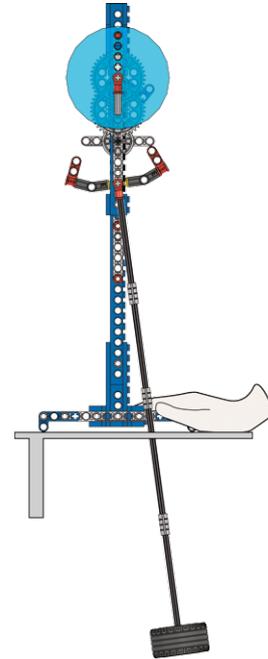
---



---



---



**Meine Uhr mit Überraschungseffekt:**

Zeichne deine eigene Uhrenkonstruktion und lasse dir eine Mechanik einfallen, bei der nach einer Minute ein lustiges Geräusch zu hören ist. Erkläre die Funktionsweise der 3 wichtigsten Teile an deiner Spezialuhr.



## Die Windmühle

### Aufgabe:

Kann man mit einer Windmühle und einem Seil eine schwere Last hochheben?

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT / NT	Technik	AWT / AL	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Objekt mit Antrieb konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen</li> <li>• Kräfte (Gewichtskraft, Reibungskraft)</li> <li>• Bewegungsenergie, Lageenergie</li> <li>• Nutzbarmachung von Energie (Windenergie)</li> <li>• Geschwindigkeit und Bewegungen</li> <li>• Tabellen</li> <li>• bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zukunftsorientierte Antriebssysteme und regenerative Energien</li> <li>• Energiewandlung</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• technischen Gegenstand konstruieren</li> <li>• Zahnräder</li> <li>• Konstruktion zeichnerisch darstellen</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alternative Antriebssysteme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehrteiliges Objekt herstellen</li> <li>• Antrieb nutzen</li> <li>• Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben</li> <li>• vergleichen und optimieren</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Energie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Maschinen (Zahnradgetriebe, Hebel, Flaschenzug)</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Beobachtung und Erklärung unterscheiden</li> <li>• Kräfte</li> <li>• Kraftwandlern</li> <li>• Reibung</li> <li>• Lageenergie, Bewegungsenergie</li> <li>• Energieumwandlungen</li> <li>• Arbeit</li> <li>• Leistung</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen nutzen</li> <li>• Messgrößen</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NwT / NT	Technik	AWT / AL	Physik	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersetzungen (Getriebe)</li> <li>• Arbeit (Abhängigkeit von Kraft und Weg)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkung und Aufbau von Getrieben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiewandlung</li> <li>• Kraftübertragung (z.B. in Getriebe)</li> <li>• Stoff- und Materialeigenschaften analysieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gleichförmige Bewegungen</li> <li>• Trägheit</li> <li>• Reibung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Längen, Umfang</li> <li>• Proportionalität und Antiproportionalität</li> <li>• Ebene Figuren</li> <li>• Tabellen</li> <li>• Terme</li> </ul>

### Wortschatz

- Erneuerbare Energie
- Kraft
- Fläche
- Gewicht
- Winkel
- Form
- Untersetzen
- Wirkungsgrad

### Erforderliches Zusatzmaterial

- Natürlicher Wind oder Ventilator
- Messinggewichte oder Knet
- Stoppuhr oder eine andere Uhr mit Sekundenzeiger
- Optional: Karton und Schere zur Anfertigung eigener Windmühlenflügel

## Themaeführung

Jack und Jill haben in der Nähe einer alten Mine eine große, vergrabene Schatztruhe gefunden, die allerdings auch sehr schwer ist. Selbst unter Aufbietung all ihrer Kräfte schaffen es die beiden nicht, die Schatztruhe aus dem Erdloch zu heben.

In der Nähe steht eine alte Windmühle, mit deren Kraft früher Wasser aus der Mine befördert wurde, und die beiden fragen sich, ob sie die Mühlenkraft nicht ausnutzen könnten.

Ihr Hund Zog hat beim Ausgraben der Truhe ganze Arbeit geleistet und ruht sich nun verdienstermaßen aus. Er trottet ein paar Meter weiter, um ein ruhiges Plätzchen zu finden; dabei fällt ihm jedoch ein langes Stück Seil auf. Sofort rennt er zurück zu Jack und Jill und möchte mit der neuen 'Hundeleine' ausgeführt werden.

Jack denkt unterdessen nach: Er hatte einmal einen Film gesehen, in dem ein Mühle benutzt wurde, um etwas anzuheben. Als er das Seil sieht, kommt ihm plötzlich eine Idee, in die er Jill sogleich einweihet. Nun haben die beiden einen Plan, wie der Schatz aus dem Loch gehoben werden kann!

**Kann man mit einer Windmühle und einem Seil eine schwere Last hochheben?  
Finden wir es heraus!**



## Aufbau

### Baue die Windmühle zusammen

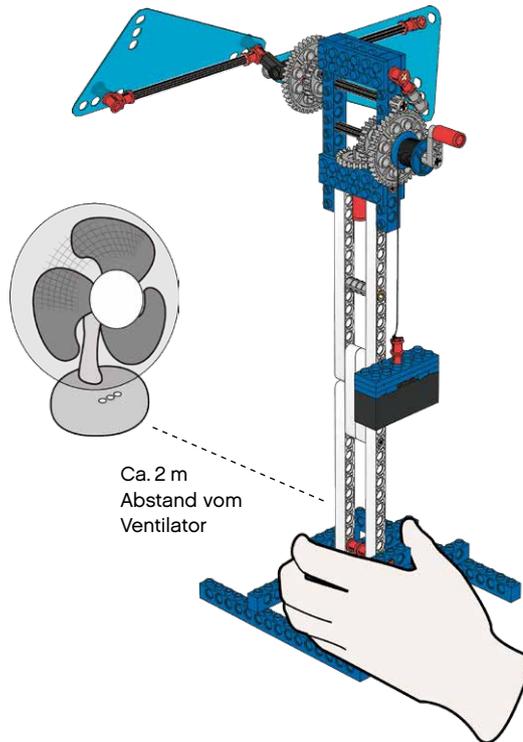
(Alle Schritte in Heft 8A und Heft 8B bis Seite 12, Schritt 17.)

- Drehe die Mühle mit der Hand.  
Läuft sie leichtgängig?
- Wenn beim Drehen besondere Widerstände auftreten, löse die Achslager ein wenig und stelle sicher, dass alle anderen Bausteine fest zusammengesetzt sind

### Windmühle aufstellen

Hinweis: Zu Beginn dieses Projekts muss eine einfache Windmühle aufgebaut werden, mit deren Hilfe die Testzone eingerichtet wird.

- Stelle den Ventilator auf dem Fußboden in der Nähe einer Steckdose auf
- Platziere das Modell in einem Abstand von ca. 2 m
- Wähle eine Leistungsstufe und positioniere das Modell in dem Abstand, in dem der Luftstrom AUSREICHT, um den Gewichtsstein langsam hochzuheben.
- BEHALTE DIESE LEISTUNGSEINSTELLUNG AM VENTILATOR WÄHREND SÄMTLICHER TESTS BEI (es sei denn, du möchtest die Auswirkungen verschiedener Windgeschwindigkeiten testen)
- Ziehe vor der Windmühle eine lange Linie (z.B. mit Klebeband). Hier ist der sichere Testbereich; hinter der Linie können mehrere Gruppen ihre Windmühlen gleichzeitig testen.  
Es muss nur dafür gesorgt sein, dass alle Mühlen einen etwa gleichstarken Luftstrom erhalten



## Beobachtung

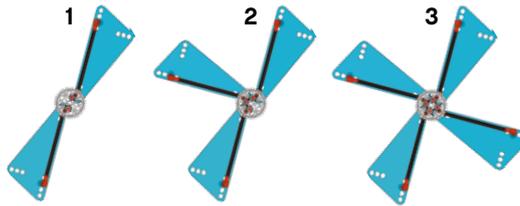
### Welche Anzahl an Windmühlenflügeln ist am besten geeignet?

Versuche vorauszusagen, mit welchem Flügel Aufbau die Hebung des Schatzes (Gewichtsstein) am schnellsten vorangeht. Kannst du den Grund dafür erklären?

*Der Aufbau Nr. 3 funktioniert am besten. Er bietet dem Wind die meiste Fläche.*

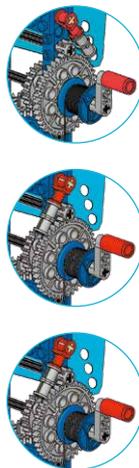
*Und: Überraschung –*

*Beispiel Nr. 2 mit dem unausgeglichnen Flügel Aufbau liefert normalerweise die schlechtesten Resultate. Dieser Aufbau ist zu schlecht ausbalanciert, um eine gute Leistung abzugeben, obwohl er über einen Flügel mehr als Aufbau 1 verfügt.*



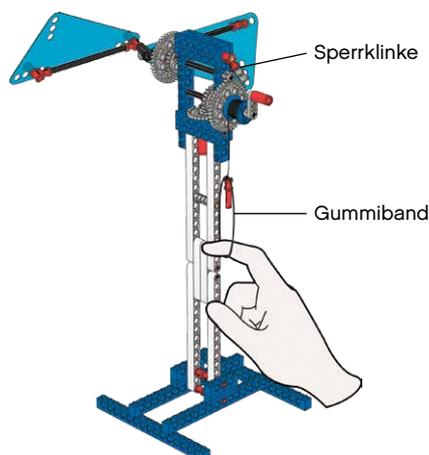
### Was bewirkt die Sperrklinke, wenn:

- Die Last angehoben ist und der Wind plötzlich aufhört?  
*Die Mühle hält an, aber die Sperrklinke verhindert, dass die schwere Last wieder zu Boden fällt. Eine ausgezeichnete Sicherheitseinrichtung.*
- Der Wind bläst und du die Sperrklinke in diese Position stellst?  
*Die Mühle wird blockiert. Die 'Kräfte wirken nun einander entgegen'.*
- Wenn die Last hochgezogen ist, der Wind aufhört und du die Sperrklinke in diese Position stellst?  
*Die Mühle wird zum Ventilator umfunktioniert – der Antrieb erfolgt aus der gespeicherten Energie der fallenden Last. Du bekommst den Wind praktisch zurück!*



### Gummiband als Kraftmesser

Befestige ein Gummiband oder eine Federwaage am Hebeseil, damit du die Hebekraft der Mühle messen kannst. Du kannst die Kraft anhand der Streckung messen. Die Kraft der Mühle ist mitunter wirklich erstaunlich!



**Anregung:**  
Spielt die Flügelform eine Rolle?  
Wenn du ein bisschen Zeit hast, kannst du verschieden geformte Flügel aus Karton fertigen. Diese sollten jedoch dieselbe Fläche aufweisen wie die Flügel deines Modells.

**Hinweis:**  
Ein Flügel besitzt eine Fläche von ca. 40 Quadratzentimetern.

## Ausbau und Verbesserung

### Jetzt geht's rund!

Können wir Energie speichern und zu einem späteren Zeitpunkt nutzen?

Bei dieser Übung kurbeln wir das Gewicht einfach mit der Hand nach oben. Du kannst das Gewicht natürlich auch mit Windkraft anheben, wenn du anschließend vor der Kreiselfreigabe die Flügel abbaust.

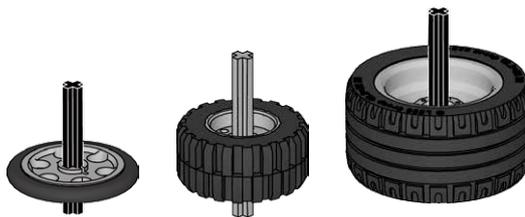
Entferne das Getriebe entsprechend der Anleitung auf Seite 14, Schritt 1 und baue 3 verschiedene Kreisel zusammen wie auf Seite 14, Schritt 16 gezeigt.

- Kurble das Gewicht nach oben (Energiezufuhr) und stelle die Sperrklinke so, dass das Gewicht oben gehalten wird (Energiespeicherung)
- Bringe eine Kreisel an der Mühle an
- Positioniere das Gewicht so, dass es neben der Tischkante nach unten fallen kann
- Stelle die Sperrklinke um, damit der Gewichtsstein seine Lageenergie freigeben und den Kreisel antreiben kann
- Hebe die Mühle hoch, um den Kreisel freizugeben
- Diese Handgriffe sind ein wenig kompliziert – also unternehme ein paar Übungsversuche
- Welcher Kreisel dreht sich am längsten? Warum? Sage voraus, welcher Kreisel sich am längsten dreht und führe dann mit jedem Kreisel mehrere Tests durch

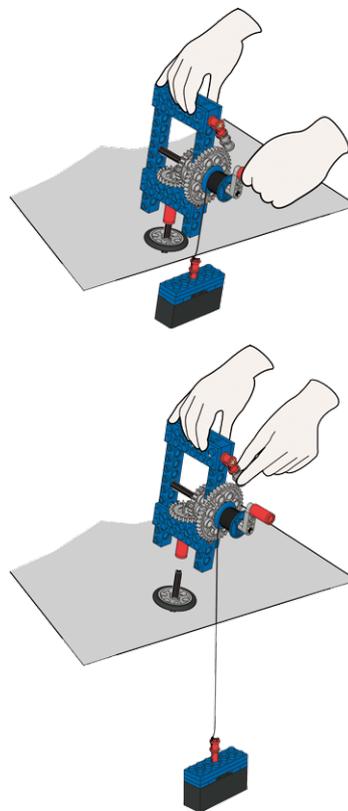
### Noch mehr Kreisel

Erfinde weitere Kreisel, mit denen du vielleicht noch höhere Umdrehungsgeschwindigkeiten und längere Kreiselzeiten erzielen kannst.

Entwerfe dein eigenes Kreiselspiel mit speziellem Punktesystem.



**Schon gewusst?**  
Das Gewicht der verschiedenen Kreisel beträgt etwa:  
2 g  
8 g  
16 g



# Die Windmühle

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

Kann man mit einer Windmühle und einem Seil eine schwere Last hochheben?  
Finden wir es heraus!



## Baue die Windmühle zusammen

(Alle Schritte in Heft 8A und Heft 8B bis Seite 12, Schritt 17.)

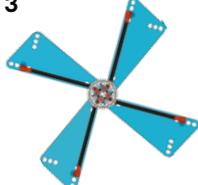
- Kontrolliere, ob die Mühle leichtgängig läuft
- Wenn sich die Mühle nur schwer drehen lässt, überprüfe, ob alle Lager locker sitzen und die anderen Steine fest verbunden sind.



## Was passiert, wenn die Anzahl der Flügel geändert wird?

- Sage zunächst voraus, mit welchem Flügelaufbau der Schatz (Gewichtsstein) am schnellsten gehoben wird und führe dann deine Tests durch. Kontrolliere die Hebezeit mit einer Uhr
- Behalte am Ventilator immer dieselbe Windgeschwindigkeit bei

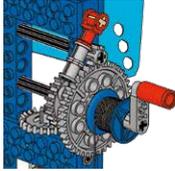
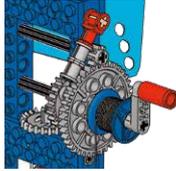
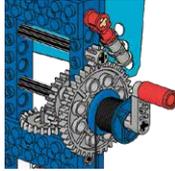
Langsam	Schnell	Mittel
---------	---------	--------

1	2	3
		
Meine Voraussage	Meine Voraussage	Meine Voraussage
Tatsächliche Geschwindigkeit	Tatsächliche Geschwindigkeit	Tatsächliche Geschwindigkeit

## Was bewirkt die Sperrklinke?

Versuche vorauszusagen, was in den jeweiligen Situationen (Klinkenstellung, Wind) mit der Schatztruhe passieren wird und überprüfe anschließend deine Aussagen im Test.

Wird hochgezogen	Ist angehalten	Fällt nach unten
------------------	----------------	------------------

1: Wind	2: Kein Wind	3: Kein Wind
		
Meine Voraussage	Meine Voraussage	Meine Voraussage
Testergebnis	Testergebnis	Testergebnis

### Jetzt geht's rund

Baue das Aufzugkreisel-Modell auf Seite 14, Schritt 1 und die 3 Kreisel auf den Seiten 14, 15 und 16 zusammen.

- Benutze die Energie des fallenden Gewichtssteins, um die Kreisel in Bewegung zu versetzen
- Wie lange drehen sich die einzelnen Kreisel?

		
<b>Meine Voraussage</b>	<b>Meine Voraussage</b>	<b>Meine Voraussage</b>
<b>Tatsächliche Kreiselzeit</b>	<b>Tatsächliche Kreiselzeit</b>	<b>Tatsächliche Kreiselzeit</b>



#### Weitere Ideen:

- Farbspiralen und Kreisel aus Karton
- Zahnräder als Kreisel
- Erfinde dein eigenes Kreiselspiel und entwerfe ein Punktesystem dazu

### Meine superstarke Mühle

Fertige eine beschriftete Zeichnung deiner eigenen Mühlenkonstruktion an, mit der du die Energie des Windes nutzen kannst.

Erkläre die Funktionsweise der 3 wichtigsten Teile.



## Der Strandsegler

### Aufgabe:

Kann man einen sicheren Wagen konstruieren, der vom Wind angetrieben wird und mindestens eine Person transportieren kann?

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT / NT	Technik	AWT / AL	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Objekt mit Antrieb konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen</li> <li>• Kräfte (Gewichtskraft, Reibungskraft)</li> <li>• Nutzbarmachung von Energie (Windenergie)</li> <li>• Geschwindigkeit und Bewegungen</li> <li>• Tabellen</li> <li>• bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zukunftsorientierte Antriebssysteme und regenerative Energien</li> <li>• Energiewandlung</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• technischen Gegenstand konstruieren</li> <li>• Zahnräder</li> <li>• Konstruktion zeichnerisch darstellen</li> <li>• beurteilen und</li> <li>• verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alternative Antriebssysteme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehrteiliges Objekt herstellen</li> <li>• Antrieb nutzen</li> <li>• Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben</li> <li>• vergleichen und optimieren</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Energie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Beobachtung und Erklärung unterscheiden</li> <li>• Kräfte</li> <li>• Kraftwandlern</li> <li>• Lageenergie, Bewegungsenergie</li> <li>• Energieumwandlungen</li> <li>• Leistung</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen nutzen</li> <li>• Messgrößen</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NWT / NT	Technik	AWT / AL	Physik	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersetzungen (Getriebe)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Getriebe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiewandlung</li> <li>• Kraftübertragung z.B. in einem Getriebe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gleichförmige Bewegungen</li> <li>• Trägheit</li> <li>• Reibung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Längen, Umfang</li> <li>• Proportionalität und Antiproportionalität</li> <li>• Tabellen</li> <li>• Terme</li> <li>• Winkel</li> <li>• ebene Figuren</li> </ul>

### Wortschatz

- Fläche
- Windwiderstand
- Erneuerbare Energie
- Untersetzen
- Reibung

### Erforderliches Zusatzmaterial

- Ebener Boden auf einer Länge von 4 Metern
- Kreppklebeband
- Maßstab oder Maßband
- Stoppuhr
- Tischventilator mit 3 Geschwindigkeiten
- Optional: Karton, Schere, Holzstifte und Lineale zur Herstellung eigener Segel

## Themaeführung

An einem windigen Tag spielen Jack und Jill am Strand mit einem alten Schiebeauto. Eigentlich ist Jill mit Anschieben an der Reihe und Jack freut sich gemeinsam mit dem Hund Zog auf die Fahrt, aber der starke Wind macht das Anschieben noch schwerer, als es ohnehin schon ist.

Schließlich gibt Jill auf – was Jack ganz gut verstehen kann. Zog versucht, einer Lösung auf die Spur zu kommen und findet plötzlich ein altes Handtuch, das schon halb vom Sand begraben ist. Auch Jill fällt das Tuch sofort auf und sie diskutiert mit Jack darüber, wie man aus dem Handtuch, dem Wagen und ein paar anderen Teilen vielleicht einen Strandsegelwagen bauen könnte – das würde sicher eine Menge Spaß machen.

**Kann man einen sicheren Wagen konstruieren, der vom Wind angetrieben wird ... und mindestens eine Person transportieren kann?**

**Finden wir es heraus!**



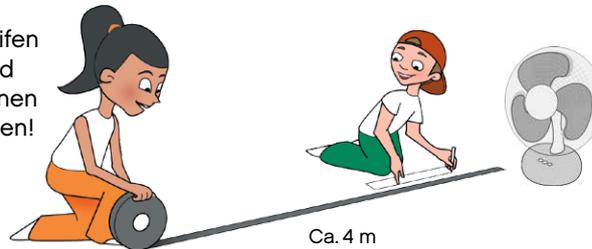
## Aufbau

### Achtung!

Ventilatoren können gefährlich sein und müssen von Kindern mit großer Vorsicht benutzt werden!

### Lege die Teststrecke an

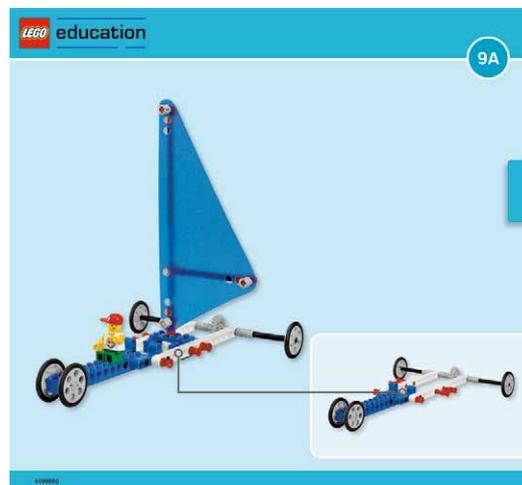
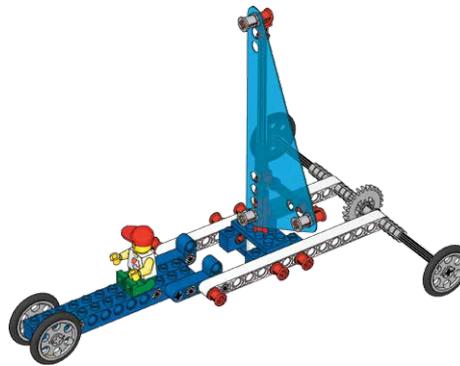
Klebe einen 4 Meter langen Kreppbandstreifen auf den Boden und markiere ihn, ausgehend vom Ventilator, in 10 cm-Schritten. Jetzt können wir den Aufbau der Modelle in Angriff nehmen!



### Bau den Strandsegler zusammen

(Alle Schritte in Heft 9A und Heft 9B bis Seite 5, Schritt 12.)

Bau den Wagen zuerst mit dem kleinen Segel auf.

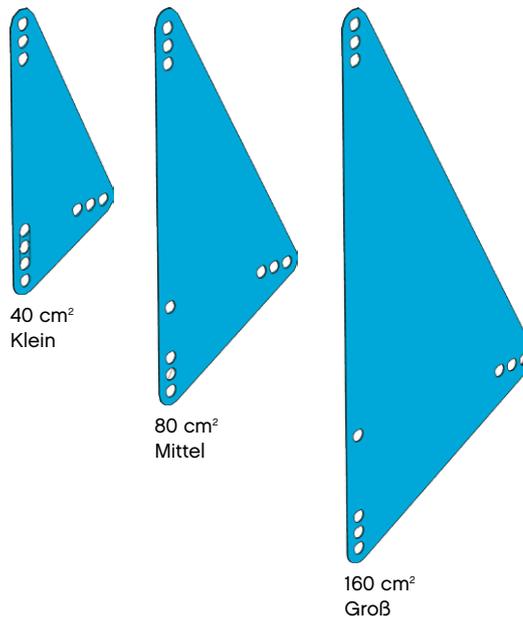


## Beobachtung

### Was machen verschiedene Segelgrößen aus?

Treffe zunächst deine Voraussagen und führe dann die Tests durch: Welche Unterschiede bewirken Segelflächen von  $40\text{ cm}^2$  (klein),  $80\text{ cm}^2$  (mittel) und  $160\text{ cm}^2$  (groß) im Verhalten des Strandseglers? Wie weit rollen die Segler mit den verschiedenen Aufbauten ... und (optional) wie schnell? Führe mit jedem Segel mindestens 3 Tests durch, um zu einem wissenschaftlich haltbaren Ergebnis zu gelangen.

*In unseren Tests rollte der Wagen mit dem '40er' Segel etwa 1,5 m weit, mit dem '80er' ungefähr 2 m und mit dem '160er' ca. 2,5 m, d.h. eine Verdopplung der Fläche erhöhte zwar die Aufnahme an Windenergie, führte aber nicht zu einer Verdopplung des Fahrwegs. Warum erhalten wir dieses Ergebnis? Je weiter sich der Wagen vom Ventilator entfernt, desto schwächer wird der Luftstrom! Wagen mit großen Segeln fuhren am Anfang schneller. Allerdings war die Fahrt bei allen Segeln na ca. 10 Sekunden beendet. Keines der Fahrzeuge konnte schneller als der Wind, bzw. schneller als der Rückenwind fahren.*



### Was passiert, wenn der Wind aus einem anderen Winkel bläst?

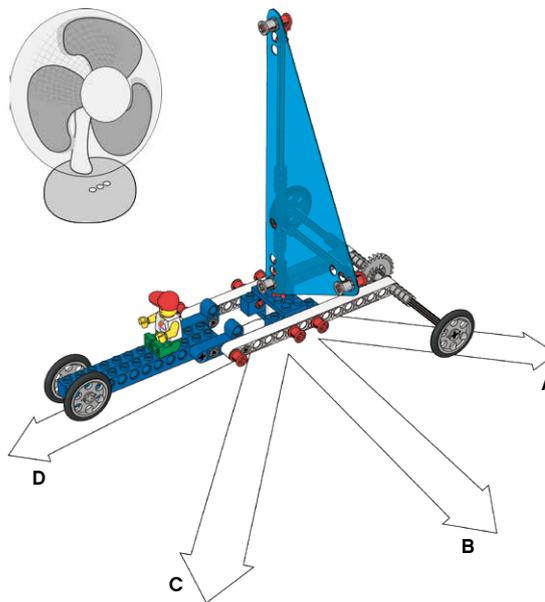
Lasse den Strandsegler in verschiedenen Winkeln zum Luftstrom losfahren. Kannst du das Verhalten des Strandseglers erklären?

*Unter den meisten Winkeln (außer D) fährt der Strandsegler vorwärts! Der Luftstrom erfährt durch das Segel 'eine Ableitung' (Richtungsänderung); ein Teil der Windkraft treibt den Wagen nach vorne.*

*Ein anderer Anteil der Windkraft treibt den Wagen zur Seite. Tatsächlich kann ein Strandsegler, der den Wind in den Richtungen B oder C kreuzt, sehr schnell fahren – im Extremfall aber auch umstürzen.*

### Spielt die Segelform eine Rolle?

Fertige ein paar Segel aus Karton oder Papier, die zwar dieselbe Fläche, jedoch eine andere Form als die im Set enthaltenen Segel aufweisen. Informiere die aus Büchern oder im Internet über Takler, Kon Tiki, chinesische Dschunken und arabische Daus.



### Tip:

Führe alle Tests mit DERSELBEN Ventilator-geschwindigkeit durch. Die Geschwindigkeit an sich spielt dabei keine Rolle – wir verwendeten stets die höchste Stufe.

### Hinweis:

Echte 'Wissenschaftler in spe' sind vielleicht auch daran interessiert, den Strandsegler ganz ohne Segel zu testen.

### Schon gewusst?

Die LEGO® Figur wiegt 3 g. Der Strandsegler erreicht ein Gewicht von ca. 55 g. Der Gewichtsstein ist indes 53 g schwer. Treffe eine Voraussage, wie der Strandsegler mit Gewichtsstein fährt und teste diesen Aufbau anschließend.

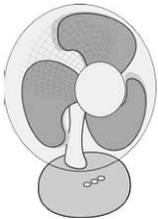
## Ausbau und Verbesserung

### Gegen den Wind

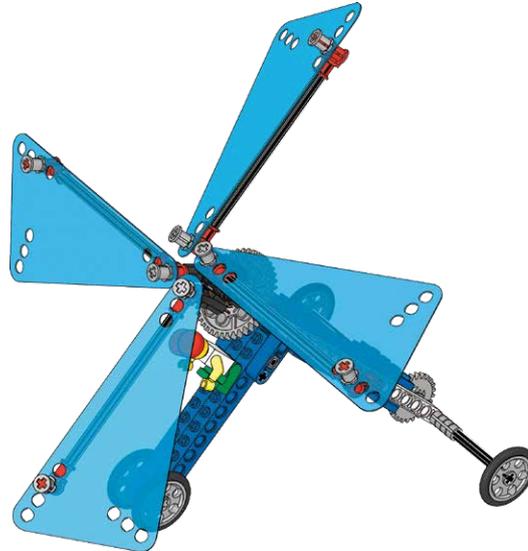
Baue das Modell gemäß der Schritte bis Seite 24, Schritt 15 um. Schalte den Ventilator auf höchste Stufe, stelle das Modell in 2 m Abstand auf den Ventilator gerichtet auf und halte es fest. Sage zuerst voraus, was wohl passieren wird, wenn du das Modell loslässt. Jetzt kannst du es ausprobieren! Kannst du das Verhalten des Modells erklären?

*Der Wagen nimmt Geschwindigkeit auf und fährt auf den Ventilator zu. Wenn das Fahrzeug nahe an den Ventilator herangefahren ist, können die Räder durchrutschen.*

- Die an den Flügeln gewonnene Leistung wird untersetzt (3:1), und an die Räder weitergeleitet, die sich so drehen, dass der Wagen gegen den Wind fährt.
- Wenn die Räder durchrutschen ist die Windkraft genauso stark wie die Reibungskraft, die die entgegengesetzt fahrenden Räder aufbringen können.



Ca. 2 m  
Abstand vom  
Ventilator



### Anregung:

Was würde passieren, wenn du den Wagen in der entgegengesetzten Richtung aufstellen würdest (vom Ventilator wegwärts zeigend). Sage das Verhalten voraus und führe anschließend den Test durch.

### Können wir den Wagen noch verbessern?

Baue einen Gewichtsstein an das Fahrzeug und tausche die dünnen Räder gegen größere aus. Was passiert?

*Wenn die Räder durchrutschen, kann ein Zusatzgewicht die Reibung erhöhen, weil es die Räder stärker auf den Boden drückt. Bei großen Rädern wird zudem der Kontaktbereich zum Boden vergrößert. Dementsprechend nimmt die Reibung oder auch die 'Haftung' der Reifen zu. Außerdem erzielt der Wagen (aufgrund der größeren Räder) eine höhere Geschwindigkeit.*

# Der Strandsegler

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

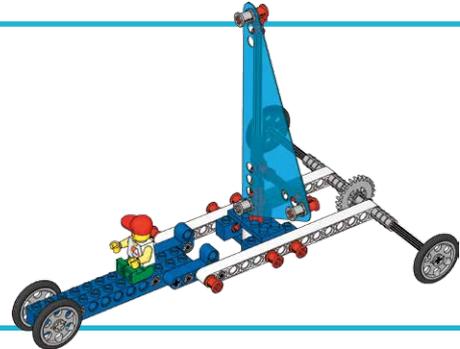
Kann man einen sicheren Wagen konstruieren, der vom Wind angetrieben wird und mindestens eine Person transportieren kann? Finden wir es heraus!



## Baue den Strandsegler zusammen

(Alle Schritte in Heft 9A und Heft 9B bis Seite 5, Schritt 12.)

- Verwende zuerst das kleine Segel



## Wie wirken sich unterschiedliche Segelgrößen aus?

- Schalte den Ventilator an und sage voraus, wie WEIT die Modelle (bei konstanter Ventilatorgeschwindigkeit) rollen werden.
- Teste jedes Modell mindestens 3 mal, um zuverlässige Ergebnisse zu erhalten

Hinweis: VORSICHT IM UMGANG MIT VENTILATOREN  
– VERLETZUNGSGEFAHR!

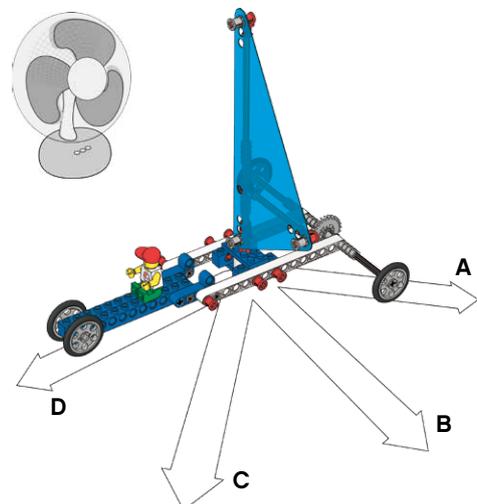
	Meine Voraussage	Tatsächliche Weite	
<b>Klein</b> 40 cm <sup>2</sup> Segel 			
<b>Mittel</b> 80 cm <sup>2</sup> Segel 			
<b>Groß</b> 160 cm <sup>2</sup> Segel 			

## Wie wirken sich verschiedene Anströmwinkel (Windrichtung) aus?

- Lasse den Strandsegler in verschiedenen Winkeln zum Luftstrom losfahren.
- Wie schnell fährt der Segler in den jeweiligen Richtungen?
- Führe deine Tests durch und schreibe die folgenden Wörter neben die Richtungspfeile

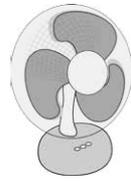
**Bleibt stehen**      **Mittlere Geschwindigkeit**

**Schnell**      **Langsam**

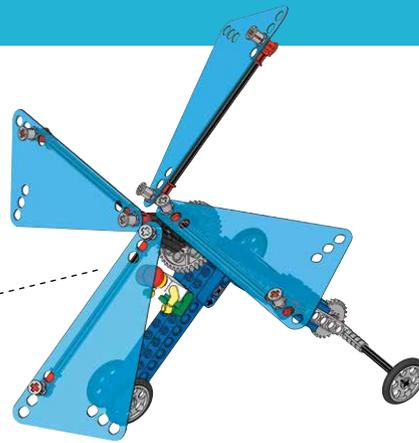


### Gegen den Wind

- Führe die Schritte in Heft 9B bis Seite 24, Schritt 15 aus.
- Stelle den Wagen in 2 m Abstand auf den Ventilator zeigend auf und halte ihn fest.
- Sage zuerst voraus, was passieren wird, und lasse das Modell anschließend los.



Ca. 2 m Abstand vom Ventilator



Meine Voraussage	Tatsächliche Weite



#### Weitere Ideen:

- Breite Hinterreifen
- Gewichtsstein anbauen
- Betrieb mit zwei oder drei Flügeln
- Vom Ventilator wegwärts zeigend aufstellen

### Mein Segelfahrzeug

Fertige eine beschriftete Zeichnung deiner eigenen Fahrzeugkonstruktion an, die vom Wind angetrieben wird. Erkläre die Funktionsweise der 3 wichtigsten Teile.



## Der Flywheeler

### Aufgabe:

Könnte ein drehender Kreisel nicht ein Auto antreiben, das mit dieser Energie einen gewissen Weg zurücklegt?

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT / NT	Technik	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Objekt mit Antrieb konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen</li> <li>• Kräfte</li> <li>• Geschwindigkeit und Bewegungen</li> <li>• Bewegungsenergie, Lageenergie</li> <li>• Nutzbarmachung von Energie (Windenergie)</li> <li>• Trägheit</li> <li>• Tabellen</li> <li>• bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technischen Gegenstand konstruieren</li> <li>• Schwungrad</li> <li>• Energiewandlung</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Konstruktion zeichnerisch darstellen</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehrteiliges Objekt herstellen</li> <li>• Antrieb nutzen</li> <li>• Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben</li> <li>• vergleichen und optimieren</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Energie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Beobachtung und Erklärung unterscheiden</li> <li>• Kräfte</li> <li>• Kraftwandler</li> <li>• Trägheit</li> <li>• Lageenergie, Bewegungsenergie</li> <li>• Energieumwandlungen</li> <li>• Reibung</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen nutzen</li> <li>• Messgrößen</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NWT / NT	Technik	AWT / AL	Physik	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersetzungen (Getriebe)</li> <li>• direkte und indirekte Messverfahren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Getrieben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiewandlung</li> <li>• Kraftübertragung z.B. in einem Getriebe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masse von Gewichtskraft unterscheiden</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

- Übersetzung
- Schwungrad
- Masse
- Lage

### Erforderliches Zusatzmaterial

- Ebener Boden auf einer Länge von 3 Metern
- Kreppklebeband
- Maßstab oder Maßband
- Stoppuhr

## Themaeführung

Jack und Jill haben sich gestritten und sollen ihr Temperament nun an der frischen Luft ein wenig abkühlen. Jill lässt sich von ihrem Hund Zog auf dem Wagen ziehen, aber es geht sehr langsam voran.

Währenddessen spielt Jack mit seinen Kreisel. Diese drehen sich zwar ganz hübsch, aber er fände es doch besser, wieder mit Jill zu spielen. Jill denkt ganz genauso: Es ist schöner wenn sie sich vertragen, und im Grunde haben beide gerade nicht viel Spaß und finden ihre Spiele langweilig.

Sie schauen sich an und Jill hat eine Idee: Wie wäre es, wenn wir unsere Spiele kombinieren – können wir den Wagen und den Kreisel nicht irgendwie zusammenbauen?

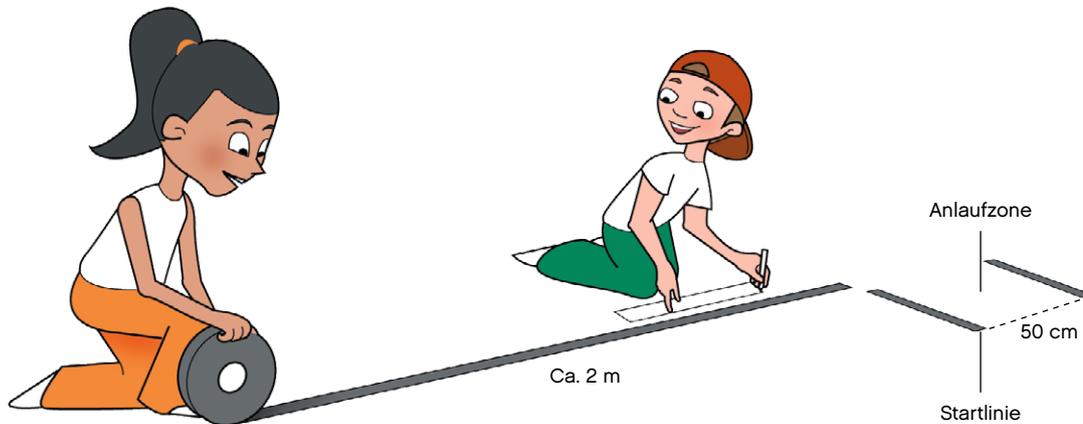
**Könnte ein drehender Kreisel nicht ein Auto antreiben, das mit dieser Energie einen gewissen Weg zurücklegt? Finden wir es heraus!**



## Aufbau

### Zuerst muss die Teststrecke abgesteckt werden:

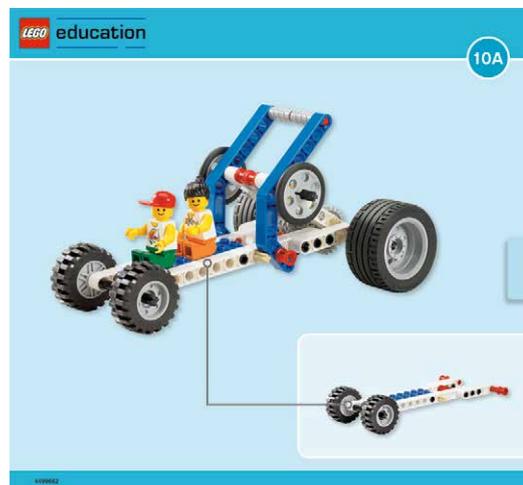
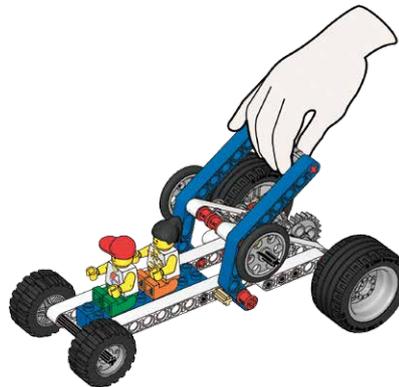
Markiere eine 50 cm lange Anlaufstrecke. Diese Strecke liegt vor der Startlinie. Hinter der Startlinie gibst du die Strecke mit einem 2 m langen Kreppbandstreifen vor, den du in 10 cm-Abschnitten markierst. Jetzt kann es an den Aufbau des Modells gehen!



### Baue den Flywheeler zusammen

(Alle Schritte in Heft 10A und Heft 10B bis Seite 10, Schritt 20).

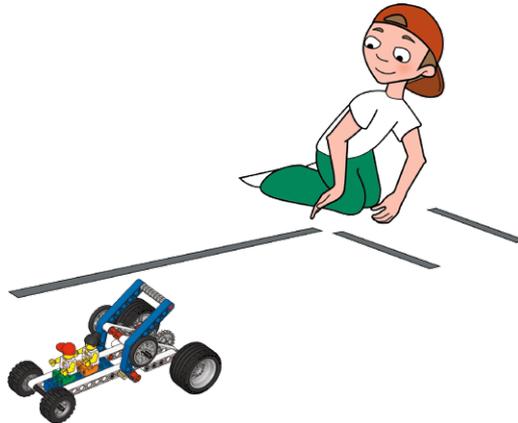
- Wenn der Wagen angeschoben wird, sollte er nur langsam anhalten
- Wenn der Wagen sehr schnell anhält, kontrolliere die Achslager auf lockeren Sitz, den korrekten Eingriff der Zahnräder und die feste Verbindung der übrigen Komponenten



## Beobachtung

### Feste Bedingungen für vergleichbare Testresultate

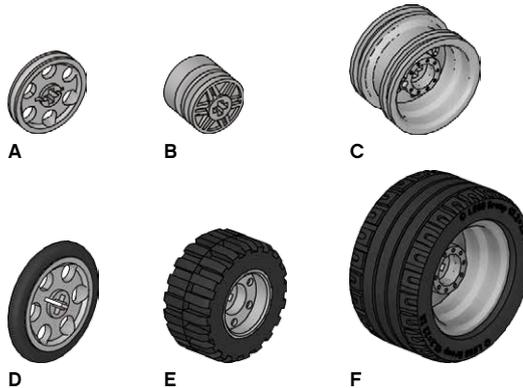
Der Anlauf sollte innerhalb von 2 Sekunden auf einer 50 cm langen Strecke erfolgen, d.h. die Freigabe des Fahrzeugs an der Startlinie sollte stets in derselben Geschwindigkeit geschehen. Dazu braucht es ein bisschen Übung! Um ein sicheres Ergebnis zu erreichen, sollte jedes Modell mindestens 3 mal getestet werden.



### Was macht ein gutes Schwungrad aus?

Je besser das Schwungrad, desto weiter und zeitlich länger fährt der Wagen – beim stets gleichen Anlauf! Teste alle Kombination, z.B. ganz ohne Schwungrad! Probiere das große Rad ohne Reifen aus – oder erfinde deine eigenen Schwungrad-Varianten.

*Schwerere Schwungräder funktionieren besser als leichtere, benötigen jedoch auch eine höhere Antriebskraft, d.h. die Menge an kinetischer Energie (Bewegungsenergie), die im Schwungrad gespeichert wird, hängt von seinem Gewicht und von seiner Drehgeschwindigkeit ab.*



### Wie weit rollt der Flywheeler (engl.: Flywheel = Schwungrad) und wie viele Sekunden?

Messe die Weite, die der Wagen mit verschiedenen Schwungrädern erreicht. Noch aussagekräftiger (hier als freiwillige Zusatzaufgabe) ist die Messung der Zeit, die der Wagen rollt!

Führe die Bauschritte bis auf Seite 12, Schritt 22 aus.  
Teste den Wagen und mache deine Messungen.

Führe die Bauschritte bis auf Seite 14, Schritt 24 aus.  
Teste den Wagen und mache deine Messungen.

*Die Schwungrad-Wagen fahren sehr langsam. Je größer das Schwungrad, desto langsamer fahren häufig die Wagen – aber auch umso weiter und länger.*

**Schon gewusst?**  
Die besten Schwungräder (mit optimaler Energiespeicherung) werden in luftdichte Gehäuse eingebaut, aus denen die Luft entfernt wird (Vakuum) – damit fällt der Luftwiderstand weg.

**Schon gewusst?**  
Wir benutzen ein 8er und ein 24er Zahnrad, um eine Übersetzung herzustellen. Die Übersetzung erfolgt in zwei Schritten mit jeweils 3:1, d.h. eine Umdrehung des Rades auf dem Boden erzeugt 9 Umdrehungen am Schwungrad.

## Ausbau und Verbesserung

### Wer schüttelt, bremst: der Shakey Brakey!

Führe die weiteren Schritte in Heft 10B bis Seite 17, Schritt 3 aus; das Schwungrad wird dabei AUSMITTIG montiert.

Versuche zuerst, das Verhalten des Wagens vorauszusagen und führe anschließend den Test durch.

*Das Fahrzeug hält sehr schnell an!  
Schwungräder müssen in der Drehbewegung DYNAMISCH ausbalanciert sein, sonst entstehen große Kräfte in verschiedenen Richtungen. Diese erzeugen eine Schüttelbewegung und erhöhen die REIBUNG an den Achsen deutlich.*

Lasse den Shakey Brakey eine Rampe herunterrollen. Was passiert?  
Vergleiche das Ergebnis mit einem Modell mit ausbalanciertem Schwungrad.

*Der Wagen rollt langsam und wird nicht schneller. Die dynamische Unwucht nimmt mit geringer Geschwindigkeitserhöhung deutlich zu. Bei sehr geringer Geschwindigkeit sind die Kräfte der Unwucht noch klein genug; daher verbleibt das Fahrzeug bei dieser Geschwindigkeit.*

### Bergrennen

Baue eine Rampe als Auffahrt für die Fahrzeuge. Sage voraus, wie ein Wagen mit Schwungrad und ein anderer ohne Schwungrad vergleichsweise abschneiden, wenn sie gleich schnell angeschoben werden (eine mitunter schwer einzuhaltende Anforderung). Vielleicht kannst du bei dieser Aufgabe mit anderen Teams zusammenarbeiten.

*Der Schwungradwagen kommt auf der Bergaufstrecke weiter voran. Er hat mehr kinetische Energie gespeichert.*

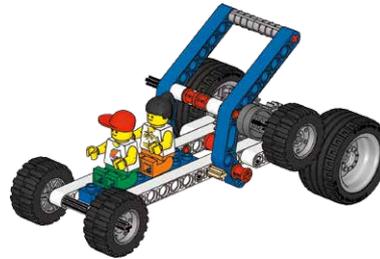
Fertige eine kleine Hügelkette als Hindernisparcours für die Fahrzeuge. Dazu kannst du eine dünne Kartonfläche auf den Boden kleben, die über Schuhe oder andere Gegenstände führt.

*Der Schwungradwagen fährt die Hügel langsam hoch und wieder herunter. Das Schwungrad wirkt praktisch als 'regulierende Einheit' und hält den Wagen bei den Auf- und Abfahrten auf einer gleichmäßigen Geschwindigkeit.*

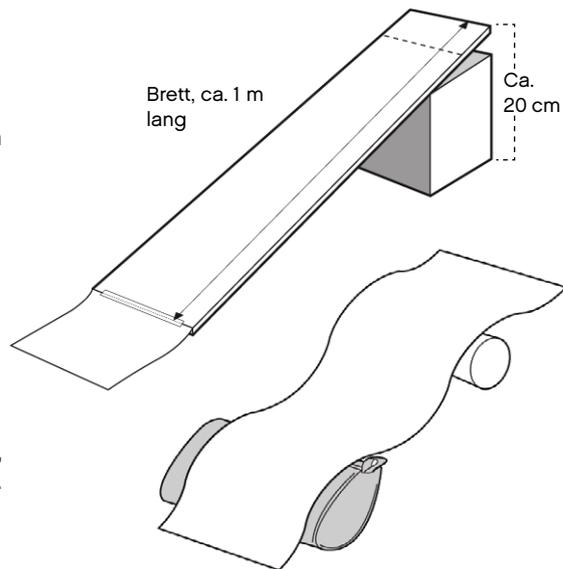
### Schweres Bergrennen

Leere einen großen Haufen an LEGO® Steinen auf den Boden oder auf den Tisch und finde heraus, welcher Schwungradwagen den LEGO Berg meistert.

*Der Schwungradwagen mit den großen Rädern bewältigt den schweren, 'bergigen' Kurs am besten.*



**Schon gewusst?**  
In echten Maschinen und Fahrzeugen, kann ein unwuchtiges Schwungrad sogar explodieren!





### Wer schüttelt, bremst: der Shakey Brakey!

Führe die weiteren Schritte in Heft 10B bis Seite 17, Schritt 3 aus.  
Was passiert, wenn dein Schwungrad nicht ausbalanciert ist?

**Meine Voraussage:**

---



---



---

**Testergebnis:**

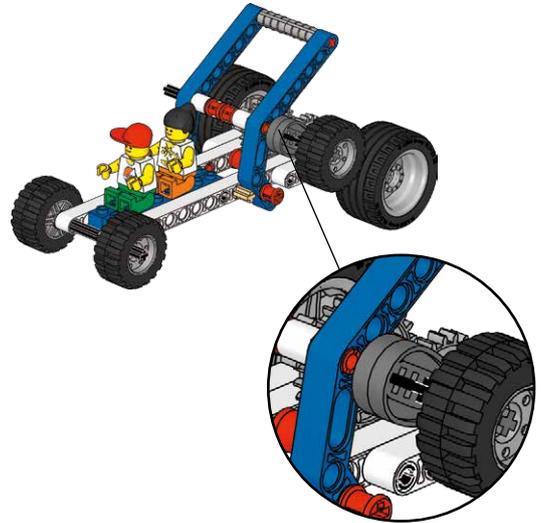
---



---



---



#### Weitere Ideen:

- Bergauffahrten
- Fahrten auf ebenen Böden und Teppichen
- Fahrt über einen Gelände-Hindernisparscours, z.B. über einen Haufen von LEGO® Steinen!

### Mein fantastischer Flywheeler

Zeichne und beschrifte deine eigene Schwungradwagen-Konstruktion.  
Erkläre die Funktionsweise der 3 wichtigsten Teile.



## Das Power Car

### Aufgabe:

Kannst du ein Power Car basteln, das Rampen hochfährt?

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT / NT	Technik	AWT / AL	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Objekt mit Antrieb konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen</li> <li>• Übersetzungen (Getriebe)</li> <li>• Kräfte (Gewichtskraft, Reibungskraft)</li> <li>• Geschwindigkeit und Bewegungen</li> <li>• Arbeit</li> <li>• Tabellen</li> <li>• bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technischen Gegenstand konstruieren</li> <li>• Getriebe</li> <li>• Zahnräder</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Konstruktion zeichnerisch darstellen</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraftübertragung z.B. in einem Getriebe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehrteiliges Objekt herstellen</li> <li>• Antrieb nutzen</li> <li>• Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben</li> <li>• vergleichen und optimieren</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Beobachtung und Erklärung unterscheiden</li> <li>• Kräfte</li> <li>• Kraftwandler</li> <li>• Arbeit</li> <li>• Reibung</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen nutzen</li> <li>• Messgrößen</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

Technik	BNT	Physik	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktoren ansteuern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trägheit</li> <li>• Lageenergie, Bewegungsenergie,</li> <li>• Leistung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Längen, Umfang</li> <li>• Proportionalität und Antiproportionalität</li> <li>• Tabellen</li> <li>• Terme</li> <li>• Winkel</li> <li>• ebene Figuren</li> </ul>

### Wortschatz

- Gegengewicht
- Reibung
- Zahnradgetriebe
- Griff
- Drehmoment

### Erforderliches Zusatzmaterial

- Maßstab oder Maßband
- Brett – 240 cm oder länger
- Kleine Bücher oder ähnliche Gegenstände, die als Last dienen
- Stoppuhr oder Uhr

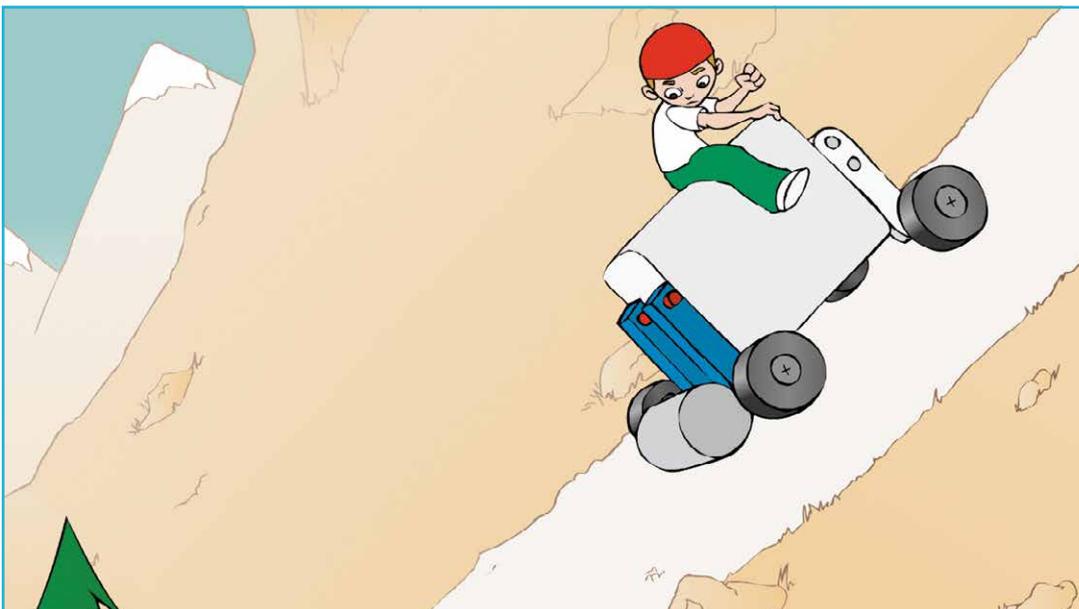
## Themaeführung

Jack und Jill testen ihr Power Car auf den Rampen hinter dem Haus. Der Spaßfaktor ist groß und außerdem eine gute Übung für Zog, um auf Draht zu bleiben. Das Fahrzeug läuft auf ebenem Grund einwandfrei. Mit den Rampen hat es aber ziemliche Probleme.

Die Räder drehen durch, der Motor heult entsetzlich und das Fahrzeug hebt mit der Vorderseite vom Boden ab.

Jack ist der Meinung, das Fahrzeug müsste schwerer sein. Jill glaubt dagegen, dass sich das Getriebe für Bergauffahrten nicht eignet.

**Kannst du ein Power Car basteln, das problemlos eine Rampe hinauffährt?  
Finden wir es heraus!**

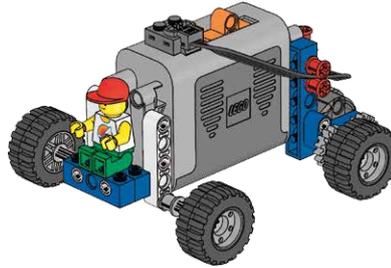


## Aufbau

### Baue ein Power Car

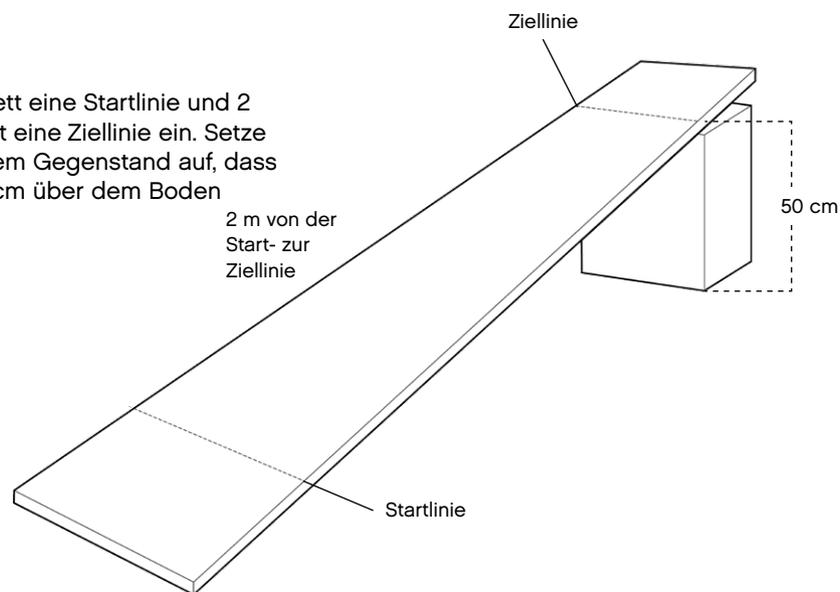
(Alle Schritte in Heft 11A und Heft 11B bis Seite 9, Schritt 10.)

- Drücke den Batteriekasten-Schalter nach vorne, um den Motor zu starten
- Überprüfe, ob sich alle Räder frei drehen können, ohne an den Seiten des Power Cars zu reiben



### Baue die Testrampe

Zeichne auf dem Brett eine Startlinie und 2 Meter davon entfernt eine Ziellinie ein. Setze das Brett so auf einem Gegenstand auf, dass sich die Ziellinie 50 cm über dem Boden befindet.



### ◀ Tipp:

Das Power Car kann auf der Rampe mitunter recht schnell fahren. Daher empfiehlt es sich, das Brett an der Rampenausfahrt gegen die Wand zu stellen, damit das Fahrzeug nicht herunterfällt.



## Beobachtung

### Welches Fahrzeug ist bergauf am schnellsten?

Um bergauf zu fahren, muss das Power Car so schnell wie möglich sein.

Versuche zuerst abzuschätzen, in welcher Zeit das Power Car A 2 Meter bergauf fährt. Stelle dann deine Vorhersage auf die Probe. Mache dann dasselbe mit den Power Cars B, C und D

Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen. Die Testergebnisse können sich je nach Rampenoberfläche unterscheiden.

*Das Power Car A (Seite 9, Schritt 10) benötigt für 2 m Bergauffahrt ca. 4 Sekunden.*

*Das Power Car B (Seite 10, Schritt 11) benötigt für 2 m Bergauffahrt ca. 3 Sekunden.*

*Das Power Car C (Seite 11, Schritt 12) benötigt für 2 m Bergauffahrt ca. 10 Sekunden.*

*Das Power Car D (Seite 12, Schritt 13) benötigt für 2 m Bergauffahrt ca. 7 Sekunden.*

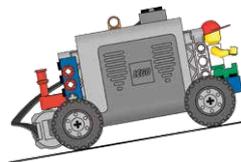
*Das schnellste der vier Fahrzeuge ist mit großen Rädern und dem 1:1-Zahnradgetriebe Power Car B.*

### Sonderaufgabe: Wie steil darf die Rampe sein?

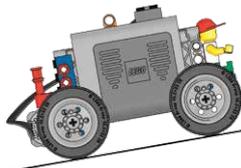
Kann dein Power Car auch steilere Rampen bezwingen? Setze das Brett so auf einem Gegenstand auf, dass die Ziellinie um 70, dann 80, 90 cm über dem Boden ist. Probiere dann aus, welches der Power Cars (A, B, C oder D) am besten eine steile Rampe hinauffahren kann.

*Power Car C kann die steilsten Rampen bezwingen.*

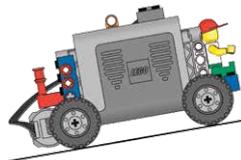
A



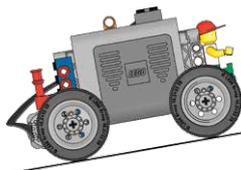
B



C



D



### Schon gewusst?

Der Umfang des kleinen Rads beträgt 9,6 cm.



Der Umfang des großen Rads beträgt 13,6 cm.



## Ausbau und Verbesserung

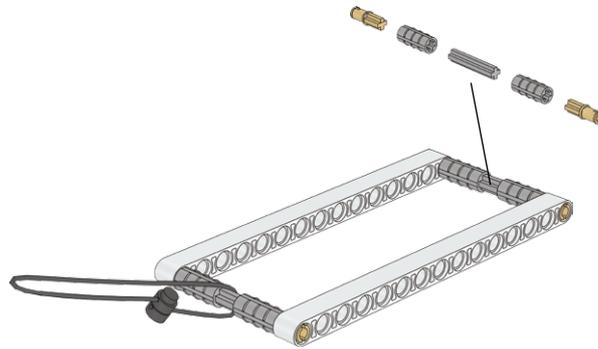
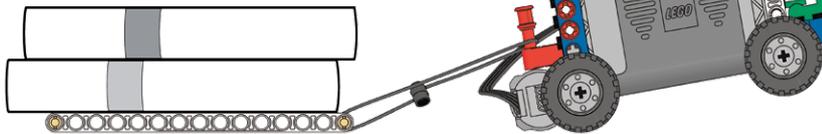
### Wie stark ist dein Power Car?

Bastle einen Schlitten, den du dann mit einer Schnur am Hacken auf der Rückseite deines Power Cars befestigst.

Lade dann ein paar Bücher auf den Schlitten auf.

Versuche zuerst zu schätzen, wie groß die Last ist, die die Power Cars A und C ziehen können. Probiere dann aus, welches Power Car die schwersten Lasten ziehen kann.

*Power Car C (Seite 11, Schritt 12) kann die schwersten Lasten ziehen. Die Testergebnisse können sich je nach Oberfläche der Teststrecke unterscheiden.*

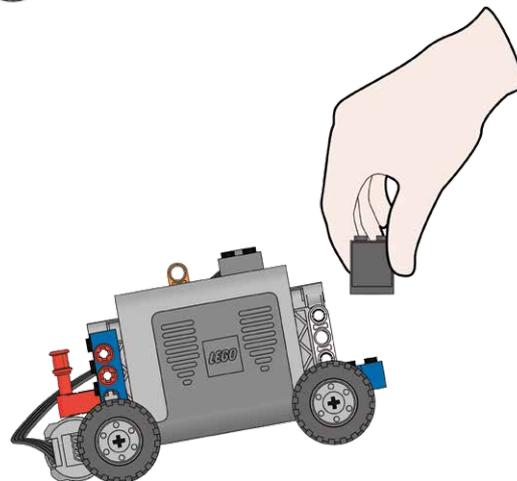


Versuche auch, an der Vorderseite des Power Cars ein Gegengewicht anzubringen.

*Dadurch bleibt die Vorderseite des Wagens am Boden und das Power Car erhält stabilere Fahreigenschaften.*

Versuche mit verschiedenen Rad- und Getriebekombinationen die optimale Zugkraft zu erreichen.

Welche Last kann dein stärkstes Power Car ziehen?

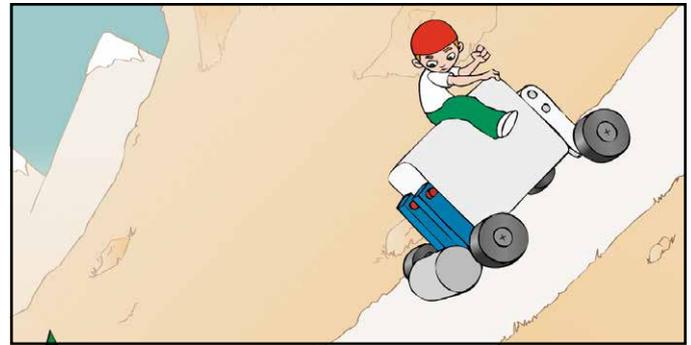


**Tip:**  
Verwende den Gewichtsstein als Gegengewicht.

# Das Power Car

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

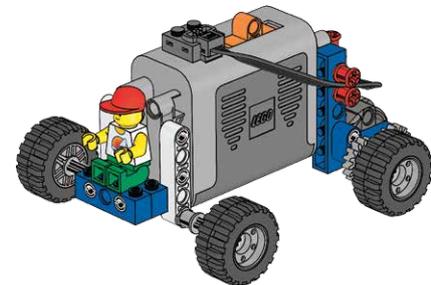
**Kannst du ein Power Car basteln, das Rampen hochfährt?  
 Finden wir es heraus!**



## Konstruiere dein Power Car

(Alle Schritte in Heft 11A und Heft 11B bis Seite 9, Schritt 10)

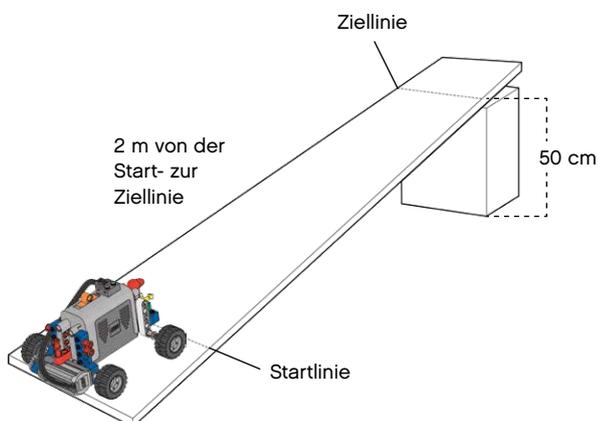
- Drücke den Batteriekasten-Schalter nach vorne, um den Motor zu starten
- Überprüfe, ob sich alle Räder frei drehen können, ohne am Fahrzeug zu reiben

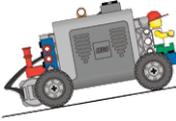


## Welches Fahrzeug fährt am schnellsten bergauf?

Bei der Bergauffahrt soll das Power Car so schnell wie möglich sein.

- Versuche zuerst abzuschätzen, in welcher Zeit das Power Car A 2 Meter bergauf zurücklegt. Überprüfe anschließend deine Aussage im Test. Mache dann dasselbe mit den Power Cars B, C und D
- Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen.



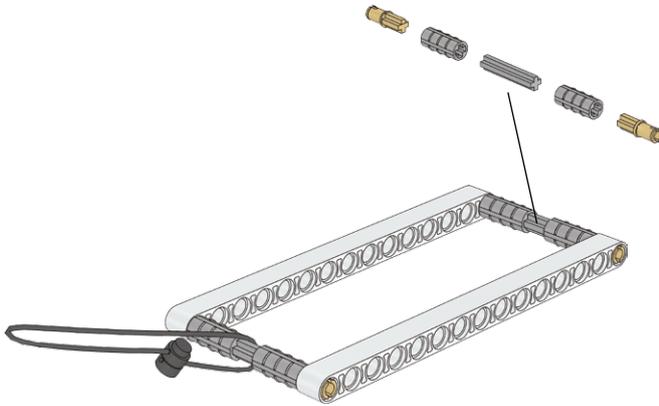
	Meine Voraussage	Was ist passiert?
A 		
B 		
C 		
D 		

**Wie stark ist dein Power Car?**

Bastle einen Schlitten, den du dann mit einer Schnur am Hacken auf der Rückseite deines Power Cars befestigst.

Lade jetzt ein paar Bücher auf den Schlitten auf.

- Versuche zuerst zu schätzen, wie groß die Last ist, die Power Cars A und C ziehen können. Probiere dann aus, welches Power Car die schwersten Lasten ziehen kann.
- Wie groß ist die Last, die dein stärkstes Power Car ziehen kann?



	Meine Voraussage	Meine Messung

**Mein Power Car**

Erfinde dein eigenes Power Car, und fertige dazu eine beschriftete Konstruktionszeichnung an. Erkläre die Funktionsweise der 3 wichtigsten Teile.



## Der Dragster

### Aufgabe:

Wie kriegen wir es hin, dass der Dragster weiter fährt?

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT / NT	Technik	AWT / AL	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Produkt konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen</li> <li>• Übersetzungen (Getriebe)</li> <li>• Kräfte (Gewichtskraft, Reibungskraft)</li> <li>• Bewegungsenergie, Lageenergie; Impuls</li> <li>• Geschwindigkeit</li> <li>• Tabellen</li> <li>• bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technischen Gegenstand konstruieren</li> <li>• Getriebe</li> <li>• Zahnräder</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Konstruktion zeichnerisch darstellen</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraftübertragung z.B. in einem Getriebe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehrteiliges Objekt herstellen</li> <li>• Antrieb nutzen</li> <li>• Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben</li> <li>• vergleichen und optimieren</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Energie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Beobachtung und Erklärung unterscheiden</li> <li>• Kräfte</li> <li>• Kraftwandler</li> <li>• Lageenergie, Bewegungsenergie</li> <li>• Energieumwandlungen</li> <li>• Reibung</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen nutzen</li> <li>• Messgrößen</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NwT / NT	Technik	AWT / AL	Physik	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemgrenzen und Teilsysteme</li> <li>• direkte und indirekte Messverfahren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktoren ansteuern</li> <li>• Energiewandlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiewandlung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masse und Gewichtskraft</li> <li>• Trägheit</li> <li>• Leistung</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

- Beschleunigung
- Zahnradgetriebe
- Masse
- Impuls

### Erforderliches Zusatzmaterial

- Maßstab oder Maßband
- Bis zu 20 m Boden. Eventuell den Korridor nutzen!

## Themaeführung

Jack und Jill experimentieren mit ihrem Dragster. Dieser soll mithilfe der Startrampe von der Start- bis zur Ziellinie rollen - ein weiter Weg! Der Dragster legt einen Traumstart hin, kommt aber nicht besonders weit.

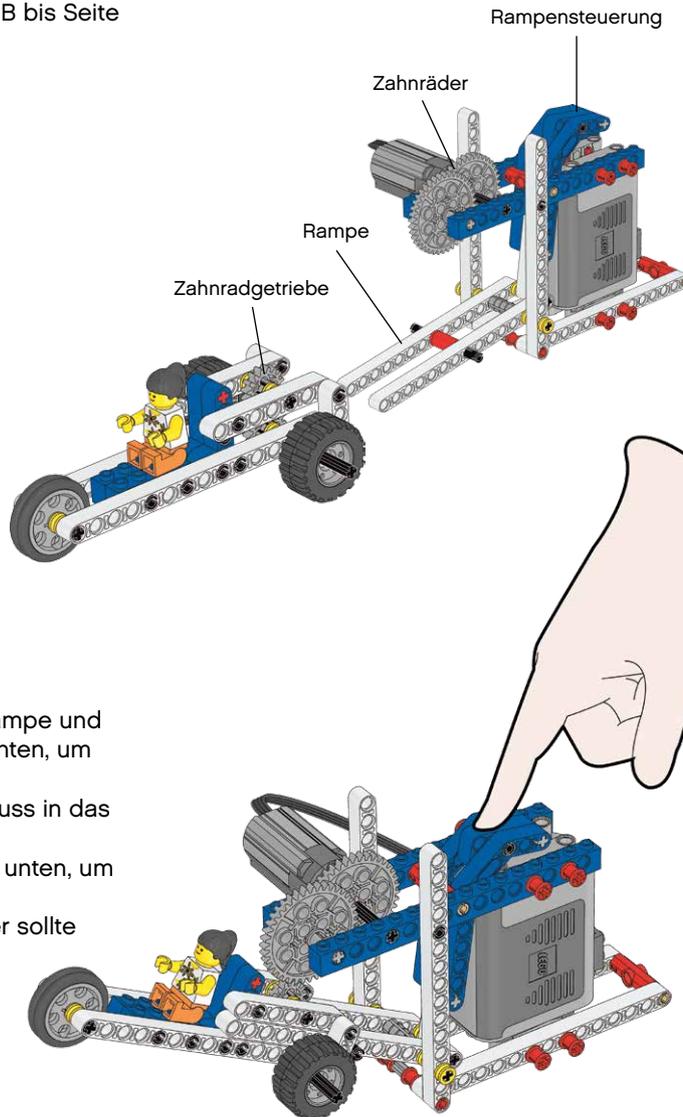
**Wie kriegen wir es hin, dass der Dragster weiter fährt?  
Finden wir es heraus!**



## Aufbau

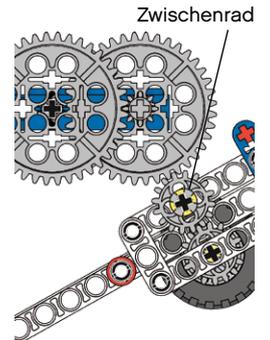
### Baue den Dragster und die Startrampe.

(Alle Schritte in Heft 12A und Heft 12B bis Seite 10, Schritt 13)



- Setze den Dragster auf die Startrampe und drücke den Hebelschalter nach unten, um die Rampe anzuheben.
- Das große Zahnrad der Rampe muss in das Zahnrad des Dragsters eingreifen
- Drücke den Batterieschalter nach unten, um den Motor zu starten
- Senke die Rampe ab. Der Dragster sollte sanft am Boden ausrollen

### Schon gewusst?



Ein Zwischenrad ändert zwar die Drehrichtung, aber nicht die Drehzahl am Getriebeausgang.

### Tipp:

Wenn der Dragster vibriert, sitzt vielleicht ein Reifen nicht richtig auf der Nabe. Dies führt zu erhöhter Reibung an der Achse und damit zu einem großen Energieverlust.



## Beobachtung

### Wie weit wird der Dragster kommen?

Mit verschiedenen Hinterreifen kannst du bestimmen, wie weit der Dragster fährt.

Versuche zuerst vorherzusagen, wie weit Dragster A fahren wird. Stelle dann deine Vorhersage auf die Probe. Mache jetzt dasselbe bei Dragster B und C. Welcher Dragster kommt am weitesten?

Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen. Die Testergebnisse können sich je nach Oberfläche der Teststrecke unterscheiden.

*Dragster A (Seite 9, Schritt 12) fährt ca. 0,7 m weit.*

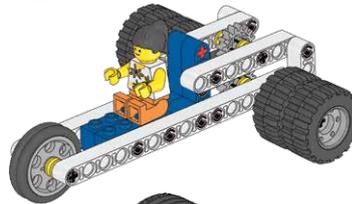
*Dragster B (Seite 12, Schritt 15) fährt ca. 2 m weit.*

*Dragster C (Seite 12, Schritt 16) fährt sogar noch weiter, ca. 6 m.*

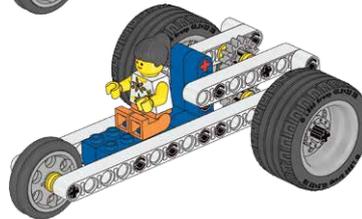
A



B



C



### Schon gewusst?

Der kleine Reifen wiegt 9 Gramm.



Der große Reifen wiegt 13 Gramm.



### Kannst du erklären, warum sich das Fahrverhalten mit den Radwechseln ändert?

*Zwei kleine Räder speichern mehr Energie als eines, weil sie zwei Mal soviel Masse haben. Deswegen kommt Dragster B weiter als Dragster A.*

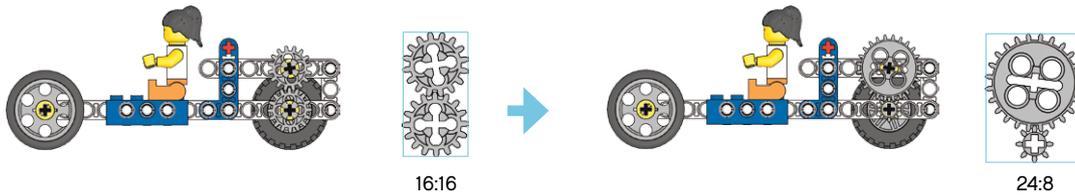
*Dragster C kommt dank des größeren Umfangs seiner Reifen weiter als Dragster B, obwohl die Achsengeschwindigkeit die selbe ist.*

*Je größer Masse und Umfang des Reifens, desto weiter fährt der Dragster.*

## Ausbau und Verbesserung

### Kann der Dragster noch weiter fahren?

Um die Übersetzung deines Dragsters ändern, musst du ihn zuerst zerlegen (Heft 12B bis Seite 3, Schritt 3). Anschließend gehst du wie folgt vor:



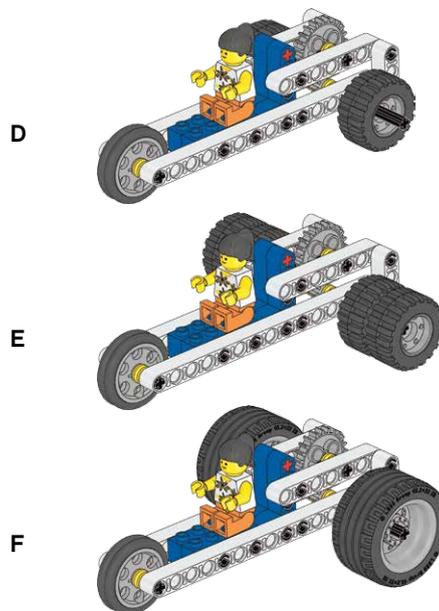
Ersetze das 16:16-Getriebe durch ein 24:8-Getriebe. Jetzt kannst du den Dragster mit Übersetzung wieder zusammenbauen (Heft 12B bis Seite 9, Schritt 12).

Versuche zuerst vorherzusagen, wie weit der übersetzte Dragster D fahren wird. Dann stelle deine Vorhersage auf die Probe. Mache dann dasselbe mit den Dragstern E und F. Welcher Dragster fährt am weitesten?

*Dragster F kommt mit ca. 11 m am weitesten.*

Probiere aus, ob der Dragster mit anderen Kombinationen und Ideen sogar noch weiter fahren kann.

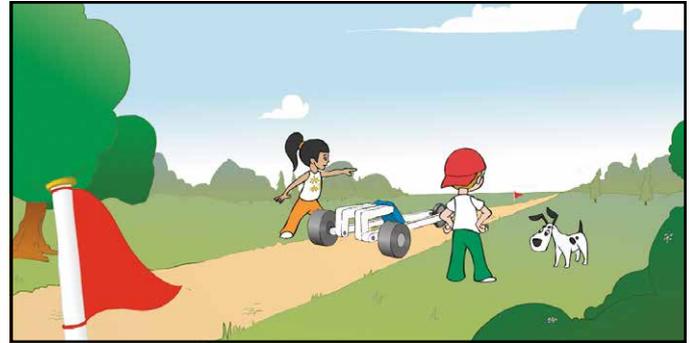
Wie weit schafft es dein bester Dragster?



# Der Dragster

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

**Wie kriegen wir es hin, dass der Dragster weiter fährt?  
 Finden wir es heraus!**



## Baue den Dragster und die Startrampe

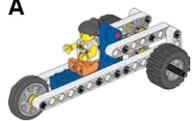
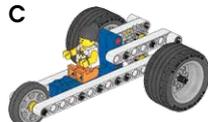
(Alle Schritte in Heft 12A und Heft 12B bis Seite 10, Schritt 13)

- Setze den Dragster auf die Startrampe und drücke den Hebelschalter nach unten, um sie hochzufahren
- Das große Zahnrad der Rampe muss in das Zahnrad des Dragsters greifen
- Drücke den Batterieschalter nach unten, um den Motor zu starten
- Senke die Rampe. Der Dragster sollte sanft am Boden ausrollen



## Wie weit wird es dein Dragster schaffen?

- Versuche zuerst vorherzusagen, wie weit Dragster A kommt. Stelle dann deine Vorhersage auf die Probe. Mache jetzt dasselbe bei Dragster B und C. Welcher Dragster kommt am weitesten?
- Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen. Die Testergebnisse können sich je nach Oberfläche deiner Teststrecke unterscheiden.

	Meine Voraussage	Meine Messung
A 		
B 		
C 		

**Kannst du erklären, was der Radwechsel bewirkt hat?**

\_\_\_\_\_

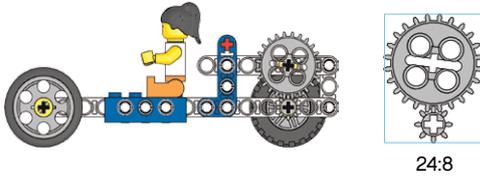
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Könnte es dein Dragster noch weiter schaffen?

Um die Übersetzung deines Dragsters ändern, musst du ihn zuerst zerlegen (Heft 12B bis Seite 3, Schritt 3). Anschließend gehst du wie folgt vor:



Ersetze das 16:16-Getriebe durch einem 24:8-Getriebe. Baue nun den Dragster mit Übersetzung (Heft 12B bis Seite 9, Schritt 12) wieder zusammen.

- Versuche zuerst vorherzusagen, wie weit der Dragster D mit Übersetzung fahren wird. Stelle dann deine Vorhersage auf die Probe. Mache dann dasselbe mit den übersetzten Dragster E und F. Welcher Dragster kommt am weitesten?
- Fallen dir andere Kombinationsmöglichkeiten ein, mit denen dein Dragster sogar noch weiter kommen könnte? Wie weit schafft es dein bester Dragster?

	Meine Voraussage	Meine Messung
D 		
E 		
F 		

### Mein Dragster

Erfinde deinen eigenen Dragster, und fertige dazu eine beschriftete Konstruktionszeichnung an. Erkläre die Funktionsweise der 3 wichtigsten Teile.



## Der Walker

### Aufgabe:

Schaffst du es, einen Walker zu basteln, der Jack und Jill tragen kann?

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT / NT	Technik	AWT / AL	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Objekt mit Antrieb konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen</li> <li>• Übersetzungen (Getriebe)</li> <li>• Kräfte (Reibungskraft)</li> <li>• Geschwindigkeit und Bewegungen</li> <li>• Tabellen</li> <li>• bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technischen Gegenstand konstruieren</li> <li>• Getriebe</li> <li>• Zahnräder, Schneckenrad</li> <li>• Messwerte erfassen</li> <li>• Konstruktion zeichnerisch darstellen</li> <li>• beurteilen und verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraftübertragung z.B. in einem Getriebe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehrteiliges Objekt herstellen</li> <li>• Antrieb nutzen</li> <li>• Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben</li> <li>• vergleichen und optimieren</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Energie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Maschinen (Zahnradgetriebe, Hebel, Flaschenzug)</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Beobachtung und Erklärung unterscheiden</li> <li>• Kräfte</li> <li>• Kraftwandler</li> <li>• Reibung</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen nutzen</li> <li>• Messgrößen</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NWT / NT	Technik	Physik	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemgrenzen und Teilsysteme</li> <li>• direkte und indirekte Messverfahren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technische Lösungen vergleichen</li> <li>• Aktoren ansteuern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gleichförmige Bewegungen</li> <li>• Lageenergie, Bewegungsenergie</li> <li>• Arbeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Längen, Umfang</li> <li>• Proportionalität und Antiproportionalität</li> <li>• Tabellen</li> <li>• Terme</li> <li>• Winkel</li> <li>• ebene Figuren</li> </ul>

### Wortschatz

- Waage
- Zahnradgetriebe
- Griff
- Hebel
- Verbindungen
- Sperrklinke

### Erforderliches Zusatzmaterial

- Ein großes, dünnes, gebundenes Buch oder eine Ringmappe
- Lineal
- Stoppuhr oder Uhr
- Bis zu 1 m Bodenfläche

## Themaeführung

Jack und Jill verbringen einen großartigen Wandertag. Allerdings ist es heiß, sie werden langsam müde und die Rucksäcke scheinen mit jeder Minute schwerer zu werden.

Als Jack und Jill eine kurze Pause einlegen, sehen Sie, wie ein Ameisentrupp an ihnen vorbeiläuft. „Wie können die nur so viel tragen?“ fragt Jack.

Jack und Jill stellen sich vor, wie toll es wäre, von einer Ameise huckepack genommen zu werden.

**Kannst du einen Walker basteln, der Jack und Jill trägt?  
Finden wir es heraus!**

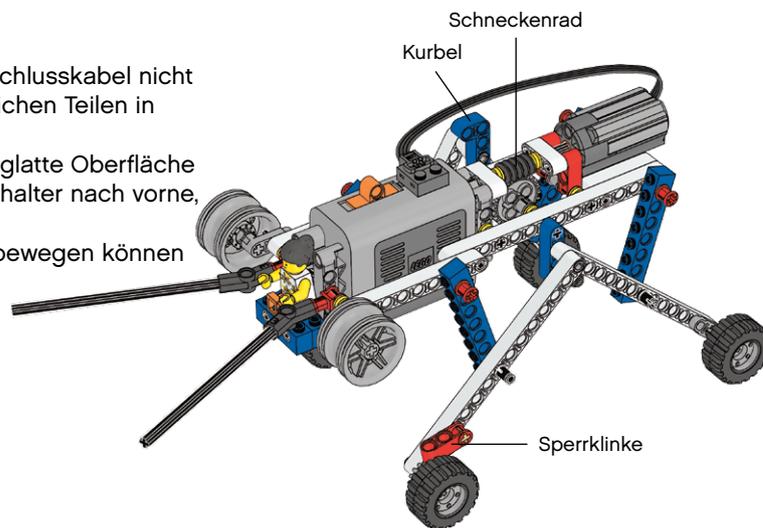


## Aufbau

### Baue den Walker

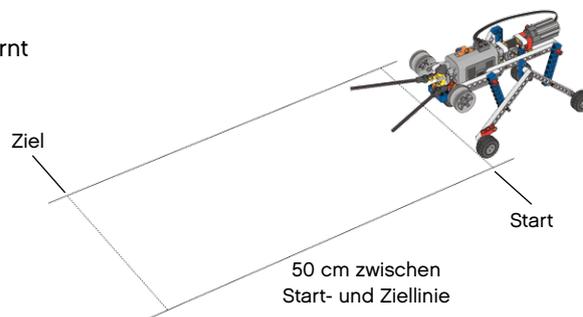
(Alle Schritte in Heft 13A und Heft 13B bis Seite 13, Schritt 18.)

- Stelle sicher, dass das Anschlusskabel nicht mit irgendwelchen beweglichen Teilen in Berührung kommt
- Stelle den Walker auf eine glatte Oberfläche und drücke den Batterieschalter nach vorne, um den Motor zu starten
- Die Beine sollten sich frei bewegen können



### Markiere deine Testspur

- Zeichne eine Start- und 50 cm davon entfernt eine Ziellinie ein.



## Beobachtung

### Wie schnell kann der Walker laufen?

Je nach Einstellung der Beine erreicht der Walker eine andere Geschwindigkeit.

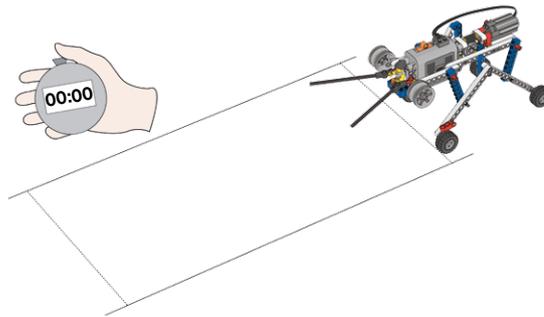
Versuche zuerst vorherzusagen, wie lange der Walker mit der Einstellung A braucht, um 50 cm zurückzulegen. Stelle deine Vorhersage dann auf die Probe. Mache jetzt dasselbe für die Einstellungen B und C.

Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein sicheres Ergebnis zu erhalten. Die Testergebnisse können sich je nach Oberfläche der Teststrecke unterscheiden.

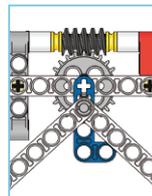
Mit Einstellung A (Seite 13, Schritt 18) läuft der Walker am langsamsten. Er braucht für 50 cm etwa 27 Sekunden.

Mit Einstellung B (Seite 14, Schritt 19) erzielst du die gleichmäßigste Geschwindigkeit. Er braucht für 50 cm etwa 16 Sekunden.

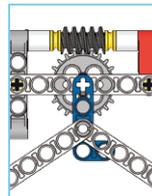
Mit Einstellung C (Seite 15, Schritt 20) erzielst du die höchste Geschwindigkeit. Der Walker braucht für 50 cm etwa 12 Sekunden.



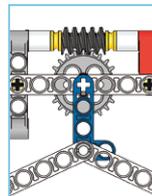
A



B

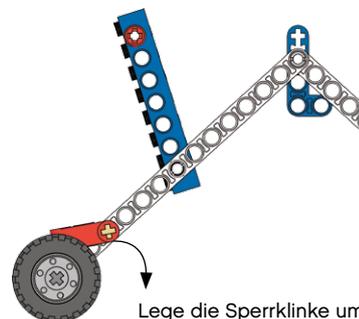


C



### Kannst du erklären, welchen Zweck die Sperrklinken erfüllen?

Die Vorderfüße finden keinen Halt, wenn die Sperrklinke nicht fest sitzt. Ohne die Sperrklinken würden die Bewegungen der Beine dazu führen, dass sich die Räder vor- und rückwärts drehen. Mit der Sperrklinke können die Räder nur noch in eine Richtung rollen.



Lege die Sperrklinke um

## Ausbau und Verbesserung

### Welcher Walker kann am schnellsten eine Rampe hochsteigen?

Baue aus einem großen Buch oder einer Ringmappe eine 10 cm hohe Rampe. Bringe den Walker in die im Bild zeigte Position.

Versuche zuerst abzuschätzen, mit welcher Einstellung der Beine (A, B oder C) der Walker am schnellsten eine Rampe hochlaufen kann. Teste dann, welcher Walker wirklich am schnellsten die Rampe hochkommt.

*Mit der Einstellung A (Seite 13, Schritt 18) läuft der Walker zwar nur langsam, aber er erklimmt die Rampe mit gleichmäßiger Geschwindigkeit.*

*Einstellung B (Seite 14, Schritt 19) bewirkt eine hohe Geschwindigkeit, ist aber nicht so stabil wie A.*

*Einstellung C (Seite 15, Schritt 20) bewirkt die höchste Geschwindigkeit, ist aber sehr instabil und damit nicht so gut für das Überqueren von Rampen geeignet.*

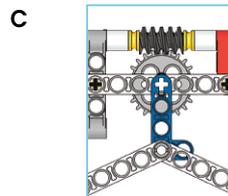
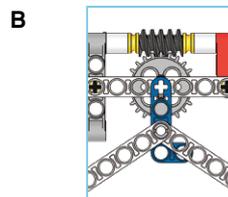
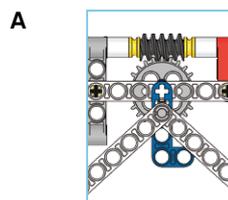
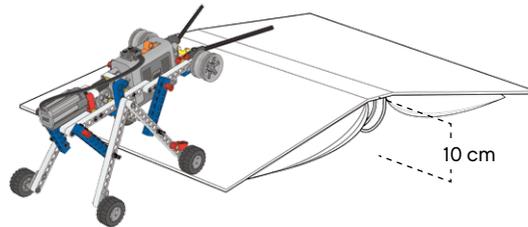
### Was passiert sonst?

*Der Walker rollt die Rampe nach unten! Das liegt daran, dass die Sperrklinke nur Kräften in einer Richtung entgegenwirkt, nicht in der anderen.*

*Der Walker kann auf seinen Antennen stehen.*

### Sonderaufgabe: Lasse den Walker auf verschiedene Weise laufen

Kannst du den Walker auf verschiedene Weise laufen lassen? Probiere die unterschiedlichen Einstellungen der beiden blauen Kurbeln aus.

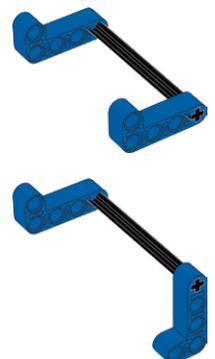


### Schon gewusst?

Der Roboter Dante 2 wurde konstruiert, um sehr steile und steinige Abhänge hinaufzusteigen und bis zum mit Gasen eingehüllten Grund gefährlicher Vulkane vorzudringen. Er kann sich auch abseilen lassen und über bis zu 1 m große Felsbrocken klettern!

### Tipp:

Mit verschiedenen Kurbeleinstellungen sind verschiedene Bewegungsarten realisierbar.



# Der Walker

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

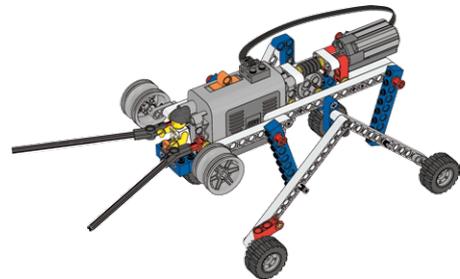
**Schaffst du es, einen Walker zu basteln, der Jack und Jill tragen kann? Finden wir es heraus!**



## Baue den Walker

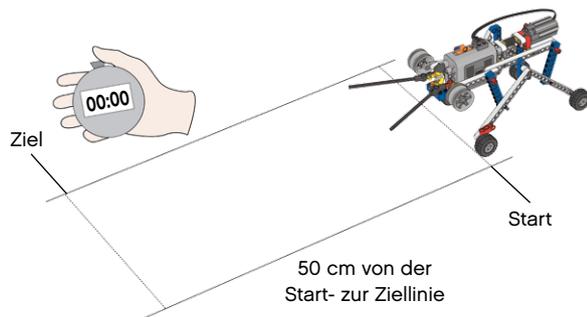
(Alle Schritte in Heft 13A und Heft 13B bis Seite 13, Schritt 18)

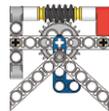
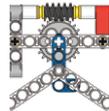
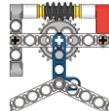
- Achte darauf, dass das Anschlusskabel nicht mit irgendwelchen beweglichen Teilen in Berührung kommt
- Stelle den Walker auf eine glatte Oberfläche und drücke den Batterieschalter nach vorne, um den Motor zu starten
- Die Beine des Walkers sollten sich frei bewegen können



## Wie schnell kann dein Walker laufen?

- Versuche zuerst abzuschätzen, wie lange der Walker mit der Einstellung A braucht, um 50 cm zurückzulegen. Stelle deine Vorhersage dann auf die Probe. Mache jetzt dasselbe für die Einstellungen B und C.
- Führe jeden Versuch mehrmals durch, um ein sicheres Ergebnis zu erhalten.



	Meine Vorhersage	Meine Messung
A 		
B 		
C 		

**Kannst du erklären, welchen Zweck die Sperrklinken erfüllen?**

---



---



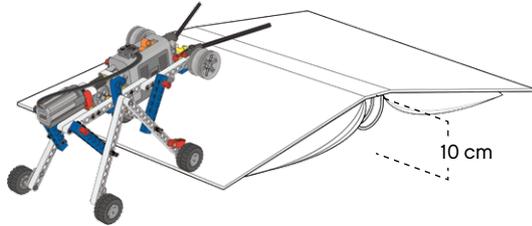
---

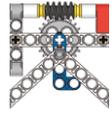
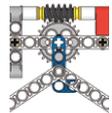
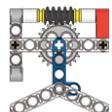


---

### Über Rampen klettern

- Baue aus einem großen Buch oder einer Ringmappe eine kleine Rampe.
- Stelle den Walker wie im Bild gezeigt auf.
- Versuche zuerst abzuschätzen, mit welcher Einstellung der Beine (A, B oder C) der Walker am schnellsten eine Rampe hochlaufen kann. Teste dann, welcher Walker tatsächlich am schnellsten die Rampe hochkommt.



	Meine Voraussage	Meine Messung
A 		
B 		
C 		

Langsam
Schneller
Schnell

### Mein Walker

Erfinde deinen eigenen Walker, und fertige eine beschriftete Zeichnung deiner Konstruktion an.  
 Erkläre die Funktionsweise der 3 wichtigsten Teile.



## Der Dogbot

### Aufgabe:

Wie können wir für Zog einen munteren Spielkameraden schaffen?

### Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT / NT	Technik	AWT / AL	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg</li> <li>• Technische Arbeitsmethoden</li> <li>• Objekt mit Antrieb konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen</li> <li>• Übersetzungen (Getriebe)</li> <li>• Kräfte (Reibungskraft)</li> <li>• mechanische Ablaufsteuerung</li> <li>• Tabellen</li> <li>• bewerten und ggf. optimieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technischen Gegenstand konstruieren</li> <li>• Getriebe</li> <li>• Zahnräder, Nocken, Hebel</li> <li>• Konstruktion zeichnerisch darstellen</li> <li>• beurteilen und</li> <li>• verbessern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraftübertragung z.B. in einem Getriebe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehrteiliges Objekt herstellen</li> <li>• Antrieb nutzen</li> <li>• Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben</li> <li>• vergleichen und optimieren</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Energie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Maschinen (Zahnradgetriebe, Hebel, Flaschenzug)</li> <li>• Experimente durchführen</li> <li>• Beobachtung und Erklärung unterscheiden</li> <li>• Kraftwandler</li> <li>• Reibung</li> <li>• sprachliche und grafische Darstellungsformen nutzen</li> <li>• Messgrößen</li> </ul>

### Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NWT / NT	Technik	Physik	Mathematik
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemgrenzen und Teilsysteme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technische Lösungen vergleichen</li> <li>• Aktoren ansteuern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lageenergie, Bewegungsenergie</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

- Kurvenscheiben bzw. Nocken
- Zahnradgetriebe
- Hebel
- Gestänge
- Drehpunkte
- Ablaufsteuerung

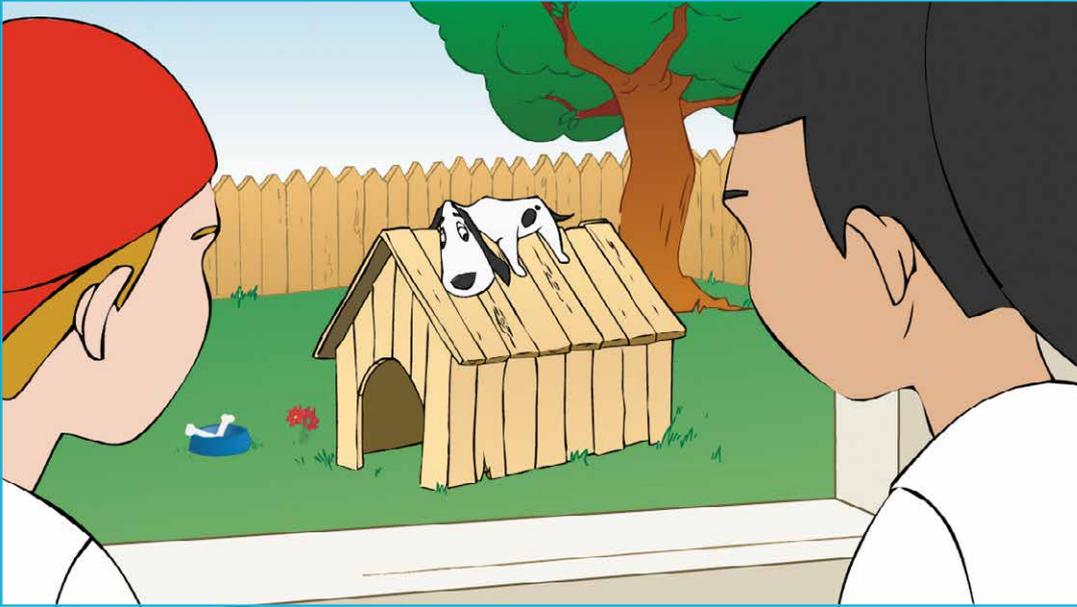
### Erforderliches Zusatzmaterial

- Buntstifte
- Dekomaterial: Wolle, Folie, Karton, Papier, etc.
- Schere
- Klebeband

## Themaeführung

Zog langweilt sich sehr. Er träumt von einem stets glücklichem und aufgewecktem Freund, mit dem er sich einen Knochen teilen kann. Jack und Jill kommt eine Idee.

**Wie können wir für Zog einen munteren Spielkameraden bauen?  
Finden wir es heraus!**



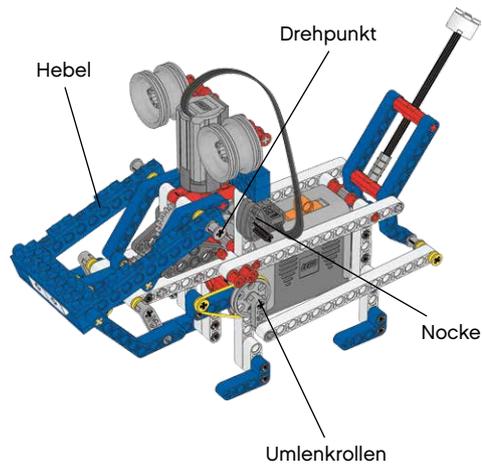
## Aufbau

### Dogbot bauen

(Alle Schritte in Heft 14A und Heft 14B bis Seite 19, Schritt 27)

Der Dogbot verfügt über mehrere bewegliche Teile, hat aber nur einen Motor. Schalte Dogbot ein, indem du den Batterieschalter nach hinten drückst. Wenn sich der Motor nicht frei drehen kann, musst du einige Bauteile des Dogbots überprüfen:

- Der Hebel, der den Oberkiefer bildet, sollte sich nach oben und unten bewegen lassen
- Die Nocken sollten frei drehbar sein und die Augen an den Achsen auf- und abbewegen
- Der am Schwanz angebrachte Hebel sollte eine Wedelbewegung nach oben und unten ausführen können



**Schon gewusst?**  
Sowohl die Kiefer- als auch die Schwanzbewegung werden über Hebelsätze mit mehreren Drehpunkten erreicht



## Beobachtung

### Ist Dogbot hellwach?

Wenn Dogbot hellwach ist, bewegt er unentwegt seine Augen!

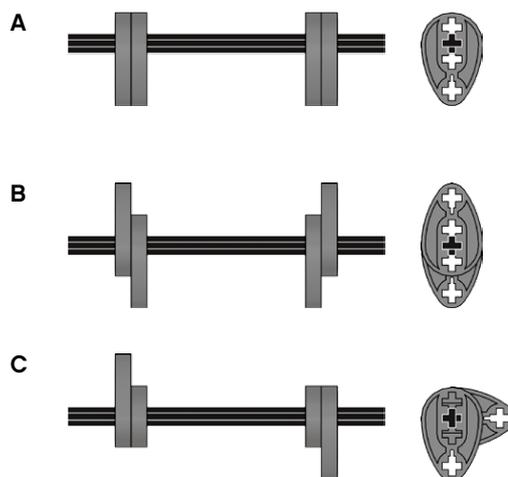
Mit welcher Nockenwelle wird der Dogbot schläfrig, wach und hellwach?

Versuche zuerst vorherzusagen, welche Augenaktion die Nockenwelle A bewirkt. Stelle deine Vorhersage dann auf die Probe. Mache anschließend dasselbe mit den Nockenwellen B und C.

*Nockenwelle A (Seite 19, Schritt 27) bewirkt, dass der Dogbot schläfrig ist, d.h. er macht pro Nockenwellen-Umdrehung nur eine Augenbewegung.*

*Die Nockenwelle B (Seite 20, Schritt 28) bewirkt, dass der Dogbot wach wird, d.h. seine Augen bewegen sich pro Drehung zwei Mal in regelmäßigen Intervallen.*

*Die Nockenwelle C (Seite 21, Schritt 29) bewirkt, dass der Dogbot hellwach wird, d.h. seine Augen bewegen sich zwei Mal pro Drehung, allerdings in unregelmäßigen Intervallen – ein Auge ist oben, das andere unten!*



### Wie weit kann der Dogbot seine Kiefer öffnen?

Durch Änderung der Buchsenposition kannst du bestimmen, wie weit Dogbot seine Kiefer öffnen soll.

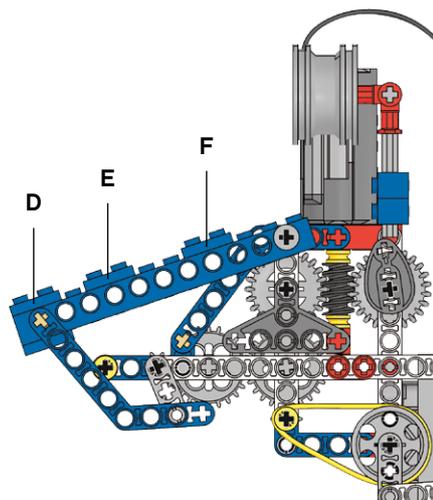
Versuche zuerst vorherzusagen, wie weit Dogbot die Kiefer in Position D der Buchse öffnen kann. Stelle deine Vorhersage dann auf die Probe. Mache dann dasselbe mit den Positionen E und F.

*In Position D (Seite 22, Schritt 30) kann Dogbot seine Kiefer weit öffnen.*

*In Position E (Seite 23, Schritt 31) kann Dogbot seine Kiefer noch weiter öffnen.*

*Position F (Seite 24, Schritt 32) ist die Maximaleinstellung für Dogbot.*

*Je näher die Buchse an der Drehachse ist, desto weiter kann sich der Kiefer öffnen. Der Oberkiefer besteht aus einem Winkelhebel.*



**Schon gewusst?**  
Nocken werden in Automotoren, Uhren, Spielsachen, Nähmaschinen und Schlössern verwendet – also in vielen Apparaten, in denen zeitgesteuerte Abläufe stattfinden.

**Schon gewusst?**  
Dein Unterkiefer ist ein Hebel. Versuche einmal zu ertasten, wo der Muskel am Unterkiefer befestigt ist. Deine Kieferknochen sind einseitige Hebel mit Kraftansatz innen - genau wie bei Dogbot - nur umgedreht.

## Ausbau und Verbesserung

### Kann dein Dogbot noch glücklicher sein?

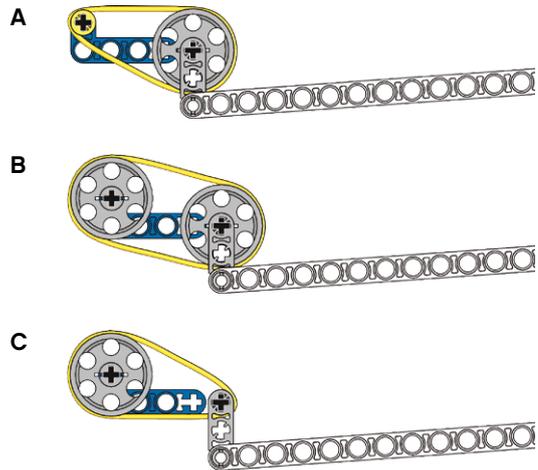
Wenn Dogbot glücklich ist, wedelt er mit seinem Schwanz. Je schneller das Wedeln, desto glücklicher ist das Tier.

Versuche vorherzusagen, wie glücklich Dogbot mit der Riemenradkombination A ist. Stelle deine Vorhersage dann auf die Probe. Mache anschließend dasselbe bei den Kombinationen B und C.

*Riemenradkombination A bewirkt, dass Dogbot langsam mit dem Schwanz wedelt, d.h. er ist ganz gut gelaunt.*

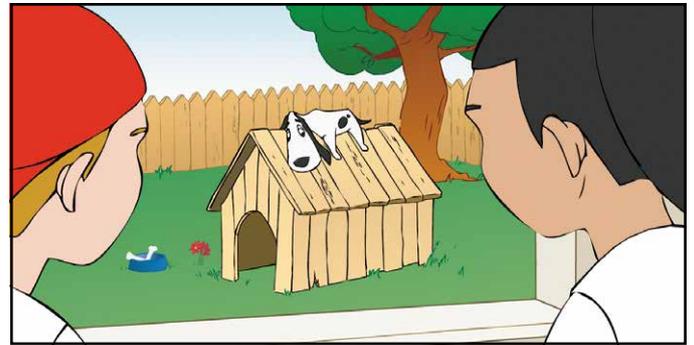
*Riemenradkombination B bewirkt ein schnelleres Wedeln – drei Mal Schneller als mit Einstellung A, d.h. Dogbot ist jetzt noch weitaus besser gelaunt.*

*Mit Riemenradkombination C wedelt Dogbot am schnellsten mit dem Schwanz – drei Mal schneller als mit Einstellung B. Dogbot könnte gar nicht glücklicher sein!*



# Der Dogbot

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

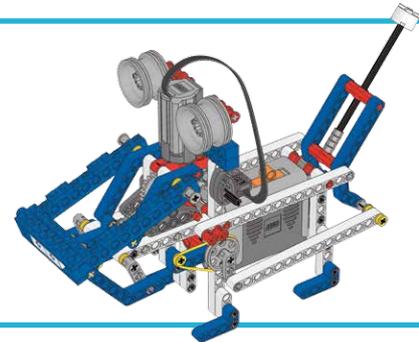


**Wie können wir für Zog einen munteren Spielkameraden schaffen? Finden wir es heraus!**

## Dogbot bauen

(Alle Schritte in Heft 14A und Heft 14B bis Seite 19, Schritt 27)

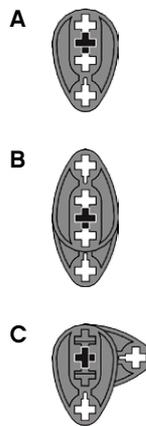
- Der Hebel, der den Oberkiefer bildet, sollte sich nach oben und unten bewegen lassen
- Die Nocken sollten frei drehbar sein und die Augen an den Achsen hoch und runterbewegen
- Der Hebel, der den Schwanz bildet, sollte nach oben und unten wedeln können



## Ist Dogbot hellwach?

Mit welcher Nockeneinstellung ist der Dogbot schläfrig, wach und hellwach?

- Versuche zuerst vorherzusagen, welche Augenaktion die Nockenwelle A bewirkt. Stelle deine Vorhersage dann auf die Probe. Mache anschließend dasselbe für die Nockenwelle B und C.

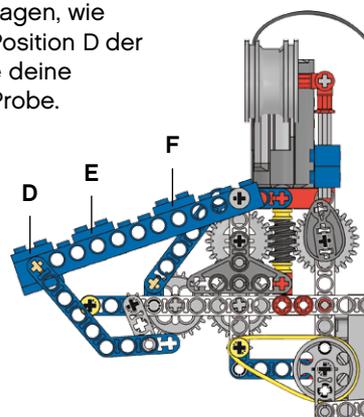


	Meine Voraussage	Was ist passiert?
A		
B		
C		

Schläfrig     
 Wach     
 Hellwach

## Wie weit kann der Dogbot seine Kiefer öffnen?

- Versuche zuerst vorherzusagen, wie weit Dogbot die Kiefer in Position D der Buchse öffnen kann. Stelle deine Vorhersage dann auf die Probe. Mache dann dasselbe mit den Positionen E und F.



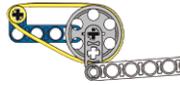
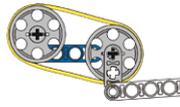
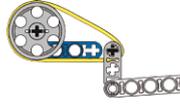
	Meine Voraussage	Was ist passiert?
D		
E		
F		

Weit     
 Weiter     
 Am weitesten

### Wie glücklich ist Dogbot?

Wenn Dogbot glücklich ist, wedelt er mit seinem Schwanz. Je schneller das Wedeln, desto glücklicher ist das Tier.

- Versuche zuerst zu schätzen, wie glücklich Dogbot mit der Riemenradkombination A ist. Stelle deine Vorhersage dann auf die Probe. Mache anschließend dasselbe für die Kombinationen B und C.

	Meine Voraussage	Was ist passiert?
A 		
B 		
C 		



#### Weitere Ideen:

- Verschönere Dogbot
- Bastle eine Zunge und Ohren aus Pappe

*Am glücklichsten*      *Glücklicher*      *Glücklich*

### Mein Dogbot

Zeichne und beschrifte deine Dogbot-Lieblingskonstruktion. Erkläre die Funktionsweise der 3 wichtigsten Teile.

## Es geht bergauf!



### Das Problem

Jack und Jill haben sich einen luxuriösen Zweisitzer gebaut, der sich aber sehr schwer den Berg hochschieben lässt.

**Kannst du einen Mechanismus konstruieren, der dafür sorgt, dass der Wagen nicht den Berg hinunterrollt, wenn die beiden eine Pause einlegen?**

### Konstruktionsanweisungen

Entwerfe und baue einen Wagen, der:

- mindestens 50 g (oder in etwa einen 1 Gewichtstein) transportieren kann
- über eine Sicherheitsfunktion verfügt, die das Rückwärtsrollen verhindert, das Vorwärtsrollen jedoch zulässt

#### 1. Zeichne einen Entwurf deiner aufgebauten Konstruktion.

#### 2. Hebe die drei wichtigsten Teile sichtbar hervor, und erkläre ihre Funktionsweise.

---



---



---

#### 3. Schlage drei Verbesserungsmöglichkeiten vor.

---



---



---

#### Brauchst du Hilfe?

Sieh dir noch einmal die folgenden Modelle an:



Die Angel



Bergabrennen mit dem Freewheeler



Basismodelle mit Rädern und Achsen

# Es geht bergauf!

## Ziele

Anwendung der Kenntnisse in den Bereichen:

- Räder und Achsen
- Reibung
- Sperrklinken
- Voraussagen treffen und Messen
- Grundsätze zu Testversuchen und Produktsicherheit

Erforderliches Zusatzmaterial

- Maßstab oder Maßband
- Ein Brett für den Abfahrtshügel
- Karton und Klebeband für die Auslauframpe am Ende des Bretts
- Einen Tischventilator für die 'Energieversorgung' von windkraftbetriebenen Fahrzeugen
- Optional: Knet für die Herstellung der Testpiloten

## Tests und Action

- Kann der Wagen das Gewicht eines Gewichtsteins transportieren?  
*Teste den Wagen mit dem Gewichtstein und füge nach einem erfolgreichen Versuch mehr Gewicht hinzu. Wann kann ein Test als erfolgreich gelten?*  
*Der Wagen sollte nicht kaputt gehen, die Ladung sollte weder mit Rädern noch mit Zahnrädern in Berührung kommen usw.*
- Rollt der Wagen leichtgängig?  
*Mache die Abfahrtsrampe beliebig steil (z.B. 30 cm hoch und 1 m lang) und lasse den Wagen vorwärts herunterrollen. Je weiter der Wagen auf dem Boden ausrollt, desto besser.*
- Funktioniert die automatische Rückrollsperrung?  
*Drehe das Fahrzeug einfach um, ohne ein Teil an Bord zu berühren, so dass der Wagen mit dem Heck zur 'Talseite' steht. Lasse ihn los! Bleibt der Wagen stehen? Mache die Abfahrt zunehmend steiler, bis der Wagen abrutscht. Je steiler der Hügel, bei dem das Fahrzeug noch nicht ins Rutschen gerät, desto besser.*
- Wie sicher und komfortabel ist dein Luxuswagen?  
*Fertige zwei Fahrzeuginsassen aus Knet. Setze die beiden vorsichtig in das Fahrzeug. Lasse den Wagen den Hügel hinunterfahren und ausrollen. Sieh dir jetzt die Insassen an: Haben sie Schläge und Kratzer abbekommen? – Je weniger, desto besser.*  
*Wie geht es den Fahrern nach einer rauen Fahrt über eine Geländestrecke?*  
*Würde dein Fahrzeug auch als Krankenwagen taugen?*

## Sonderaufgaben

- Setze Windenergie ein, um die Bergauffahrt des Wagens zu unterstützen. Kümmere dich darum, dass die automatische Sperre dafür sorgt, dass der Wagen bei Windstille nicht den Hügel wieder herunterrollt.
- Ein Wagen für jedes Gelände! Kannst du dafür sorgen, dass das Fahrzeug auch über Lineale oder sogar Stifte klettern kann, die auf der Auffahrt liegen?  
Tipp: Baue ein Hilfsmittel, mit dem sich Energie an Bord des Fahrzeugs speichern lässt.

## ◀ Brauchst du Hilfe?

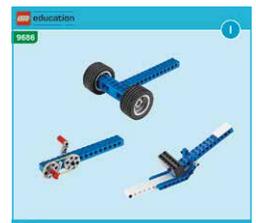
Sieh dir noch einmal die folgenden Modelle an:



Die Angel

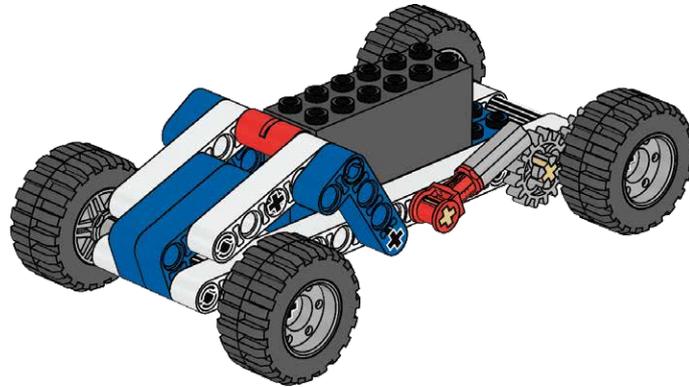


Bergabrennen mit dem Freewheeler



Basismodelle mit Rädern und Achsen

## Beispiellösung



## Das magische Schloss



### Das Problem

Jack möchte seinen geheimen Schatz in einer Kiste unter Verschluss halten. Und er weiß, dass Jill nahezu jedes Schloss knacken kann. Außerdem ist sie ziemlich neugierig und will wissen, was Jack zu verbergen hat.

**Kannst du ein Geheimschloss bauen, für das Jack keinen Schlüssel benötigt?**

## Konstruktionsanweisungen

Entwerfe und baue eine Kiste:

- mit einem versteckten Schloss...
- das auf einfache Weise verriegelt und wieder entriegelt werden kann

### 1. Zeichne einen Entwurf deiner aufgebauten Konstruktion.



### 2. Kennzeichne die drei wichtigsten Teile, und erkläre ihre Funktionsweise.

---

---

---

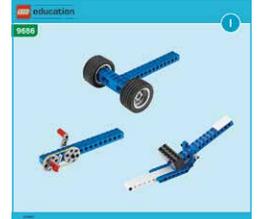
### 3. Schlage drei Verbesserungsmöglichkeiten vor.

---

---

---

 **Brauchst du Hilfe?**  
Sieh dir noch einmal Folgendes an:



Basismodelle zum Thema  
Hebel

# Das magische Schloss

## Ziele

Anwendung der Kenntnisse aus den Bereichen:

- Hebel, Grundstrukturen und Scharniere
- Beobachten und Untersuchen
- Wissenschaftliche Tests und zuverlässige Produkte

## Erforderliches Zusatzmaterial

- Pappkarton
- Farbstifte
- Schere

## Tests und Action

- Bleibt die Kiste verschlossen, wenn das Schloss verriegelt ist?  
*Verschließe die Kiste. Probiere, ob sich die Kiste öffnet, wenn du ein wenig an ihr drückst oder die Kiste etwas schüttelst. Schließlich handelt es sich nur um einen ersten Konstruktionsversuch!*
- Lässt sich die Kiste leicht öffnen?  
*Probiere, die Kiste aufzuschließen – je leichter sie sich öffnen lässt, desto besser.*
- Funktioniert die Verriegelung zuverlässig?  
*Verriegle, entriegle, öffne und schließe die Kiste dreimal hintereinander. Funktioniert alles immer noch tadellos? Probiere weiter! Je öfter sich die Kiste problemlos öffnen und schließen lässt, desto zuverlässiger ist sie.*
- Ist die Verriegelungsfunktion wirklich geheim?  
*Bitte Freiwillige einer anderen Gruppe darum, die Kiste zu öffnen und zu zeigen, wie der Mechanismus funktioniert. Vielleicht kannst du bei diesen Versuchen sogar die Zeit nehmen. Je weniger Tester herausfinden, wo und wie sich die Kiste öffnen lässt, desto besser!*

## Sonderaufgaben

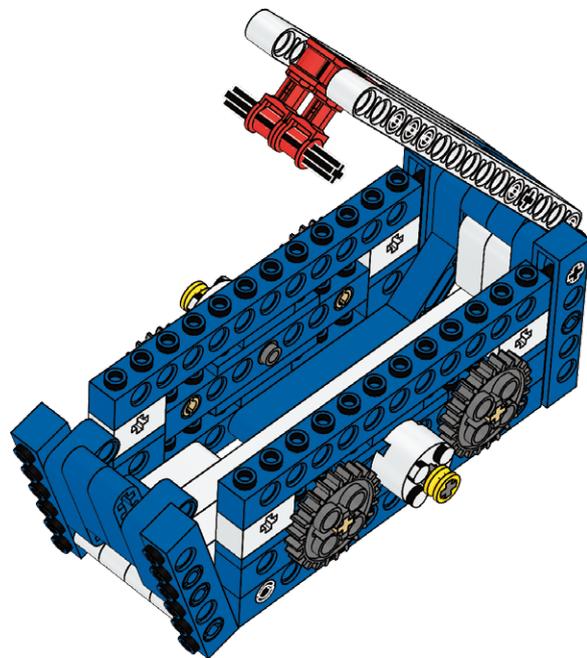
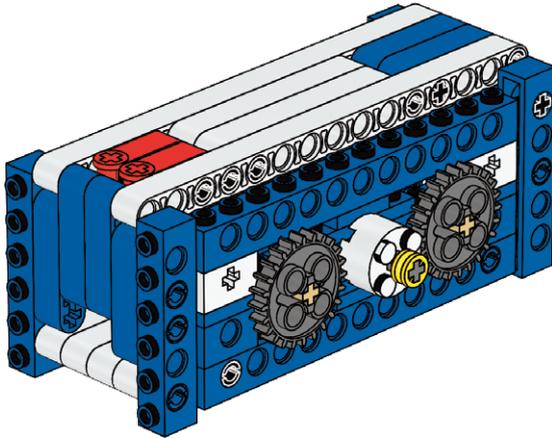
- Entwerfe und fertige neue Seitenflächen für die Kiste, damit ihr Inhalt verborgen bleibt.
- Gestalte die Flächen mit Karton und Farbstiften nach deinen eigenen Vorstellungen.

- ◀ **Brauchst du Hilfe?**  
Sieh dir noch einmal Folgendes an:



Basismodelle zum Thema Hebel

## Beispiellösung



## Frischer Wind an der Poststelle



### Das Problem

Es ist viel zu windig, um draußen zu spielen. Deswegen hilft Jill an der Poststelle aus und stempelt die Briefe ab. Mittlerweile tut ihr der Arm schon weh vom vielen Stempeln und sie wird langsam müde. Draußen weht eine heftige Brise und sie wäre froh, wenn ihr der Wind helfen könnte!

Hast du eine Idee, wie man Jill helfen kann?

### Konstruktionsanweisungen

Konstruiere eine Stempelmaschine mit Windantrieb:

- Die Maschine muss auf dünnem Papier einen Stempel hinterlassen
- Je mehr Briefe die Maschine in einer Minute stempelt, desto besser
- Der Antrieb soll über den Luftstrom eines Tischventilators erfolgen, der in ca. 1 m Entfernung aufgestellt wird

#### 1. Zeichne einen Entwurf deiner aufgebauten Konstruktion.

#### 2. Hebe die drei wichtigsten Teile sichtbar hervor, und erkläre ihre Funktionsweise.

---



---



---

#### 3. Schlage drei Verbesserungsmöglichkeiten vor.

---



---



---

#### ⦿ Brauchst du Hilfe?

Sieh dir noch einmal die folgenden Modelle an:



Der Hammer



Windmühle



Basismodelle zu Hebeln und Zahnrädern

# Frischer Wind an der Poststelle

## Ziele

Anwendung der Kenntnisse in den Bereichen:

- Erneuerbare Energie
- Hebel
- Kurvenscheiben bzw. Nocken
- Zahnräder
- Beobachten, Verbessern, Messen
- Grundsätze zu Testversuchen und Produktsicherheit

## Erforderliches Zusatzmaterial

- Papier
- Schere
- Klebeband

## Tests und Action

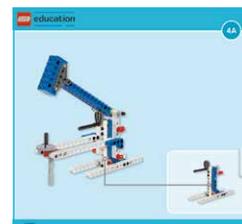
- Funktioniert die Stempelmechanik tatsächlich mit Windkraft?  
*Schalte den Ventilator in etwa 1 m Entfernung von der Stempelmaschine an und beobachte, ob sich die Mechanik bewegt. Du musst die Maschine bei diesem Versuch noch nicht mit Papier testen.*
- Kann die Maschine wirklich Papier abstempeln?  
*Schneide verschiedene Papierstücke aus und verwende sie als Briefe. Stemple die Hälfte der Briefe mit der Maschine. Gib einem unbeteiligten Mitschüler alle Briefe in die Hand. Kann er oder sie sicher sagen, welche Briefe gestempelt wurden und welche nicht?*
- Wie produktiv ist die Maschine?  
*Veranstaltet einen Stempel-Wettbewerb. Stelle die Stempelmaschine in 1 Meter Abstand vom Ventilator auf und teste, wie viele Briefe sie in einer Minute stempeln kann. Je mehr, desto besser.*
- Wird die Energie sinnvoll ausgenutzt?  
*Wie weit kannst du die Maschine vom Ventilator entfernen und immer noch Briefe abstempeln? Je größer der Abstand ausfallen kann, desto effizienter setzt die Maschine die zugeführte Energie um.*
- Wie sicher ist die Maschine?  
*Überprüfe, ob du versehentlich deinen Finger abstempeln kannst. Die sicherste Stempelmaschine ist einfach zu benutzen und lässt keine Verletzungen zu.*

## Sonderaufgaben

- Konstruiere ein Fördersystem, das die Briefe unter den Stempel befördert.
- Fertige aus einem alten Radiergummi einen echten Stempel. Als Stempelfarbe kannst du Kugelschreibertinte verwenden. Kannst du in Spiegelschrift schreiben, damit die Stempelinschrift lesbar wird? Wie oft kannst du stempeln, bevor du neue Tinte auftragen musst?
- Konstruiere ein System, das die Anzahl der ausgeführten Stempelvorgänge automatisch zählt.

## ◀ Brauchst du Hilfe?

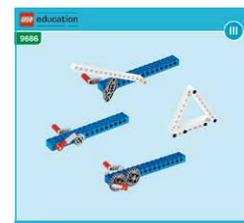
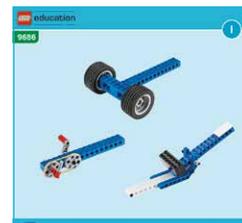
Sieh dir noch einmal die folgenden Modelle an:



Der Hammer

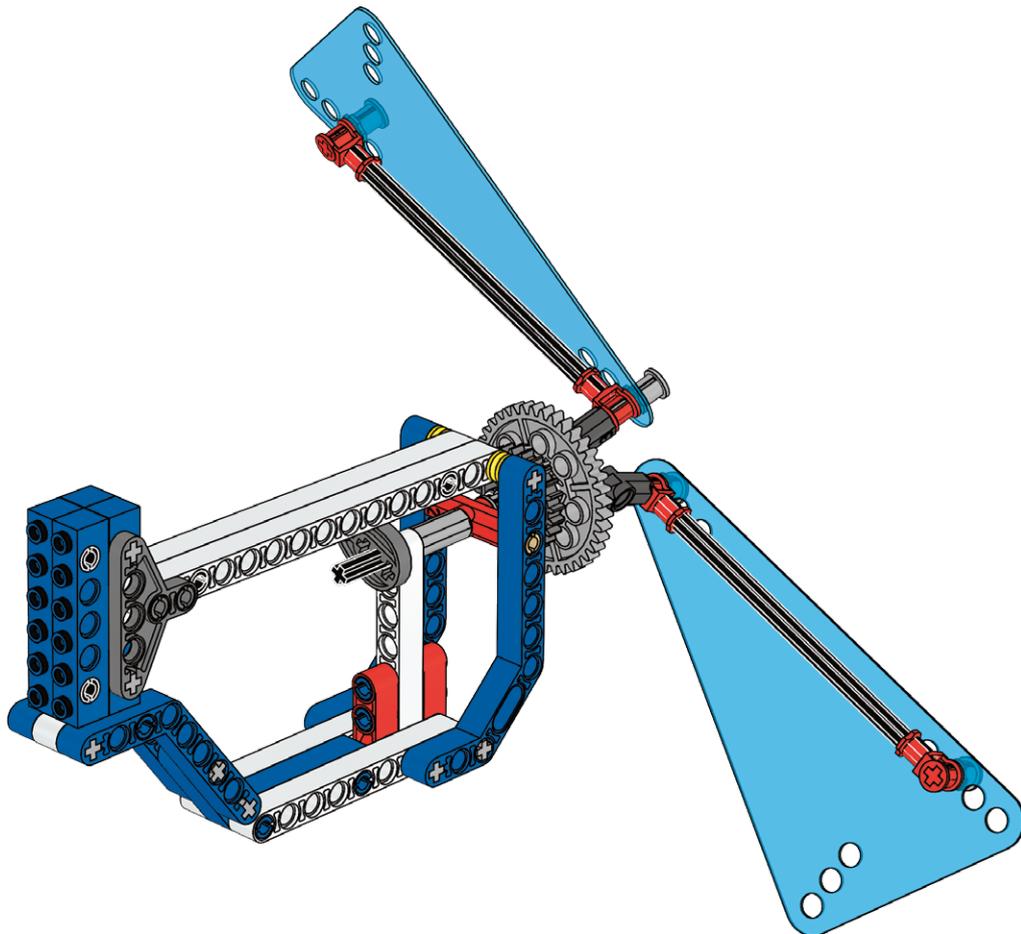


Windmühle



Basismodelle zu Hebeln und Zahnrädern

## Beispiellösung



## Rührend: ein Helfer für Oma



### Das Problem

Oma mag keine elektrischen Mixer, aber wenn sie einen Kuchenteig mit dem Schneebesen schlägt, wird sie sehr bald müde. Gibt es keine leichtere Möglichkeit, um z.B. Eischnee zu schlagen?

Kannst du Jack und Jill bei der Konstruktion einer Lösung helfen?

### Konstruktionsanweisungen

Konstruiere einen Handmixer:

- der leicht zu benutzen ist
- der wirklich funktioniert
- mit Rührbesen, die sich viel schneller drehen, als die Kurbel, die du mit der Hand antreibst
- bei dem die Rührbesen mindestens 10 cm von einem beliebigen Teil deiner Hände entfernt sind

#### 1. Zeichne einen Entwurf deiner aufgebauten Konstruktion.

#### 2. Hebe die drei wichtigsten Teile sichtbar hervor, und erkläre ihre Funktionsweise.

---



---



---

#### 3. Schlage drei Verbesserungsmöglichkeiten vor.

---



---



---

#### Brauchst du Hilfe?

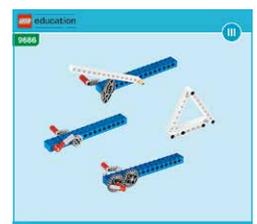
Sieh dir noch einmal die folgenden Modelle an:



Kehrmaschine



Flywheeler



Basismodelle für Zahn- und Riemenräder

# Rührend: ein Helfer für Oma

## Ziele

Anwendung der Kenntnisse in den Bereichen:

- Zahnräder und/oder Riemenräder
- Energieeffizienz
- Effizienz (oder Wirkungsgrad) beurteilen
- Grundsätze zu Testversuchen und Produktsicherheit

## Erforderliches Zusatzmaterial

- Lineal
- Stoppuhr
- Tassen oder kleine Schüsseln, halb gefüllt mit warmen Wasser und wenigen Tropfen Spülmittel
- Tablets, damit verschüttete Flüssigkeit nicht von den Tischen läuft
- Freiwillige einer anderen Gruppe für die Rührbesentests
- Handtücher

## Tests und Action

- Zuerst die Sicherheitsprüfung: Wie nahe befinden sich deine Hände an den Rührbesen?  
*Halte den Mixer fest und drehe an der Kurbel. Messe den kürzesten Abstand zwischen Hand und Rührbesen mit einem Lineal. Die Distanz sollte mindestens 10 cm betragen.*
- Wie schnell drehen sich die Rührbesen?  
*Führe eine Kurbelumdrehung aus. Zähle, wie viele Umdrehungen dabei die Rührbesen vollenden – je mehr, desto besser. Die Rührbesen sollten sich mit jeder Kurbelumdrehungen mindestens 5 mal drehen.*
- Wie gut funktioniert der Mixer? Wie gut setzt er die zugeführte Leistung um?  
*Bei jedem Mixversuch muss dieselbe Menge Seifenwasser über dieselbe Zeitdauer geschlagen werden – gleiche Testbedingungen für alle. Die freiwilligen Tester stellen sich vor die Testschüsseln (in denen sich noch keine Blasen gebildet haben). Gib das Kommando und stoppe die Mixzeit mit der Stoppuhr.  
Messe gleich nach Testende die Tiefe der Blasen – je mehr, desto besser.*
- Wie komfortabel, einfach und sicher ist die Benutzung?  
*Siehe dir die Hände der freiwilligen Tester an. Haben der Rührbesengriff oder die Kurbel Spuren hinterlassen – je mehr, desto schlechter der Nutzungskomfort. Befrage die Tester, wie einfach die Benutzung war (1 Punkt für 'sehr schwierig'; 5 Punkte für 'ganz leicht').  
Wie viele Unfälle (Defekte) sind aufgetreten? – Je weniger, desto besser!  
Der beste Rührbesen erzeugt in kürzerer Zeit mehr Blasen, mit hohem Bedienkomfort und problemloser Benutzung.*

## Sonderaufgaben

- Baue einen besonders sicheren Mixer, bei dem der Antrieb durchrutscht (Schlupf bekommt), wenn ein Finger oder auch eine Krawatte in den Rührbesen hängen bleibt.
- Baue deinen Rührbesen in eine Teigknetmaschine um! Die Knethaken sollten sich dann, im Vergleich zur Antriebskurbel, so langsam wie möglich drehen. Probiere deine Knetmaschine mit Wasser und echtem Mehl aus.
- Kannst du deinen Mixer in eine Waschmaschine umbauen? Nimm eine Tasse als Behälter und baue eine Waschmaschine, die von oben beladen werden kann. Als 'Testwäsche' kannst du kleine Stoffstücke mit Saucenflecken benutzen. Wenn du die Kurbel in eine Richtung drehst, sollten sich die Waschstäbe wechselweise vor- und rückwärts drehen.

## ⬅ Brauchst du Hilfe?

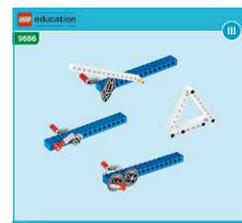
Sieh dir noch einmal die folgenden Modelle an:



Kehrmachine

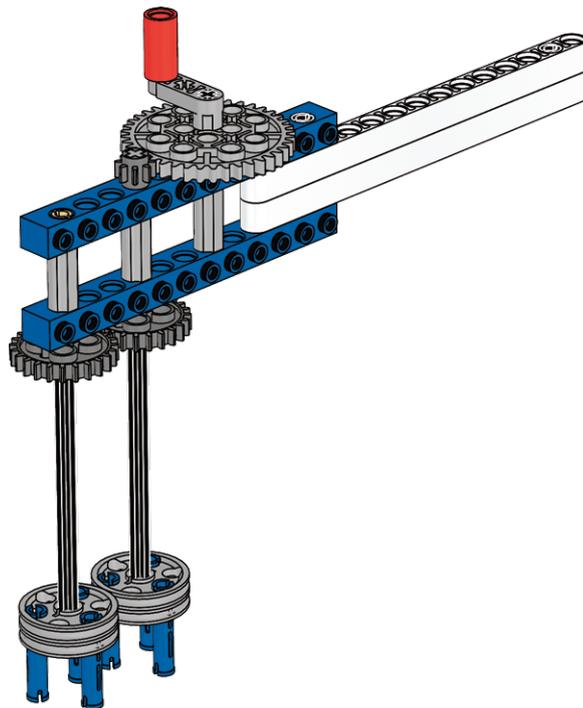


Flywheeler



Basismodelle für Zahn- und Riemenräder

## Beispiellösung



## Der Aufzug



### Das Problem

Jack, Jill und Zog haben ein tolles Baumhaus, aber rauf- und runterzuklettern ist mühsam. Noch anstrengender wird es, wenn sie sich mit Nachschub eindecken wollen.

Kannst du Jack und Jill bei der Konstruktion einer Lösung helfen?

### Konstruktionsanweisungen

Konstruiere einen motorisierten Aufzug, der Folgendes kann:

- mindestens 50 g (oder ca. einen Gewichtsstein) heben
- den Gegenstand mindestens 20 cm nach oben heben

#### 1. Zeichne einen Entwurf deiner Konstruktion.

#### 2. Hebe die drei wichtigsten Teile sichtbar hervor, und erkläre ihre Funktionsweise.

---



---



---

#### 3. Schlage drei Verbesserungsmöglichkeiten vor.

---



---



---

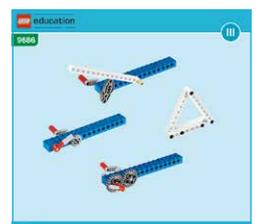
**Bruchst du Hilfe?**  
 Sieh dir noch einmal die folgenden Modelle an:



Das Power Car



Die Angel



Basismodelle für Hebel und Zahnradgetriebe

# Der Aufzug

## Ziele

Anwendung der Kenntnisse in den Bereichen:

- Umlenkrollen
- Zahnräder
- Kräfte
- Grundsätze zum wissenschaftlichen Testen und Produktsicherheit

## Erforderliches Zusatzmaterial

- Ein Lineal

## Tests und Action

- Lässt sich die Last leichtgängig und mit sicherer Geschwindigkeit anheben?  
*Je leichtgängiger sie sich heben lässt, desto besser. Erfolgt das Anheben zu schnell, ist der Vorgang nicht sicher.*
- Teste, wie viel der Aufzug tragen kann, ohne dass du ihn stützen oder vor dem Umkippen bewahren musst.  
*Je mehr er tragen kann ohne zu kippen, desto besser.*
- Belade den Aufzug und teste, wie viel er tragen kann, bevor der Motor stockt.  
*Je mehr, desto besser.*

## Sonderaufgaben

- Konstruiere einen Mechanismus, der dir ein akustisches Signal gibt, wenn die Lieferung das Baumhaus erreicht hat.

## Brauchst du Hilfe?

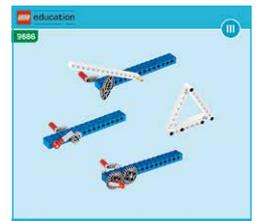
Sieh dir noch einmal die folgenden Modelle an:



Das Power Car

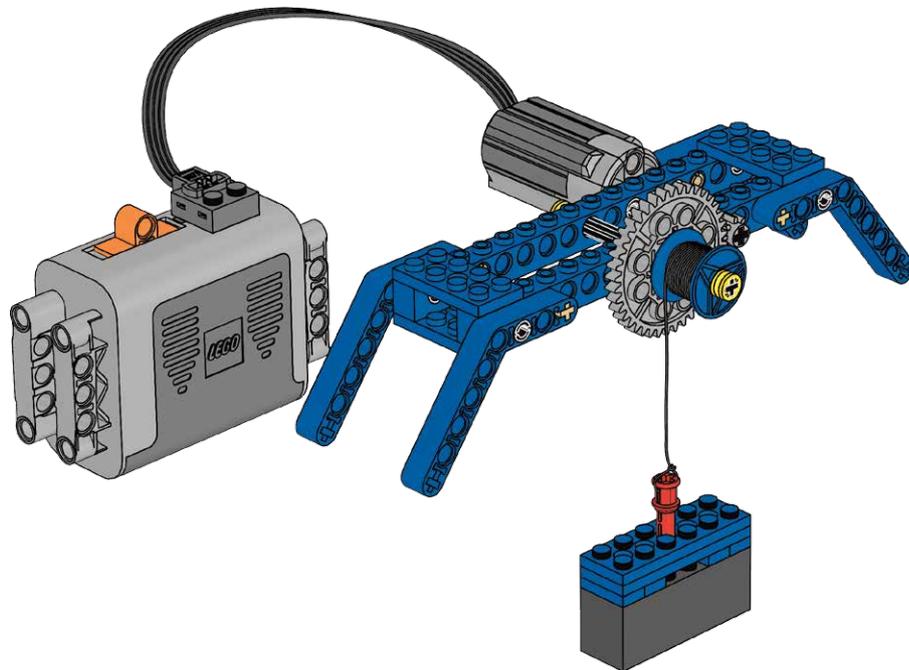


Die Angel

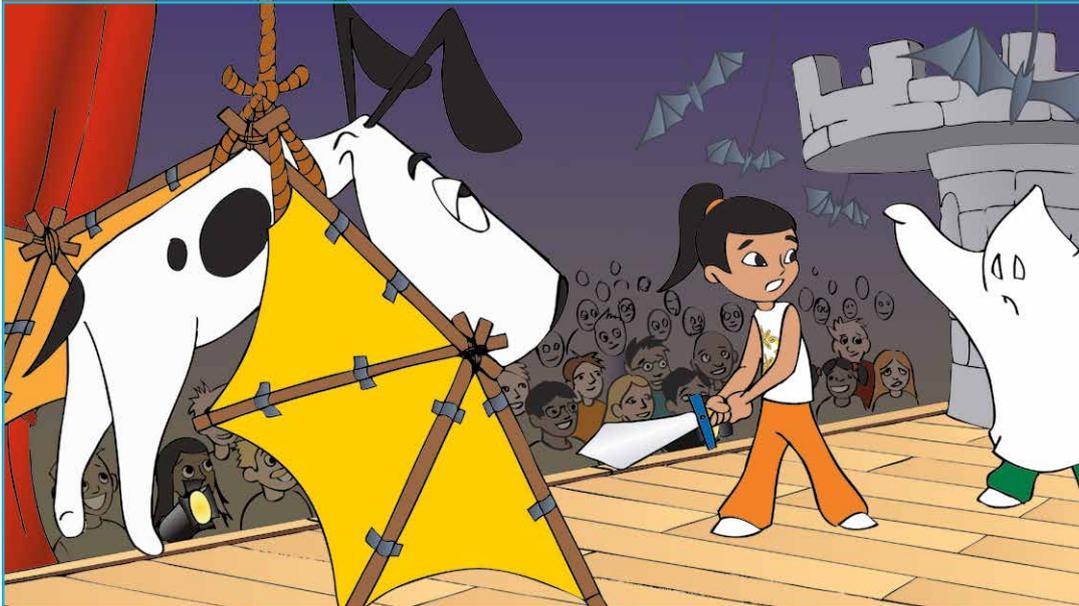


Basismodelle für Hebel und Zahnräder

## Beispiellösung



## Die Fledermaus



### Das Problem

Jack, Jill und Zog führen in der Schule ihr eigenes Theaterstück auf: Der Geist der Fledermaushöhle. Zog hat aber keine Lust, die Fledermaus zu spielen; viel lieber wäre er der Geist oder ein furchteinflößender Drache.

**Kannst du Jack und Jill helfen, eine Fledermaus für ihr Stück zu konstruieren?**

### Konstruktionsanweisungen

Entwerfe und baue eine Fledermaus mit Motor, die:

- mit ihren Flügeln schlagen kann
- Augen hat
- einfach zu halten ist

#### 1. Zeichne einen Entwurf deiner Konstruktion.

#### 2. Hebe die drei wichtigsten Teile sichtbar hervor, und erkläre ihre Funktionsweise.

---



---



---

#### 3. Schlage drei Verbesserungsmöglichkeiten vor.

---



---

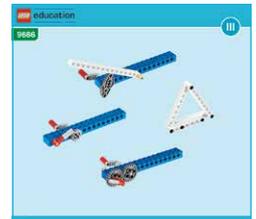


---

**Brauchst du Hilfe?**  
 Sieh dir noch einmal die folgenden Modelle an:



Der Walker



Basismodelle für Hebel und Zahnräder

# Die Fledermaus

## Ziele

Anwendung der Kenntnisse in den Bereichen:

- Hebel und Zahnräder
- Kurvenscheiben, Kurbeln und zeitgesteuerte Abläufe
- Grundsätze zum wissenschaftlichen Testen und Produktsicherheit

## Erforderliches Zusatzmaterial

- Ein Lineal
- Stoppuhr oder Uhr
- Dekomaterial: Wolle, Folie, Karton, Papier, etc.
- Klebeband

## Tests und Action

- Wie groß ist die Spannweite der Fledermaus?  
*Messe die Längen mit einem Lineal Je mehr, desto besser.*
- Wie oft kann die Fledermaus in 15 Sekunden mit ihren Flügeln schlagen?  
*Je mehr Flügelschläge in 15 Sekunden, desto besser.*
- Kann die Fledermaus die Flügelschlag-Intervalle variieren?  
*Lassen Sie die Kinder zeigen, wie man das (sofern möglich) bewerkstelligt.*

## Sonderaufgaben

- Lasse die Fledermaus auch eine andere Bewegung ausführen, z.B. mit den Augen oder den Ohren.
- Dekoriere die Fledermaus so, dass sie möglichst realistisch aussieht.

## ◀ Brauchst du Hilfe?

Sieh dir noch einmal die folgenden Modelle an:

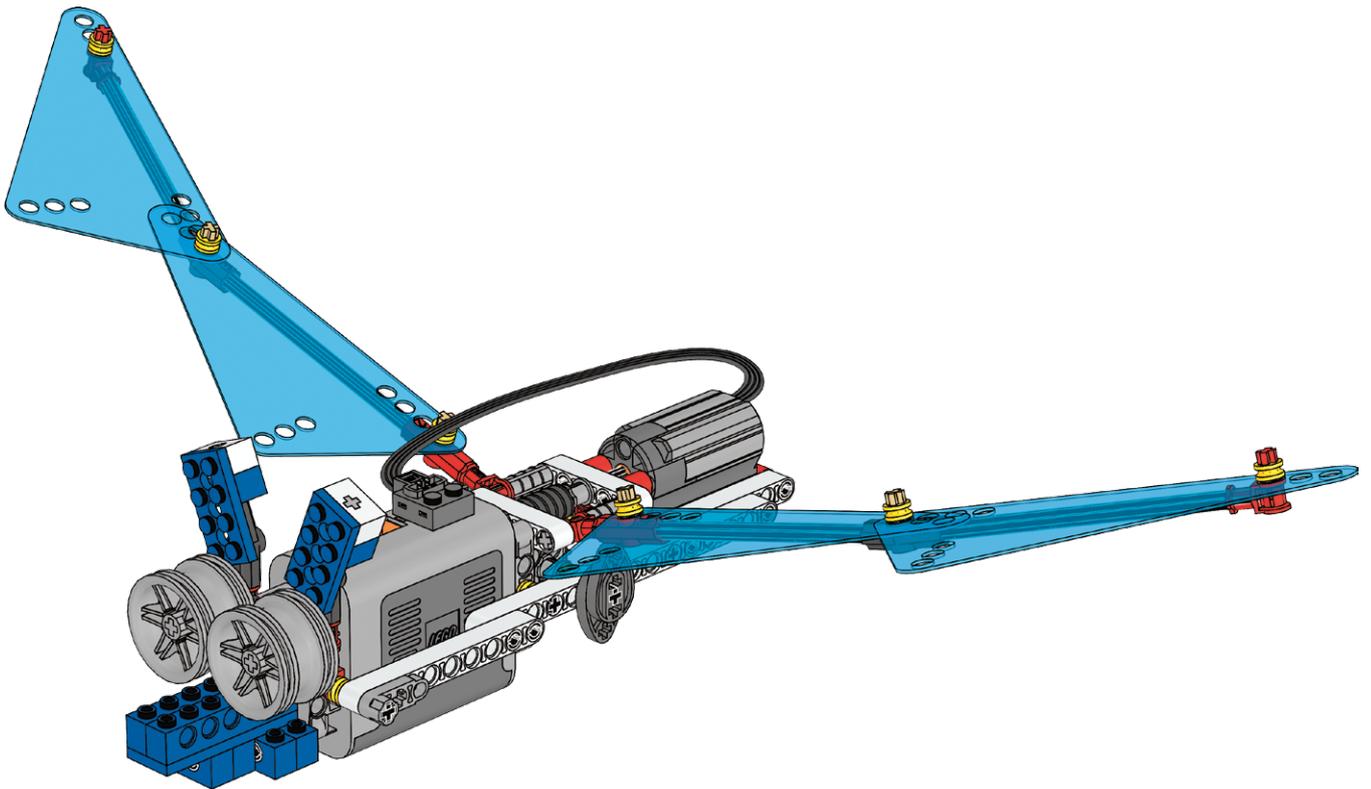


Der Walker



Basismodelle für Hebel und Zahnräder

## Beispiellösung





## Glossar

Wir haben versucht, unser Glossar so verständlich und praxisorientiert wie möglich zu gestalten. Deshalb haben wir auf komplizierte physikalische Gleichungen und langwierige Erläuterungen verzichtet.

- A**
- Ablaufsteuerung** Die Abstimmung mehrerer Aktionen in der richtigen Reihenfolge und in den gewünschten Zeitabständen. Zu diesem Zweck werden häufig Kurvenscheiben oder Nocken eingesetzt.
- Achse** Ein Bauteil, das zum Tragen und Lagern von Rädern, Rollen und anderen drehbaren Bauteilen dient. Man unterscheidet feststehende und umlaufende Achsen. Achsen übertragen kein Drehmoment.
- Antrieb** Der Teil der Maschine, an dem die Kraft eingeleitet wird, z. B. ein Zahnrad, eine Rolle, ein Hebel, eine Kurbel oder eine Welle.
- Antriebsstrang** Ein mechanisches System mit mehreren Zahn-, Riemen- oder Kettenrädern, das einen Krafteingang und einen oder mehrere Ausgänge aufweist. Der Antriebsstrang eines Autos enthält mehrere Zahnradstufen, eine mechanische Uhr ebenso.
- Arbeit** Wir berechnen die verrichtete Arbeit, indem wir die dazu erforderliche Kraft mit dem Weg multiplizieren, den wir durch den Kraftaufwand zurückgelegt haben ( $\text{Arbeit} = \text{Kraft} \times \text{Weg}$ ). Siehe auch Leistung.
- B**
- Bauelement** Ein einzelnes Element einer Grundstruktur. Eine Tür besteht beispielsweise aus zwei vertikalen und zwei horizontalen Bauelementen.
- Beschleunigung** Die Änderung einer Geschwindigkeit. Wenn ein Fahrzeug beschleunigt, erhöht es seine Geschwindigkeit.
- D**
- Drehmoment** Die Kraft einer Wellendrehung.
- Drehpunkt** Der Punkt, um den sich etwas dreht, z. B. ein Hebel.
- Druckkräfte** Einander entgegen gerichtete Kräfte, die ein Bauelement oder eine Grundstruktur zusammendrücken.
- Druckstab** Ein Element einer Grundstruktur, das unter Druck steht. Druckstäbe verhindern, dass sich Teile einer Grundstruktur aufeinander zu bewegen.
- E**
- Einrichten (Messinstrument)** Beim Einrichten wird eine Skala für Messvorgänge festgelegt. Als Einheit können bekannte Größen und Werte verwendet werden. Mit Messinggewichten bekannter Größe kann z. B. eine Briefwaage, mit einer Stoppuhr ein selbst konstruierter Zeitmesser eingerichtet werden.
- Energie** Energie ist die Möglichkeit, Arbeit zu verrichten.
- Erneuerbare Energie** Energie aus natürlichen und permanenten Quellen, z. B. Sonnenlicht, Wind- oder Wasserkraft.
- F**
- Feste Rolle** Kann die Richtung einer Bewegung ändern. Eine feste Rolle bewegt sich nicht mit der Last.
- Flaschenzug** Eine oder mehrere Umlenkrollen in einem beweglichen Rahmen. Auf den Rollen laufen Ketten oder Seile, die auch um eine oder mehrere feste Umlenkrollen laufen. Der Flaschenzug bewegt sich mit der Last und reduziert die Kraft, die zum Heben einer Last erforderlich ist.

<b>G</b>	<b>Gegengewicht</b>	Die Kraft, die vom Gewicht eines Objekts ausgeht, das verwendet wird, um einer anderen Kraft entgegenzuwirken oder um sie vollständig zu neutralisieren. Am kurzen Ausleger eines Krans wird ein Betonblock angebracht, um dem Ungleichgewicht entgegenzuwirken, das durch die am langen Ausleger transportierte Last entsteht.
	<b>Geschwindigkeit</b>	Siehe Geschwindigkeitsvektor.
	<b>Geschwindigkeitsvektor</b>	Die Geschwindigkeit eines Gegenstands in eine bestimmte Richtung. Wenn wir die Geschwindigkeit eines Fahrzeugs berechnen wollen, teilen wir seinen zurückgelegten Weg durch die dafür benötigte Zeit (sofern wir annehmen, dass die Geschwindigkeit des Fahrzeugs konstant ist).
	<b>Gestänge</b>	Ein Gestänge überträgt Kräfte und Bewegungen über Stangen und Streben, die durch bewegliche Drehpunkte miteinander verbunden sind. Greifzangen, eine Scherenhebebühne, eine Nähmaschine oder ein Garagentorschluss verfügen über solche Konstruktionen.
	<b>Getriebe</b>	Eine Anordnung von Zahnrädern und Wellen, bei der auf mindestens einer Welle zwei Zahn-, Ketten- oder Riemenräder verschiedener Größe sitzen. Ein Getriebe kann die Geschwindigkeit und Kraft einer Bewegung stark verändern.
	<b>Gewicht</b>	Siehe Masse.
<b>H</b>	<b>Haftung</b>	Die Haftung zwischen zwei Oberflächen hängt von der Reibung der Oberflächenmaterialien aneinander ab. Reifen haften auf trockenen Straßen besser als auf nassen.
	<b>Hebel</b>	Eine Stange, die sich um einen festen Punkt dreht, wenn Kraft auf sie ausgeübt wird.
	<b>Hebel, einseitiger, Kraftansatz außen</b>	Die Last befindet sich zwischen Kraftansatz und Drehpunkt. Bei diesem Hebelprinzip wird die angesetzte Kraft verstärkt und eine Last kann leichter angehoben werden, wie z. B. bei einer Schubkarre.
	<b>Hebel, einseitiger, Kraftansatz innen</b>	Der Kraftansatz befindet sich zwischen Last und Drehpunkt. Die Kraft wird verringert, doch der Lastansatzpunkt bewegt sich schneller und legt einen weiteren Weg zurück als der Kraftansatzpunkt.
	<b>Hebelpunkt</b>	Siehe Drehpunkt.
	<b>Hebel, zweiseitiger</b>	Der Drehpunkt oder „Hebelpunkt“ befindet sich zwischen Kraft und Last. Wenn der Kraftarm länger als der Lastarm ist, wird die Kraft am Lastarm verstärkt, so z. B., wenn der Deckel einer Farbdose mit einem Schraubendreher geöffnet wird.
	<b>Hemmung</b>	Ein Steuermechanismus in einer Uhr, der die Entspannung einer Feder oder den Fall eines Gewichtes verlangsamt. Häufig erzeugt die Hemmung ein tickendes Geräusch.
<b>I</b>	<b>Impuls</b>	Das Produkt aus der Masse und dem Geschwindigkeitsvektor eines Gegenstands. Geschwindigkeit und Geschwindigkeitsvektor müssen unterschieden werden, weil beim Impuls die Richtung der Geschwindigkeit von Belang ist. Außerdem ist die Masse und nicht das Gewicht von Bedeutung, weil die Gravitation für den Impuls keine Rolle spielt.
<b>K</b>	<b>Kegelrad</b>	Die Zähne sind in einer 45°-Schräge auf der Zahnradstirn aufgebracht. Lässt man zwei Kegelräder ineinander greifen, stehen ihre Achsen in einem rechten Winkel zueinander, d. h. die Richtung der Bewegung wird um 90° abgewinkelt.
	<b>Kinetische Energie</b>	Die geschwindigkeitsbezogene Energie eines Gegenstands. Je schneller sich ein Gegenstand bewegt, desto höher ist seine kinetische Energie. Siehe auch „Potenzielle Energie“.

<b>Kraft</b>	Kraft ist die Fähigkeit, den Bewegungszustand eines Gegenstands zu ändern (Richtungsänderung oder Beschleunigung).
<b>Krafteinsatz (zugeführte Kraft)</b>	Die Kraft bzw. Kraftmenge, die der Maschine zugeführt wird.
<b>Kraftübersetzung</b>	Das Verhältnis der abgegebenen Kraft einer Maschine zur zugeführten Kraft. Häufig beschreibt die Kraftübersetzung die Nützlichkeit einer Maschine.
<b>Kräftegleichgewicht</b>	Ein Gegenstand befindet sich im Kräftegleichgewicht, wenn alle Kräfte, die auf ihn wirken, sich gegenseitig aufheben. In diesem Fall wird der Gegenstand entweder in Ruhe bleiben oder sich mit gleichmäßiger Geschwindigkeit weiterbewegen, falls er vorher schon in Bewegung war.
<b>Kräfteungleichgewicht</b>	Ein Kräfteungleichgewicht wird durch eine Kraft hervorgerufen, der keine gleich große Kraft entgegensteht. Ein Gegenstand, der sich im Kräfteungleichgewicht befindet, wird in Bewegung versetzt.
<b>Kurbel</b>	Ein Stab oder Griff, der über zwei rechte Winkel mit einer Welle verbunden ist. Dank der Hebelwirkung der Kurbel kann die Welle mit vergleichsweise geringer Kraft gedreht werden.
<b>Kurvenscheibe</b>	Ein un rundes oder ausmittigt gelagertes Rad, das weitere Antriebsteile bewegt, in einigen Fällen auch als „Nocke“ bezeichnet. Eine Kurvenscheibe kann eine Drehbewegung in eine Hin- und Herbewegung bzw. in eine Pendelbewegung umwandeln. Manchmal wird auch ein rundes Rad als Kurvenscheibe benutzt, indem es außerhalb seiner Mitte („ausmittigt“) auf eine Welle montiert wird.

**L**

<b>Lager</b>	Teil einer Maschine, das bewegliche Teile trägt oder abstützt. Die meisten Löcher in LEGO® Bauelementen können als Lager für LEGO Wellen bzw. Achsen verwendet werden. Der für die Bauelemente verwendete Kunststoff weist eine sehr geringe Reibung auf, so dass sich die Achsen darin leicht drehen.
<b>Last</b>	Eine Kraft, der eine Baustruktur entgegenwirken soll, z. B. die Gewichtskraft einer Masse. Als Last kann aber auch der Widerstand bezeichnet werden, der der Funktion einer Maschine entgegen gesetzt wird.
<b>Leistung</b>	Der Durchsatz an physikalischer Arbeit. Mathematisch: Arbeit durch Zeit. Siehe auch „Arbeit“.
<b>Lose Rolle</b>	Verändert die Kraft, die zum Anheben einer Last erforderlich ist. Eine lose Rolle bewegt sich mit der Last.
<b>Luftwiderstand</b>	Die Kraft, die die Luft einem Fahrzeug oder einem anderen Objekt entgegengesetzt, das sich durch Luft hindurchbewegt. Bei stromlinienförmigen Vehikeln ist der Luftwiderstand geringer.

**M**

<b>Maschine</b>	Ein Gerät, das einen Arbeitsgang leichter und schneller machen soll. Eine Maschine enthält zumeist mechanische Komponenten.
<b>Masse</b>	Masse ist die stoffliche Menge eines Gegenstands. Auf der Erde sorgt die Gravitation dafür, dass deine Masse eine Gewichtskraft (ca. 700 N bei 70 kg Masse) hervorruft, während du dich im Weltraum schwerelos (also „gewichtlos“) fühlen würdest. Deine Masse würde dann aber immer noch 70 kg betragen. Die Begriffe „Masse“ und „Gewicht“ werden häufig verwechselt.
<b>Mechanismus</b>	Eine Anordnung von Elementen, die in vorhersehbarer Weise zusammenwirken. Die Bewegung eines bestimmten Elements bewirkt zwangsläufig die Bewegung eines oder mehrerer anderer Elemente. Dabei kann die Geschwindigkeit, Richtung oder Kraft einer Bewegung geändert werden.

<b>N</b>	<b>Nettogewicht</b>	Das Gewicht einer Substanz, nachdem das Gewicht ihres Behältnisses abgezogen wurde.
<b>P</b>	<b>Pendel</b>	Ein Gewicht, das hängend an einem festen Punkt befestigt ist und unter Einfluss der Schwerkraft frei hin und her schwingen kann.
	<b>Potenzielle Energie</b>	Die positionsbezogene Energie eines Gegenstands. Je höher die Position eines Gegenstands, desto höher ist seine potenzielle Energie. Siehe auch „Kinetische Energie“.
<b>R</b>	<b>Reibung</b>	Der auftretende Widerstand, wenn eine Oberfläche über eine andere gleitet, z. B. wenn sich eine Welle in einer Bohrung dreht, oder wenn du deine Hände aneinander reibst.
	<b>Riemen</b>	Ein durchlaufendes Band, das über mindestens zwei Räder gespannt ist, so dass ein Rad das andere antreiben kann. Häufig ist ein Riemenantrieb so ausgelegt, dass der Riemen durchrutschen kann, wenn das angetriebene Rad unvermittelt anhält oder blockiert wird.
	<b>Riemenrad</b>	Eine Rad mit einer nach innen gewölbten Stirn, auf dem ein Riemen oder ein Seil umlaufen kann.
	<b>Riemenscheibe</b>	Eine Rolle mit einer nach innen gewölbten Stirn. Die Wölbung dient zur Aufnahme eines Seils oder eines Riemens, der nicht von der Rolle rutschen soll.
	<b>Ritzel</b>	Normalerweise sind Ritzel Antriebszahnäder und greifen in andere Zahnäder, in eine Zahnstange oder ein Scheckenrad ein, aber im Alltag wird häufig einfach das kleinere Zahnrad als Ritzel bezeichnet, z. B. beim Fahrrad.
<b>S</b>	<b>Schiefe Ebene</b>	Eine geneigte Oberfläche die häufig dazu dient, eine Last mit geringerer Kraft auf eine höhere Position zu bringen, als für ein direktes Anheben der Last erforderlich wäre. Eine Sonderform der schiefen Ebene ist die Nocke oder Kurvenscheibe.
	<b>Schlupf</b>	Das Durchrutschen eines Riemens oder eines umlaufenden Seils auf einer Rolle. Häufig ist Schlupf aus Sicherheitsgründen beabsichtigt.
	<b>Schneckenrad</b>	Ein Rad, auf dem die Zahnflanken spiralförmig aufgebracht sind. Es ähnelt daher einer Schraube. Lässt man ein normales Zahnrad in ein Schneckenrad eingreifen, kann man eine langsame und kraftvolle Drehbewegung erzeugen.
	<b>Schwingungsdauer</b>	Die Zeit, die ein Pendel benötigt, um eine vollständige Schwingung auszuführen. Unser Pendel wird durch eine Verschiebung des Pendelgewichts verlängert. Damit verlängert sich auch die Schwingungsdauer – und umgekehrt. Die Schwingungsdauer eines (idealen) Pendels hängt von dessen Länge, nicht von der Pendelmasse ab.
	<b>Schwungrad</b>	Ein Rad, das bei seiner Drehung (bzw. Beschleunigung) Energie speichert und diese anschließend langsam abgibt. Je schwerer, größer und schneller ein Schwungrad ist, desto höher ist seine gespeicherte Energie.
	<b>Sperrklinke</b>	Ein Keil oder Zahn, der in ein Zahnrad eingreift und nur eine Drehrichtung des Zahnrads zulässt.
	<b>Steif</b>	Ein steifer Gegenstand lässt sich nicht leicht auseinanderziehen oder verbiegen.
	<b>Steigung</b>	Die Distanz, um die eine Schraube aus- oder eingedreht wird, wenn sie um eine komplette Umdrehung (360°) verdreht wird.

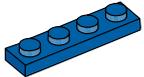
	<b>Steuerungsmechanismus</b>	Ein Mechanismus, der eine bestimmte Bewegung automatisch steuert. Eine Sperrklinke verhindert automatisch, dass sich eine Welle in die falsche Richtung dreht. Eine Hemmung sorgt automatisch dafür, dass eine Uhr mit der richtigen Geschwindigkeit läuft.
	<b>Stößel</b>	Ein Stößel wird von einer sich drehenden Nockenwelle oder einer Kurvenscheibe angetrieben und führt eine Auf- und Ab-Bewegung aus.
<b>T</b>	<b>Tellerrad</b>	Bei einem Tellerrad (oder „Tellerzahnrad“) befinden sich die Zähne an der Seite. Wird das Tellerrad mit einem normalen (Stirn-)Zahnrad kombiniert, wird die Richtung der Bewegung um 90° abgewinkelt.
<b>U</b>	<b>Untersetzung</b>	Ein kleines Antriebsrad treibt ein größeres Rad an und erhöht so die zugeführte Kraft. Im Gegenzug dreht sich das angetriebene Rad langsamer.
	<b>U/min</b>	Umdrehungen pro Minute. In dieser Einheit wird in der Regel die Geschwindigkeit (Drehzahl) einer Motorwelle angegeben. Der LEGO® Motor erreicht im unbelasteten Zustand (d. h. wenn er keine Maschine antreibt) ca. 400 U/min.
	<b>Übersetzung</b>	Ein großes Antriebsrad treibt ein kleineres Rad und verringert so die zugeführte Kraft. Im Gegenzug dreht sich das angetriebene Rad schneller.
<b>W</b>	<b>Welle</b>	Ein Stab, der durch die Mitte eines Rades oder durch eine Kurvenscheibe bzw. Nocke verläuft. Im Unterschied zu Achsen übertragen Wellen ein Drehmoment, z. B. vom Motor auf ein Rad (bei einem Auto). Bei einer Brunnenwinde wird deine Armkraft über eine Kurbel auf eine Welle übertragen.
	<b>Windwiderstand</b>	Siehe Luftwiderstand.
	<b>Wirkungsgrad</b>	Ein Maß für das Verhältnis zwischen der von der Maschine abgegebenen und der zugeführten Energie. Häufig geht durch Reibung viel Energie verloren, so dass sich der Wirkungsgrad einer Maschine verringert.
	<b>Wissenschaftliches Testen</b>	Versuche werden unter vergleichbaren Bedingungen mehrmals durchgeführt, um zu objektiven, vergleichbaren Resultaten zu gelangen.
<b>Z</b>	<b>Zahnrad</b>	Ein Rad, das an seiner Stirnseite mit Zähnen versehen ist. Die Zähne von Zahnrädern greifen ineinander, um eine Bewegung zu übertragen. Gewöhnliche Zahnräder werden Stirnzahnräder genannt. Antriebszahnräder greifen in angetriebene Zahnräder. An Antriebszahnrädern wird eine Kraft eingeleitet, an angetriebenen Zahnrädern ab- oder weitergeleitet.
	<b>Zahnstange</b>	Ein spezielles Getriebeelement in Form einer flachen Stange mit aufgebrauchten Zähnen.
	<b>Zahnstange</b>	Eine gerade, mit Zähnen versehene Stange, die eine Drehbewegung in eine geradlinige Bewegung umsetzen kann (wenn ein Stirnzahnrad in die Zahnstange eingreift).
	<b>Zugkräfte</b>	Einander entgegen gerichtete Kräfte, die ein Bauelement oder eine Grundstruktur auseinanderziehen.
	<b>Zugstab</b>	Ein Element einer Grundstruktur, das unter Zug steht. Zugstäbe verhindern, dass sich Teile einer Grundstruktur voneinander weg bewegen.
	<b>Zurücksetzen</b>	Z. B. einen Zeiger auf einer Skala auf Null zurückstellen.
	<b>Zwischenrad</b>	Ein Zahn- oder Riemenrad, das von einem Rad angetrieben wird und nur dazu dient, ein weiteres Rad anzutreiben. Es verändert weder Kraft noch Drehzahl.



## LEGO® Baustein-Übersicht



8x  
Platte, 1x2, blau  
302323



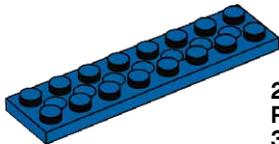
4x  
Platte, 1x4, blau  
371023



6x  
Platte mit Löchern, 2x4, blau  
370923



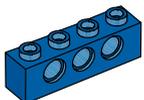
8x  
Platte mit Löchern, 2x6, blau  
4114027



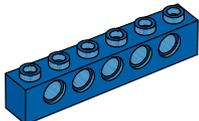
2x  
Platte mit Löchern, 2x8, blau  
373823



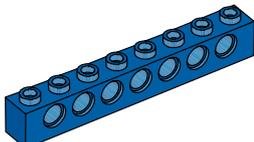
4x  
Strebe mit Köpfen, 1x2, blau  
370023



4x  
Strebe mit Köpfen, 1x4, blau  
370123



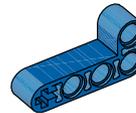
4x  
Strebe mit Köpfen, 1x6, blau  
389423



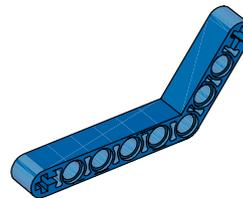
4x  
Strebe mit Köpfen, 1x8, blau  
370223



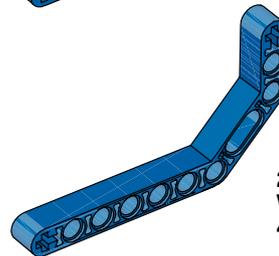
10x  
Verbindungsstück mit Reibstück,  
Modullänge 3, blau  
4514553



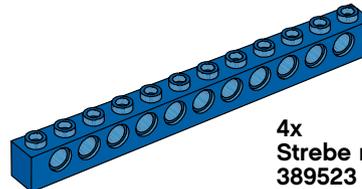
8x  
Winkelstrebe, Modulgröße 4x2, blau  
4168114



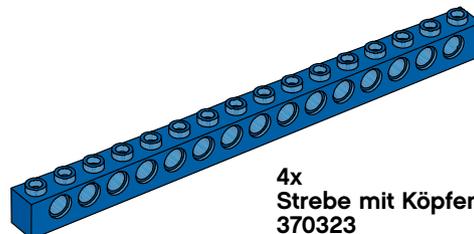
4x  
Winkelstrebe, Modulgröße 4x6, blau  
4182884



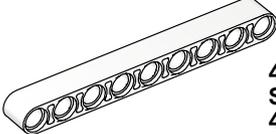
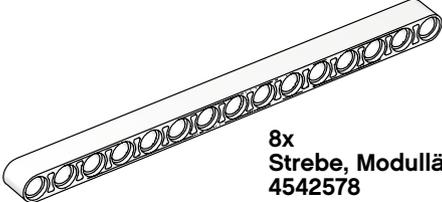
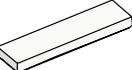
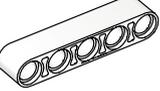
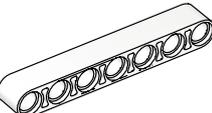
2x  
Winkelstrebe, Modulgröße 3x7, blau  
4112000



4x  
Strebe mit Köpfen, 1x12, blau  
389523



4x  
Strebe mit Köpfen, 1x16, blau  
370323

	14x Achse, Modullänge 2, rot 4142865		4x Strebe, Modullänge 9, weiß 4156341
	14x Verbindungsstück mit Lager, rot 4140806		8x Strebe, Modullänge 15, weiß 4542578
	4x Winkelblock, 2 (180°), rot 4234429		2x Lenkhebel, schwarz 4114670
	10x Winkelblock mit Querloch, rot 4118897		2x Lager für Lenkhebel, schwarz 4114671
	4x Kreuzblock, Modullänge 3, rot 4175442		4x Winkelblock, 1 (0°), dunkelgrau 4210658
	2x Rohr, Modullänge 2, rot 4526984		4x Winkelblock, 3 (157,5°), schwarz 4107082
	4x Strebe mit Köpfen, 1x2 mit Kreuzloch, weiß 4233486		28x Verbindungsstück, Friktion, schwarz 4121715
	2x Stein, 2x4, weiß 300101		4x Reifen, 30,4x4, schwarz 281526
	2x Stein, 2x2 rund, weiß 614301		4x Reifen, 30,4x14, schwarz 4140670
	4x Dachstein, 1x2/45°, weiß 4121932		4x Reifen, 43,2x22, schwarz 4184286
	2x Deckplatte, 1x4, weiß 243101		
	2x Strebe, Modullänge 3, weiß 4208160		
	2x Strebe, Modullänge 5, weiß 4249021		
	2x Strebe, Modullänge 7, weiß 4495927		



12x  
Verbindungsstück mit Achse, beige  
4186017



4x  
Verbindungsstück, Modullänge 3,  
beige  
4514554



16x  
Lager, Modulgröße 1/2, gelb  
4239601



4x  
Verbindungsstück, Kurbel, grau  
4211688



8x  
Verbindungsstück, grau  
4211807



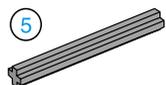
16x  
Lager, grau  
4211622



8x  
Achserweiterung, Modullänge 2,  
grau  
4512360



8x  
Achse, Modullänge 3, grau  
4211815



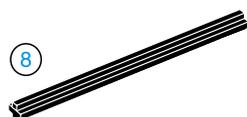
4x  
Achse, Modullänge 5, grau  
4211639



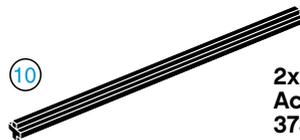
8x  
Achse, Modullänge 4, schwarz  
370526



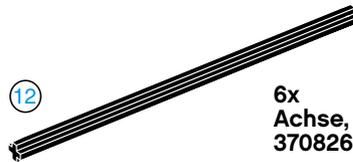
2x  
Achse, Modullänge 6, schwarz  
370626



2x  
Achse, Modullänge 8, schwarz  
370726



2x  
Achse, Modullänge 10, schwarz  
373726



6x  
Achse, Modullänge 12, schwarz  
370826



1x  
Perücke für Minifigur,  
Pferdeschwanz, schwarz  
609326



1x  
Mütze für Minifigur, rot  
448521



2x  
Minifigur-Kopf, gelb  
9336



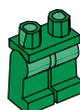
1x  
Minifigur-Körper, weiß mit Surfer  
4275606



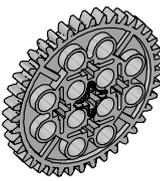
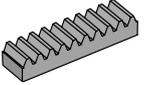
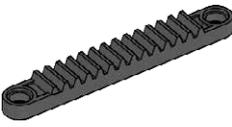
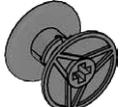
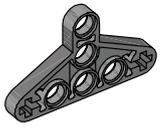
1x  
Minifigur-Körper, weiß mit Blumen  
4275536

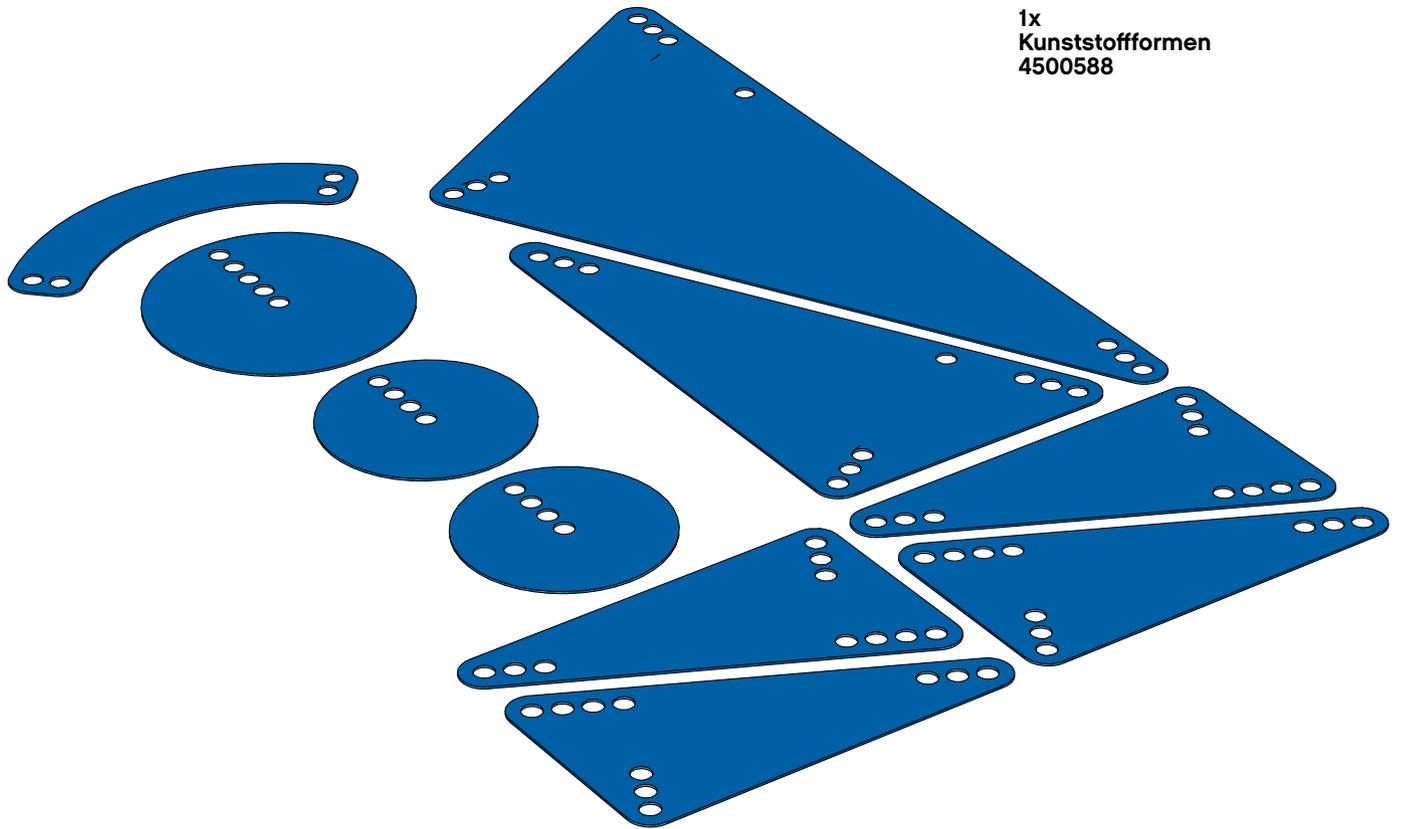


1x  
Minifigur-Beine, orange  
4120158



1x  
Minifigur-Beine, grün  
74040

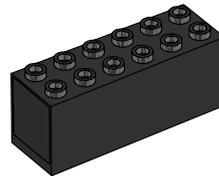
	2x Zahnrad, 16 Zähne, grau 4211563		2x Riemen, 33 mm, gelb 4544151
	4x Tellerrad, 24 Zähne, grau 4211434		2x Riemen, 24 mm, rot 4544143
	2x Zahnrad, 40 Zähne, grau 4285634		2x Riemen, 15 mm, weiß 4544140
	2x Zahnstange, 10 Zähne, grau 4211450		1x Kardangeln, Modullänge 3, grau 4525904
	2x Schneckenrad, grau 4211510		4x Felge, 18x14, grau 4490127
	1x Differentialrad, 28 Zähne, dunkelgrau 4525184		4x Felge, 24x4, grau 4494222
	4x Zahnrad, 24 Zähne, dunkelgrau 4514558		4x Felge, 30x20, grau 4297210
	6x Zahnrad, 8 Zähne, dunkelgrau 4514559		6x Verbindungsstück, Modullänge 1 ½, dunkelgrau 4211050
	2x Zahnrad, 12 Zähne, beidseitig abgeschrägt, schwarz 4177431		4x Achse mit Kopf, Modullänge 3, dunkelgrau 4211086
	1x Zahnstange, 14 Zähne, schwarz 4275503		4x Nockenrad, dunkelgrau 4210759
	6x Kegelrad, 12 Zähne, beige 4514556		1x Trommel, dunkelgrau 4239891
	2x Kegelrad, 20 Zähne, beige 4514557		2x ½ Strebe, Dreieck, dunkelgrau 4210689
	2x Zahnrad, 20 Zähne, beidseitig abgeschrägt, beige 4514555		



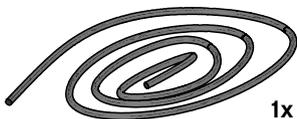
1x  
Kunststoffformen  
4500588



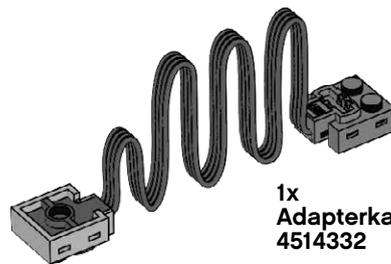
2x  
Strang, Modullänge 40, mit Köpfen,  
schwarz  
4528334



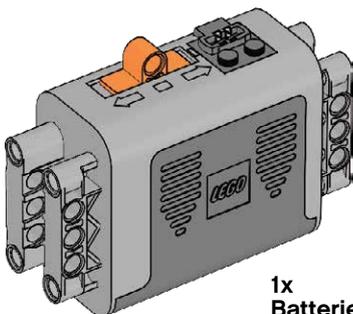
1x  
Gewichtsstein, schwarz  
73843



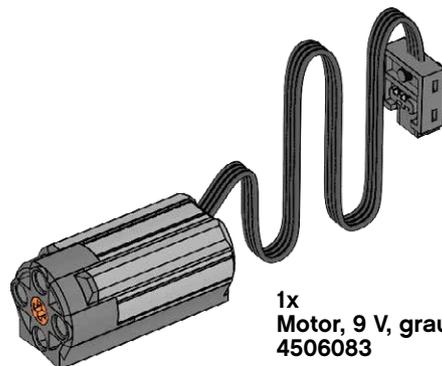
1x  
Strang, 2 m, schwarz  
4276325



1x  
Adapterkabel, schwarz  
4514332



1x  
Batteriebox, 9 V, grau  
4506078



1x  
Motor, 9 V, grau  
4506083

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.  
©2009 The LEGO Group. 20180108V1

