



Wasser Wind
Sonne
Forschen
Technik Leistung
Erneuerbare
Energie



Anleitung für Lehrkräfte



Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	3
2. Anbindung an Lehr- und Bildungspläne	8
3. Unterlagen für Lehrkräfte	
3.1 Erneuerbare Energie	15
3.2 Potenzielle und kinetische Energie	20
3.3 Einführung zu den Bauteilen	26
4. Aktivitäten	
4.1 Der Handgenerator	34
4.2 Die Solaranlage	42
4.3 Die Windkraftanlage	50
4.4 Die Wasserturbine	59
4.5 Das Solarauto	67
4.6 Der Bootskran	75
5. Problemlösungsaufgaben	
5.1 Der Rasenmäher	84
5.2 Das bewegliche Schild	88
5.3 Der Ventilator	92
5.4 Die Spielfeldbeleuchtung	96
6. Glossar	100
7. LEGO® Bausteinübersicht	103



Einführung

LEGO® Education freut sich, das Ergänzungsset 9688 „Erneuerbare Energien“ vorstellen zu können.

Zielgruppe

Die Unterlagen wurden zur Einführung und Unterrichtsbehandlung des Themas „Erneuerbare Energien“ konzipiert und sind für Schüler ab 10 Jahren geeignet. In Teams können die Schüler Modelle bauen, untersuchen und an den Aktivitäten teilnehmen.

Zielsetzung

Mit dem Aufgaben- und Ergänzungsset Erneuerbare Energien erhalten die Schüler einen Zugang zum wissenschaftlichen Arbeiten und gewinnen Kenntnisse über Technik, Entwicklung, Konstruktion und Mathematik. Das Aufgaben- und Ergänzungsset Erneuerbare Energien bietet eine interessante Unterrichtsgrundlage und motiviert die Schüler, wissenschaftliche Fragen zu stellen, zu argumentieren und kritisch zu denken. Sie stellen Vermutungen an, treffen Voraussagen und greifen auf Erfahrungen und Kenntnisse aus verschiedenen Fächern zurück. Sie nutzen ihre Fähigkeiten, Kreativität und Intuition und gelangen dabei zu neuen Einsichten.

Die Aufgabensammlung motiviert die Schüler, reale Problemstellungen unserer Welt zu untersuchen und eigene Lösungen dafür zu finden. Sie konstruieren Modelle, um diese anschließend weiterzuentwickeln. Sie bauen Modelle auf und stellen Überlegungen zu ihren Funktionen an. Die Schüler sind auch gefordert zu erklären, wie sich bestimmte Einflussgrößen auf die Modelle auswirken. Sie zeichnen ihre Ergebnisse auf und präsentieren sie anschließend. So erfahren die Schüler auf konkrete Weise, wie Ingenieure und Konstrukteure wissenschaftliche Erkenntnisse in die Praxis umsetzen.

Inhalt des Aufgabensets

Das Set 9688

Das Set beinhaltet fünf farbig gedruckte Bauanleitungshefte für sechs Haupt-Modellaktivitäten sowie die folgenden Komponenten: LEGO Energiemesser (bestehend aus zwei Teilen: Energieanzeige und Energiespeicher), LEGO Solarmodul, Elektromotor, Rotorblätter, LED-Leuchten und ein 50 cm langes Verlängerungskabel. Dieses Set ergänzt das Set 9686 und greift auf dessen Bauteile zurück. Alle Teile des Sets 9688 finden im unteren Bereich der 9686-Aufbewahrungsbox Platz.

Die Aufgabensammlung 9688

Die Aufgabensammlung umfasst sechs Haupt-Modellaktivitäten sowie vier Problemlösungsaufgaben, bei denen es um potenzielle und kinetische Energie geht. Darüber hinaus beinhaltet das Set einen Lehrplan, der auf die wichtigsten Lernziele der Aufgaben eingeht, die Unterlagen für Lehrkräfte mit einer kurzen Einführung zum Thema Erneuerbare Energien und einem Abschnitt zur potenziellen und kinetischen Energie, Erläuterungen zu den Komponenten sowie ein Glossar, in dem zentrale Fachbegriffe definiert werden.



Anwendungsweise

Bauanleitungen

Für jedes Hauptmodell gibt es zwei Bauanleitungen: Heft A und Heft B. Die Bauanleitungen enthalten unterschiedliche Bauschritte und beschreiben jeweils den Zusammenbau eines halben Modells. Mit der Kombination der beiden Baugruppen erhalten die Schüler schließlich ein komplexes und funktionierendes Modell.

Unterlagen für Lehrkräfte

Dieser Bereich gliedert sich in drei Abschnitte:

- Erneuerbare Energie
- Potenzielle und kinetische Energie
- Einführung zu den Bauteilen

Jeder dieser Abschnitte enthält Erläuterungen, die Schülern und Lehrkräften gleichermaßen das Thema Erneuerbare Energie näher bringen können.

Erneuerbare Energie

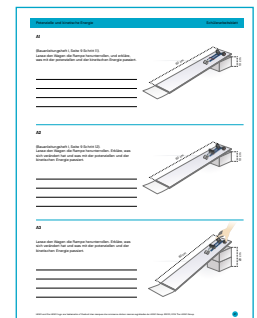
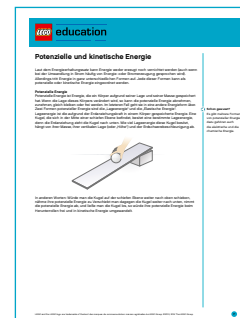
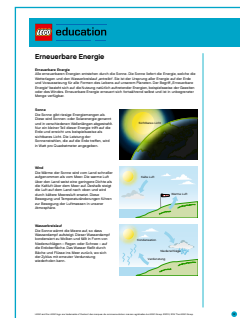
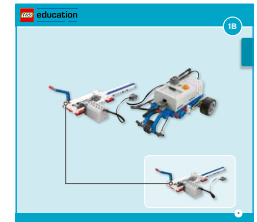
Dieser Abschnitt beschreibt, wie die Sonne, unsere wichtigste Energiequelle, unser Wetter und den Wasserkreislauf bestimmt. Das Thema kann im Unterricht mithilfe der enthaltenen Illustrationen vorgestellt werden. Danach folgt eine Einführung zu einigen Technologien, mit denen erneuerbare Energie umgewandelt und nutzbar gemacht werden kann. Ebenso wird in diesem Abschnitt der Begriff der erneuerbaren Energie näher bestimmt und geklärt. Außerdem wird zur Diskussion in der Klasse angeregt.

Potenzielle und kinetische Energie

Dieser Abschnitt beschreibt, wie Schülern die Begriffe „Potenzielle Energie“ und „Kinetische Energie“ mit interessanten Untersuchungen erklärt werden können. Die Schüler sollen zunächst die Definitionen und Erklärungen zur potenziellen und kinetischen Energie kennen lernen. Im Fortgang der Aktivitäten müssen die Schüler während der Arbeit mit den Schülerarbeitsblättern und den Bauanleitungen ihr Wissen bei den Untersuchungen anwenden und ihre Ergebnisse aufzeichnen. In den Lehrhinweisen finden Sie Antwortvorschläge für die Fragen auf den Schülerarbeitsblättern.

Einführung zu den Bauteilen

In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie die Arbeit mit dem Ergänzungssatz 9688 Erneuerbare Energien aufgenommen werden kann. Erläutert werden die Bauteile, ihre funktionalen und technischen Merkmale und ihre Anwendung. Wir empfehlen Ihnen, Ihren Schülern den Energiemesser zu erklären, bevor sie mit den Hauptaktivitäten beginnen.



Lehrhinweise

Hier finden Sie die wichtigsten Lernziele und -bereiche, Hinweise, Fragen und Antworten, das spezifische Vokabular einer Aktivität und Anregungen für weitere Untersuchungen. In einigen Fällen ist für die Aktivitäten und Untersuchungen zusätzliches Material erforderlich, das ebenfalls aufgelistet wird.

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

Themaeführung

Beim Lernprozess wird eine neue Erfahrung mit den bereits vorhandenen Kenntnissen verknüpft. Die „Lernerfahrung“, etwas Neues, stimuliert den Wissenszuwachs.

Fotografien der realen technischen Lösungen sind mit kurzen Texten versehen, damit die Schüler diese mit der Aktivität und dem Hauptmodell verknüpfen und die neue Thematik annehmen. Wir empfehlen, Fotografie und Text als Ausgangspunkt für eine Diskussion in der Klasse zu verwenden. Sie können auch Ihre eigenen Erfahrungen ins Spiel bringen, um eine interessante Hinführung zur Aufgabe zu gestalten. Berücksichtigen Sie auch aktuelle Geschehnisse vor Ort oder weltweit, die zum Thema passen, um den Schülern die Relevanz deutlich zu machen.

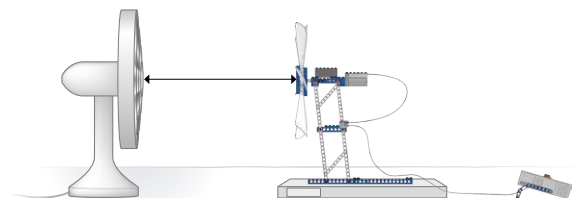
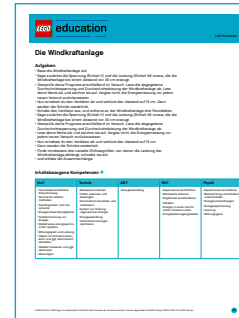
Aufbau

Der Aufbau der Modelle spricht Körper und Geist gleichermaßen an. Nach Anleitung bauen die Schüler Modelle auf, bei denen die technischen Konzepte der Lernziele zum Tragen kommen. Dazu werden Vorschläge für Tests gegeben, die sicherstellen sollen, dass das Modell planmäßig funktioniert.

Beobachtung

In der Beobachtungsphase werden die alten und neu gewonnenen Erkenntnisse vertieft. Die wissenschaftliche Prägung der Aktivitäten regt die Schüler zu Diskussionen und Reflexionen über ihre Untersuchungen an. Dabei können sie ihre eigenen Vorstellungen mit der gestellten Aufgabe in Einklang bringen.

Diese Phase gibt Ihnen Gelegenheit, mit der Bewertung der Lernergebnisse und dem Lernfortschritt der einzelnen Schüler zu beginnen.



Ausbau

Kontinuierliches Lernen und Kreativität wird dann zum Vergnügen, wenn die Anforderungen angemessen sind. Die fortwährende Herausforderung und sukzessive Erfolgserlebnisse motivieren zu kontinuierlicher Arbeit und Weiterentwicklung. Deshalb werden den Schülern hier Anregungen vorgestellt, ihr Modell zu ändern oder funktional zu erweitern; dabei bestimmt das angestrebte Lernziel die zusätzlichen Untersuchungen. In dieser Phase können die Schüler mit der ihnen eigenen Geschwindigkeit und auf ihrer individuellen Verständnisebene arbeiten. Die Aktivitäten regen die Kinder dazu an, ihr Wissen kreativ einzusetzen und über ihre Modellkonstruktionen und die Auswirkungen nachzudenken, die mit der Änderung bestimmter Einflussgrößen einhergehen.

Schülerarbeitsblätter

Jedes Arbeitsblatt ist nach dem Vier-Phasen-Konzept (Themaeinführung, Aufbau, Beobachtung, Ausbau) gegliedert, lesefreundlich gestaltet und hilfreich illustriert. Die Schüler können ihre Modelle mit geringer Unterstützung der Lehrkraft bedienen und untersuchen. Sie werden Voraussagen treffen, Untersuchungen anstellen, messen, Werte ablesen und Ergebnisse aufzeichnen. Im weiteren Verlauf werden die Modelle verändert und die neuen Resultate mit den vorherigen verglichen. So werden schließlich Zusammenhänge gebildet und Schlussfolgerungen gezogen.

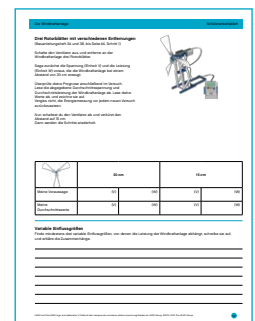
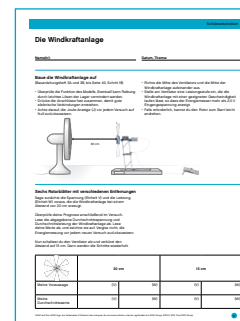
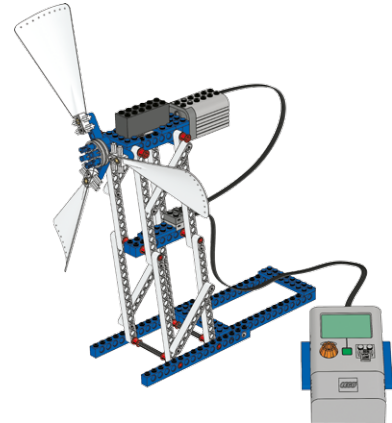
Wir empfehlen, die Schüler in Teams zusammenarbeiten zu lassen. Bei jeder Aktivität werden die Schüler zunächst aufgefordert, das Ergebnis vorauszusagen, also zu schätzen. Anschließend stellen sie Untersuchungen an, lesen Werte ab und zeichnen ihre Ergebnisse auf. Die Schüler sollten ihre Voraussage mindestens dreimal im Versuch überprüfen, um zuverlässige Ergebnisse zu erzielen. Wenn die wichtigsten Ergebnisse dokumentiert sind, können die Schüler darüber diskutieren und nachdenken und ihre eigenen Vorstellungen schließlich erkenntnisgerecht modifizieren. Zuletzt sollen die Schüler die variablen Einflussgrößen des Modells erkennen und nachvollziehbar erklären können, wie sich diese auf die Modellfunktion auswirken.

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

Problemlösungsaufgaben

Bei den vier Problemlösungsaufgaben liegt der Schwerpunkt auf der Anwendung der gewonnenen Kenntnisse über erneuerbare Energiequellen, Entwicklung und Konstruktion, Kommunikation und Teamwork. Es werden jeweils reelle Situationen dargestellt, in denen ein Problem gelöst werden muss. Die Schüler sind gefordert, dieses Problem mit einer eigenen Konstruktion zu lösen.

Die Problembeschreibung und die klar umrissenen Konstruktionsanweisungen können kopiert und den Schülern zur Verfügung gestellt werden. Die Beschreibung der Lernziele, des erforderlichen Materials, der Vorgehensweise und der Bewertung bleibt in den Händen der Lehrkraft.



Die vorgeschlagenen Lösungsmodelle für die Problemlösungsaufgaben sollen nur Anhaltspunkte für den Umgang mit der Problemstellung sein. Die Schüler sollen dazu ermutigt werden, eigene Lösungen zu konstruieren. Die Problemlösungsaufgaben können im Sinne Ihres Lehrplans abgewandelt und ausgewählt werden.

Aufbewahrung der Bauanleitungen

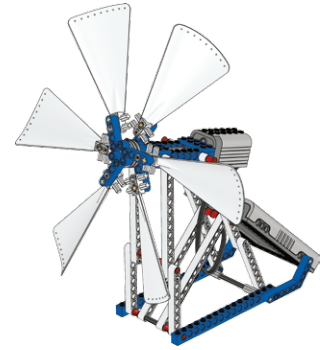
Zur zeitsparenden Unterrichtsgestaltung empfehlen wir die Verwahrung der Bauanleitungen in separaten Mappen, damit sie zu Unterrichtsbeginn sofort verfügbar sind.

Zeitaufwand

Eine Doppelstunde eignet sich optimal, um ein Thema zu erforschen, ein Modell aufzubauen und auch die eingehenden Untersuchungen für die meisten weiterführenden Anregungen durchzuführen. Bei der Wasserturbine und der Windkraftanlage kann mehr Zeit erforderlich sein, wenn die Schüler eigene Konstruktionen kreieren sollen. Wenn die Schüler bereits Erfahrungen mit LEGO® gesammelt haben, können die übrigen Modelle in einer Einzelstunde aufgebaut, untersucht und wieder aufgeräumt werden.

Die Problemlösungsaufgaben können die Schüler angehen, wenn zwei Doppelstunden zur Verfügung stehen. Dabei kann es sich lohnen, zwei oder mehr Doppelstunden durchlaufend in Anspruch zu nehmen, weil sich die Schüler dann in aller Gründlichkeit mit dem Problem befassen können – so wie echte Ingenieure auch.

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



Prozessbezogene Kompetenzen

1	Technik (inkl. AL; AWT; BNT; NT; NWT)
1.1	Kommunikation
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)
1.2	Erkenntnisgewinnung
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
1.3	Bewertung
1.3.1	eigene technische Objekte und Modelle Kriterien orientiert bewerten
1.3.2	ihren eigenen Arbeitsprozess reflektieren und bewerten
1.4	Herstellung, Konstruktion und Nutzung
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	Informatik
2.1	Kommunikation
2.1.1	im Sinne eines fachlichen Austausches kommunizieren, indem Fachbegriffe zielgerichtet verwendet werden
2.1.2	Sachverhalte, Ablauf, Arbeitsergebnisse (auch Teilergebnisse) mit Fachbegriffen adäquat wiedergeben dokumentieren und mit geeigneter Visualisierung erläutern und präsentieren
2.1.3	geeignete Mittel der Kommunikation nutzen um Lösungen zu erläutern und zu begründen
2.1.4	arbeitsteiliges Handeln und zielgerichteten Informationsaustausch im Team bei der Entwicklung von Informatiksystemen und Softwareprojekten nutzen
2.2	Strukturierung, Modellierung und Implementation
2.2.1	anhand von einfachen Beispielen zunächst grundlegende Bausteine und Strukturen von Algorithmen wiedergeben
2.2.2	Daten im Kontext einer gegebenen Problemstellung strukturieren und (komplexere) Problemstellungen in geeignete Teilprobleme aufteilen, diese chronologisch ordnen und zu einer Gesamtlösung zusammenführen
2.2.3	Problemstellungen mit Hilfe von Algorithmen und (selbst erstellten) Soft- und Hardwareprodukten lösen
2.2.4	reflektieren ihre Vorgehensweise bei der Implementation

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



Inhaltsbezogene Kompetenzen

		Aktivitäten						Problemlösen-aufgaben			
		Der Handgenerator	Die Solaranlage	Die Windkraftanlage	Die Wasserturbine	Das Solarauto	Der Bootskran	Der Rasenmäher	Das bewegliche Schild	Der Ventilator	Die Spielfeldbeleuchtung
	<p>● = Inhaltsbezogene Kompetenzen</p> <p>◐ = Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung</p>										
1	Naturwissenschaft und Technik / Natur und Technik										
1.1	Denk- und Arbeitsweisen / Arbeitsmethoden										
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	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐	◐
	Tabellen	●	●	●	●	●	●				
	Diagramme	●	●		●						
1.1.4	technische Arbeitsmethoden anwenden (naturwissenschaftliches Wissen für den Alltag nutzbar machen): entwickeln, konstruieren, bauen, testen, optimieren	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
1.2	Technik: Systeme und Prozesse										
1.2.1	Systeme analysieren und durch Systemgrenzen und Teilsysteme beschreiben (z. B. Maschinen)	●	●	●	●	●	●				
1.2.2	Veränderungen in Systemen als Prozesse beschreiben (Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip)	◐	◐	◐	◐	◐	◐				
1.3	Energie und Bewegung										
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	Modell eines energietechnischen Systems entwickeln, konstruieren, fertigen und die Energieumsetzung quantitativ auswerten (zum Beispiel Windkraftanlage, Photovoltaik)		●	●	●	●	●				
1.3.4	Wirkungsgrade und Leistungen berechnen und vergleichen (Wirkungsgrad in Energieübertragungsketten)	●	●	●	●	●	●				
1.3.5	die Wirkungen von Kräften auf Körper erklären (z. B. Gewichtskraft, Reibungskraft)	◐		◐	◐	◐	◐				
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						◐				
1.3.11	das Prinzip des Wärmetransports beschreiben und Anwendungsbeispiele aus dem Alltag erklären										
1.3.12	Antriebsmöglichkeiten für Bewegungsabläufe beschreiben (z. B. Elektromotor)			●	●	●	●				
1.3.13	Übersetzungen dimensionieren und Getriebe konstruieren	●				●	●				
1.3.14	Hebelwirkung und Drehzahlen bestimmen (z.B. Zusammenwirken Motor-Welle-Lager)	●				●					

		Aktivitäten						Problemlösen- aufgaben			
		Der Handgenerator	Die Solaranlage	Die Windkraftanlage	Die Wasserturbine	Das Solarauto	Der Bootskran	Der Rasenmäher	Das bewegliche Schild	Der Ventilator	Die Spielfeldbeleuchtung
	<p>● = Inhaltsbezogene Kompetenzen</p> <p>◐ = Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung</p>										
1.4	Produktentwicklung										
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	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
1.5	Informationsaufnahme und -verarbeitung / Informatik										
1.5.1	direkte und indirekte Messverfahren vergleichen					◐	◐				
1.5.2	zuverlässige Messungen durchführen und Messfehler erkennen	●	●	●	●	●	●				
2	Technik										
2.1	Arbeitsweisen										
2.1.1	Messwerte erfassen	●	●	●	●	●	●				
2.1.2	Fehler erkennen und selbstständig Maßnahmen zur Fehlerbeseitigung durchführen	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2.2	Systeme und Prozesse /Information und Kommunikation										
2.2.1	Ansteuerungen von Aktoren (u. a. LED, Motor) realisieren			◐	◐	◐	◐				
2.3	Energie, Natur und Technik (Mobilität und Antriebssysteme)										
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			●	●	●	●				
2.3.4	technische Systeme zur Nutzung regenerativer Energien beschreiben	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2.3.5	Prinzipien der Energiewandlung beschreiben	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2.4	Werkstoffe und Produkte										
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		●					●	●	●	●
2.4.4	verschiedene technische Lösungen (z.B. Laufroboter) vergleichen							●	●	●	●
2.5.5	Konstruktionsaufgabe: ausgehend von einer konkreten Problemstellung, einen technischen Gegenstand planen, entwickeln, fertigen							●	●	●	●
2.5.6	Optimierungsaufgabe: Lösungsvorschläge zur Verbesserung technischer Systeme entwickeln	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2.5	Mensch und Technik / Automatisierung										
2.5.1	Produktionstechnik										
2.5.1.1	technische Systeme im Hinblick auf deren Funktion beschreiben und verschiedene technische Lösungen auf Vor- und Nachteile untersuchen							●	●	●	●
3	Arbeitslehre / Arbeit-Wirtschaft-Technik										
3.1	Energie										
3.1.1	Energiewandlungskette beschreiben	●	●	●	●	●	●				
3.1.2	Aufgabe und Funktion von verwendeten Energiewandlern (z.B. Elektromotor, Batterie, LED) nennen	●	●	●	●	●	●				

		Aktivitäten						Problemlösen- aufgaben			
		Der Handgenerator	Die Solaranlage	Die Windkraftanlage	Die Wasserturbine	Das Solarauto	Der Bootskran	Der Rasenmäher	Das bewegliche Schild	Der Ventilator	Die Spielfeldbeleuchtung
	<p>● = Inhaltsbezogene Kompetenzen</p> <p>◐ = Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung</p>										
4	Biologie, Naturphänomene und Technik										
4.1	Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften und der Technik										
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)							●	●	●	●
4.2	Energie effizient nutzen										
4.2.1	beschreiben, wie Energie zielgerichtet in einem technischen Prozess genutzt werden kann (z. B. Gummibandtrieb, Elektromotor, einfache photovoltaische Anwendung)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4.2.2	Energieübertragungsketten in Natur und Technik beschreiben	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4.2.3	Materialien und Gegenstände im Hinblick auf deren Aufnahme von Wärmestrahlung untersuchen und Anwendungen in Natur und Technik erklären (z. B. Sonnenkollektor)		●			●		●	●	●	●
4.3	Ein bewegtes Objekt erfinden										
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)	●		●	●	●					
5	Physik										
5.1	Denk- und Arbeitsweisen										
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	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5.2	Mechanik										
5.2.1	Messwerte zur gleichförmigen Bewegung modellieren und konstante Geschwindigkeiten aus experimentellen Messdaten berechnen ($v = \frac{s}{t}$)					●					
5.2.2	lineare t-s- und t-v-Diagramme zur Beschreibung geradliniger Bewegungen verwenden			◐	◐	●					
5.2.3	Vermutungen zum Zusammenhang von zurückgelegtem Weg in Abhängigkeit von der benötigten Zeit bei (geradlinig) gleichförmigen Bewegungen formulieren					●					
5.2.4	Bewegungsabläufe experimentell aufzeichnen (z.B. freier Fall, schiefe Ebene), die Messwerte in Diagrammen darstellen und diese Diagramme interpretieren (z.B. s-t-Diagramm, v-t-Diagramm)					●					
5.2.5	Masse von Gewichtskraft unterscheiden						●				
5.2.6	Kräfte als Ursache von Bewegungs-/Geschwindigkeits- (Betrag und Richtung) oder Energieänderungen identifizieren (mechanische Energieübertragung)			◐	◐	●	●				
5.2.7	die Wirkung von Kräften beschreiben (z.B. Bewegungsänderungen, Energieänderungen, Impuls)			●	●	●	●				
5.2.8	die Fallbeschleunigung als Spezialfall einer Beschleunigung und die Gewichtskraft als Gravitationskraft auf der Erdoberfläche identifizieren						◐				
5.2.9	Wechselwirkungen anwenden mit: Zahnradgetriebe, Hebel, einfache Maschinen	◐				◐	◐				
5.2.10	eine einfach Maschine experimentell untersuchen und ihre Anwendung im Alltag und in der Technik beschreiben (z.B. Hebel, Flaschenzug)	●					●				

		Aktivitäten						Problemlösen- aufgaben			
		Der Handgenerator	Die Solaranlage	Die Windkraftanlage	Die Wasserturbine	Das Solarauto	Der Bootkran	Der Rasenmäher	Das bewegliche Schild	Der Ventilator	Die Spielfeldbeleuchtung
	<p>● = Inhaltsbezogene Kompetenzen</p> <p>◐ = Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung</p>										
5.3	Energie										
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	Energieerhaltungssatz in der Mechanik eingeschränkt auf Bewegungs-, Lageenergie und der kinetischen Energie formulieren	◐	◐	◐	◐	◐	◐				
5.3.4	Beispiele für die Speicherung von Energie in verschiedenen Energieformen in Alltag und Technik nennen und beschreiben (u. a. Lageenergie, Bewegungsenergie, elektrische Energie)	●	●	●	●	●	●				
5.3.5	Arbeit identifizieren als Maß für die einem System zugeführte oder entzogene mechanische Energie (Wegunabhängigkeit der Hubarbeit, Arbeit als Produkt aus Kraft und Weg)	●		◐	◐		●				
5.3.6	mit den Größen Energie und Arbeit mechanische Vorgänge in alltagsrelevanten Kontexten beschreiben	●		●	●		●				
5.3.7	Wirkungsweisen von Kraftwandlern, z.B. Zahnrädern, schiefe Ebene erklären	●				●	●				
5.3.8	bei Versuchen (u. a. mit Kraftwandlern und einfachen Maschinen wie Hebel und Flaschenzug) die zu messenden Größen selbstständig benennen	●				●	●				
5.3.9	ein Experiment zur Leistungsbestimmung planen, dieses durchführen und auswerten	●	●	●	●	●	●				
5.3.10	den Zusammenhang von Energie und Leistung beschreiben	●	●	●	●	●	●				
5.3.11	Größenordnungen typischer Leistungen im Alltag ermitteln und vergleichen (z.B. Handgenerator, Leistungsmessgerät, Solarzelle)	●	●	●	●	●	●				
5.3.12	den Zusammenhang von zugeführter Energie, nutzbarer Energie und Wirkungsgrad bei Energieübertragungen beschreiben	●	●	●	●	●	●				
5.3.13	Kenntnisse über Reibung nutzen, deren Bedeutung für Alltag und Technik begründen						◐				
5.3.14	äußere Einflussgrößen (z. B. Neigungswinkel, Beschattung) in Solarmodulen variieren und Schlussfolgerungen für eine optimale Nutzung von Solarmodulen ziehen.		●			●		●	●		●
6	Mathematik										
6.1	Größen und Messen										
6.1.1	Größen in einfachen (Sach-)Situationen (Länge – Umfang) darstellen bzw. anschaulich erläutern	●	●	●	●	●	●				
6.1.2	Längen, Flächeninhalte, Volumina, Massen, Zeitspannen messen	●	●	●	●	●	●				
6.1.3	mit Größenangaben rechnen und dabei Einheiten korrekt anwenden	●	●	●	●	●	●				
6.2	Arithmetik / Algebra (Zahl, Variable, Operation)										
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	●	●	●	●	●	●				
6.2.3	einfache Formeln, u.a. $v = \frac{s}{t}$ nach jeder Variablen auflösen					●	●				
6.2.4	Zahlen vergleichen und anordnen	●	●	●	●	●	●				
6.3	Proportionalität (Funktionaler Zusammenhang)										
6.3.1	Gleichungen mit einer Variablen lösen					●	●				
6.3.2	Beziehungen erkunden und Zusammenhänge durch ... darstellen	●	●	●	●	●	●				
6.3.3	Tabellen	●	●	●	●	●	●				
6.3.4	Graphen	●	●		●						
6.4	Leitidee Daten und Zufall										
6.4.1	Daten graphisch darstellen auch unter Verwendung von Software	◐	◐	◐	◐	◐	◐				



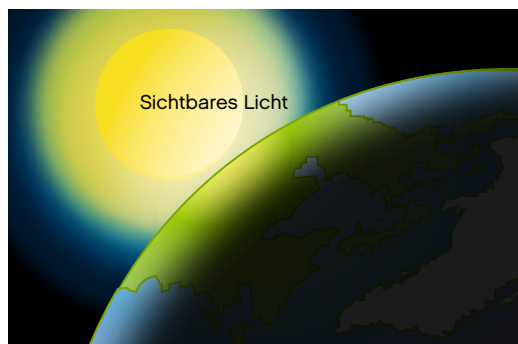
Erneuerbare Energie

Erneuerbare Energie

Alle erneuerbaren Energien entstehen durch die Sonne. Die Sonne liefert die Energie, welche die Wetterlagen und den Wasserkreislauf „antreibt“. Sie ist der Ursprung aller Energie auf der Erde und Voraussetzung für alle Formen des Lebens auf unserem Planeten. Der Begriff „Erneuerbare Energie“ bezieht sich auf die Nutzung natürlich auftretender Energien, beispielsweise der Gezeiten oder des Windes. Erneuerbare Energie erneuert sich fortwährend selbst und ist in unbegrenzter Menge verfügbar.

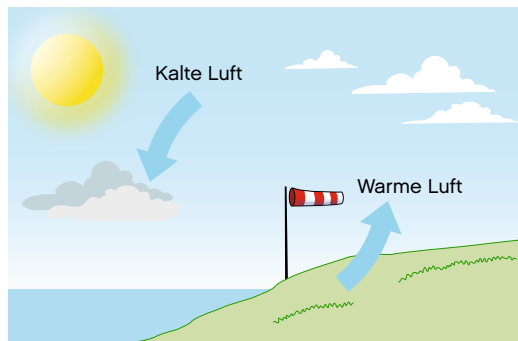
Sonne

Die Sonne gibt riesige Energiemengen ab. Diese wird Sonnen- oder Solarenergie genannt und in verschiedenen Wellenlängen abgestrahlt. Nur ein kleiner Teil dieser Energie trifft auf die Erde und erreicht uns beispielsweise als sichtbares Licht. Die Leistung der Sonnenstrahlen, die auf die Erde treffen, wird in Watt pro Quadratmeter angegeben.



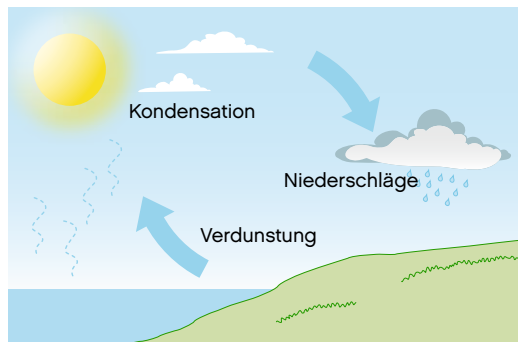
Wind

Die Wärme der Sonne wird vom Land schneller aufgenommen als vom Meer. Die warme Luft über dem Land weist eine geringere Dichte als die Kaltluft über dem Meer auf. Deshalb steigt die Luft auf dem Land nach oben und wird durch kältere Meeresluft ersetzt. Diese Bewegung und Temperaturänderungen führen zur Bewegung der Luftmassen in unserer Atmosphäre.



Wasserkreislauf

Die Sonne wärmt die Meere auf, so dass Wasserdampf aufsteigt. Dieser Wasserdampf kondensiert zu Wolken und fällt in Form von Niederschlägen – Regen oder Schnee – auf die Erdoberfläche. Das Wasser fließt durch Bäche und Flüsse ins Meer zurück, wo sich der Zyklus mit erneuter Verdunstung wiederholen kann.

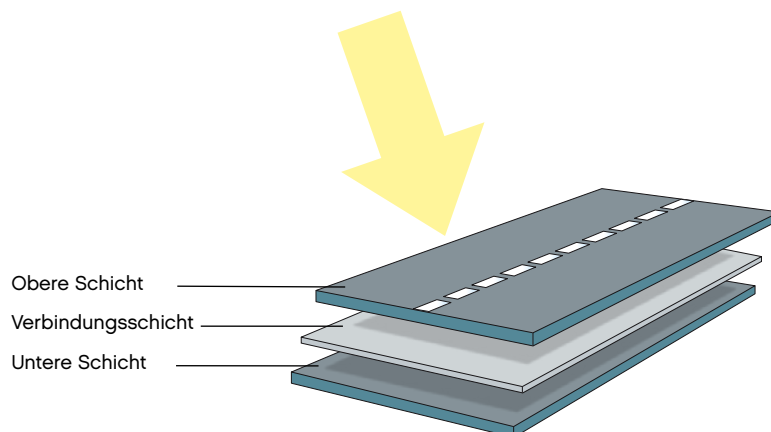


Sonnenenergie



Sonnenenergie kann eingefangen werden, z. B. mit Solarmodulen. Ein Solarmodul besteht aus mehreren Solarzellen. Solarmodule dienen zum Auffangen der Sonnenenergie und wandeln sie in eine nutzbare Form um: elektrische Energie, d. h. „Elektrizität“ oder „Strom“. Es gibt auch „Sonnenkollektoren“, die die Sonnenenergie in Wärme umwandeln. Die Techniken zur Nutzung von Sonnenenergie lassen sich untergliedern:

- **Passive Sonnenenergie:** Die Energie des Sonnenlichts wird zum Beleuchten und Heizen genutzt. Bei Gebäuden mit passiver Sonnenenergienutzung wird der Energiezufluss der Sonne optimal ausgeschöpft.
- **Aktive Sonnenenergie zur Heizwassererwärmung:** Die Sonnenenergie wird auf eine spezielle Flüssigkeit in Sonnenkollektoren übertragen. Diese erwärmte Flüssigkeit wird durch Rohre zu Wassertanks gepumpt, wo die Wärmeenergie auf das Wasser übertragen wird.
- **Photovoltaik:** Die Energie des sichtbaren Sonnenlichts wird durch Solarzellen direkt in Elektrizität umgewandelt. Dabei macht man sich den „photoelektrischen Effekt“ zunutze, bei dem Elektronen in der oberen Schicht der Solarzelle in Bewegung versetzt werden. So entsteht ein elektrischer Strom, mit dem ein elektrisches Gerät betrieben werden kann.



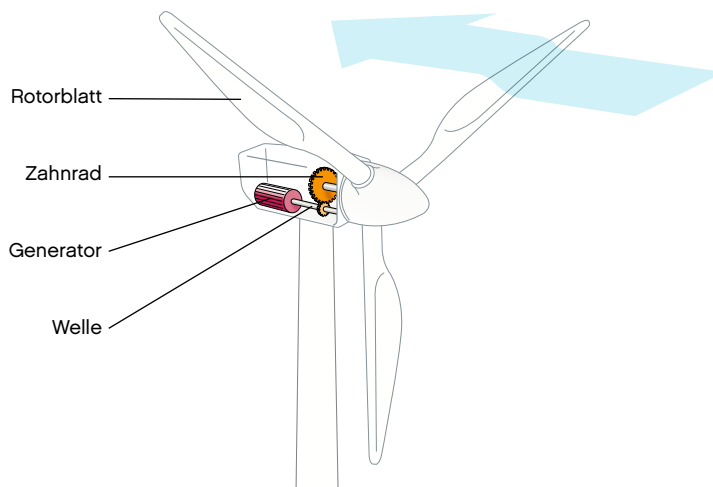
Windkraft



Windkraft oder „Windenergie“ kann eingefangen werden, z. B. mit Windkraftanlagen. Windkraftanlagen nehmen die Energie des Windes auf und wandeln sie in eine besser nutzbare Form um, z. B. Elektrizität.

Es gibt verschiedene Windkraftanlagen:

- Bei **Windkraftanlagen mit vertikaler Rotationsachse** stehen die Rotationsachse und die Rotorblätter senkrecht. Sie sind bei jeder Windrichtung gleich wirksam.
- Bei **Windkraftanlagen mit horizontaler Rotationsachse** stehen Rotationsachse und Rotorblätter horizontal. Der Rotor muss nach dem Wind ausgerichtet werden. Dieser Typ Windkraftanlage ist heute am häufigsten zu finden, sowohl auf dem Land („Onshore“) als auch auf dem offenen Meer („Offshore“).
- **Onshore- und Offshore-Windkraftanlagen** sind an sich gleich leistungsfähig. Entscheidend für die Leistung der Anlage ist, wo sie aufgebaut wird. Offshore-Windkraftanlagen gelten in der Leistungsabgabe als zuverlässiger, weil sich auf der offenen Weite des Meeres energiereichere Winde entwickeln können. Grundsätzlich bestehen Onshore- und Offshore-Windkraftanlagen aus denselben Komponenten: ein hoher Turm, große Rotorblätter, Wellen, Zahnräder und ein Generator.

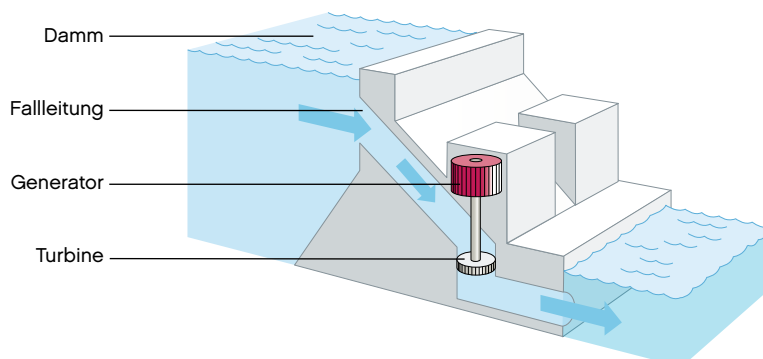


Wasserkraft



Wasserkraft kann nutzbar gemacht werden, z. B. mit einer Wasserturbine. Wasserturbinen nehmen die Energie der Wasserbewegung auf und wandeln sie in eine besser nutzbare Form um: mechanische Energie oder „Rotationsenergie“ (Drehbewegung). Diese kann schließlich in elektrische Energie umgewandelt werden. Die Techniken zur Nutzung von Wasserkraft lassen sich untergliedern:

- **Wellenkraft:** Die Energie der Wellenbewegung des Meeres wird eingefangen und genutzt, um elektrischen Strom zu erzeugen. Die Wellen können durch eine V-förmige Barriere in einen Kanal konzentriert und so verstärkt werden. Diese energiereichen Wellen werden auf Turbinen geleitet, die dadurch in Drehung versetzt werden. Die Turbinen wiederum können einen Generator antreiben, der schließlich elektrischen Strom erzeugt.
- **Gezeitenkraft:** Der Tidenhub erzeugt Strömungen, deren Energie zur Erzeugung elektrischen Stromes genutzt werden kann. Dazu wird um eine Meeresmündung oder -bucht herum ein Gezeitendamm errichtet. Der Damm hat Schleusen, durch die das Wasser eindringen kann. Wenn der Tidenhub sein Maximum erreicht hat, werden die Schleusen geschlossen, so dass mit der Zeit ein Wassergefälle entsteht. Beim Zurückfließen wird das Wasser auf die Turbinen in den Schleusen geleitet, die die Energie des Wassers umwandeln.
- **Wasserkraftwerk:** Die Energie der Wasserbewegung wird zur Erzeugung von Elektrizität genutzt. Bei vielen großen Wasserkraftwerken wird das Wasser in Becken oder an Dämmen gehalten und dann durch Rohre, sogenannte Fallleitungen oder Druckrohrleitungen, geleitet, wo es immer schneller fließt und schließlich auf Turbinen trifft. Diese treiben einen Generator an, der elektrischen Strom erzeugt.



Anregungen für weitere Unterrichtsdiskussionen

Die folgenden Diskussionsanregungen verstehen sich als freiwillig, können aber hilfreich sein, um den Begriff der Erneuerbaren Energie besser zu verstehen und hinreichend zu klären. Die Gespräche geben den Schülern Gelegenheit, ihre eigenen Gedanken darüber zu schildern, was Energie ist, und einen Einblick in die verschiedenen Entwicklungen im Zusammenhang mit erneuerbaren Energien zu gewinnen. Die Antworten der Schüler werden gemäß ihrer persönlichen Erfahrungen und Beobachtungen unterschiedlich ausfallen. Wichtig ist hierbei, verschiedene Ansichten und Erklärungsweisen gelten zu lassen, damit ein umfassenderes Verständnis entsteht, das zum wissenschaftlichen Verständnis der Begriffe hinführt.

- **Was ist Energie?**

Energie ist die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten. Energie spielt in unserem Alltag eine bedeutende Rolle. Sie kann zur späteren Nutzung gespeichert und von einer Form in eine andere umgewandelt werden. Energie kann nicht aus dem Nichts erzeugt oder einfach vernichtet werden – dies besagt der Energieerhaltungssatz.

- **Wie gelangt die Energie der Sonne auf die Erde, und was hat das mit unserem Leben zu tun?**

Die Sonne ist die ursprüngliche Quelle unserer Energie. Wenn sie Strahlungsenergie auf die Erde überträgt, z. B. in Form von Lichtwellen, verursacht dies natürliche Phänomene wie etwa das Wachstum von Pflanzen, den Wind, Meeresströme und den Wasserkreislauf.

- **Wie unterscheiden wir die Begriffe erneuerbare und nicht-erneuerbare Energie?**

Energie, die aus natürlichen und unerschöpflichen Quellen stammt, z. B. Sonne, Wind oder Wasser, ist erneuerbare Energie. Energie, die dagegen aus begrenzten Vorkommen wie Kohle, Öl oder Gas gewonnen wird, gilt als nicht-erneuerbar.

- **Wie viele elektrische Geräte hast du benutzt, seit du heute morgen aufgewacht bist?**

Elektrizität ist zuhause unsere wichtigste Energiequelle. Sie kann in Licht, Wärme und Schall umgewandelt werden. Möglicherweise haben die Schüler ein Weckradio oder ein Handy benutzt oder das Licht, das Radio oder den Fernseher eingeschaltet. Manche werden vielleicht auch den Wasserkocher oder den Kühlschrank benutzt haben.

- **Kennst du energiesparende Geräte oder andere Möglichkeiten, Energie zu sparen?**

Neuere Geräte und Maschinen sind normalerweise mit einem „Energietiquette“ oder „Energieverbrauchsetikette“ gekennzeichnet. Die Schüler können dies überprüfen. Sie können auch einen Blick auf die Geräte der Schule werfen. Die Ersetzung von Glühlampen durch Energiesparlampen ist eine weitere Möglichkeit, den Energieverbrauch zu senken. Zur Energieeinsparung kann auch das Licht ausgeschaltet werden, wenn die Sonne durch die Fenster scheint. Computer und Fernseher können anstatt des Standby-Modus vollständig abgeschaltet werden. Jeglicher Strombedarf kann auf ein nötiges Maß begrenzt werden.

- **Kennst du ein Beispiel für die Nutzung erneuerbarer Energien aus deiner Region?**

Es könnte sein, dass die Schüler hier ganz unterschiedliche und auch gegensätzliche Angaben machen. Dies ist für die Schüler eine gute Gelegenheit, die Fakten zu sondieren und die Darlegung von Informationen zu schulen. Die persönlichen Angaben hängen auch von der Interessenslage ab. Bei solchen Diskussionen kann die Klasse eine Liste der Vor- und Nachteile verschiedener erneuerbarer Energiequellen erstellen. Dabei können soziale, wirtschaftliche, politische und ökologische Interessen gleichermaßen berücksichtigt werden.



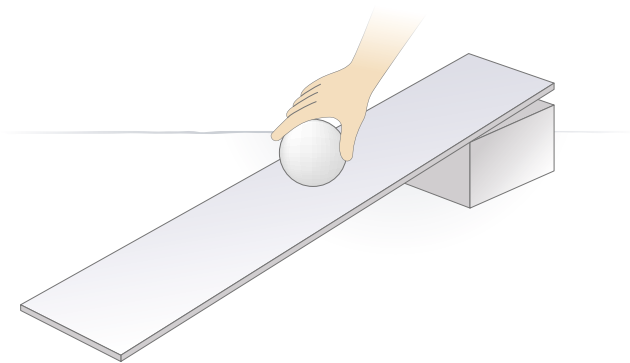
Potenzielle und kinetische Energie

Laut dem Energieerhaltungssatz kann Energie weder erzeugt noch vernichtet werden (auch wenn bei der Umwandlung in Strom häufig von Energie- oder Stromerzeugung gesprochen wird). Allerdings tritt Energie in ganz unterschiedlichen Formen auf. Jede dieser Formen kann als potenzielle oder kinetische Energie eingeordnet werden.

Potenzielle Energie

Potenzielle Energie ist Energie, die ein Körper aufgrund seiner Lage und seiner Masse gespeichert hat. Wenn die Lage dieses Körpers verändert wird, so kann die potenzielle Energie abnehmen, zunehmen, gleich bleiben oder frei werden. Im letzteren Fall geht sie in eine andere Energieform über. Zwei Formen potenzieller Energie sind die „Lageenergie“ und die „Elastische Energie“.

Lageenergie ist die aufgrund der Erdanziehungskraft in einem Körper gespeicherte Energie. Eine Kugel, die sich in der Mitte einer schiefen Ebene befindet, besitzt eine bestimmte Lageenergie, denn die Erdanziehung zieht die Kugel nach unten. Wie viel Lageenergie diese Kugel besitzt, hängt von ihrer Masse, ihrer vertikalen Lage (oder „Höhe“) und der Erdschwerebeschleunigung ab.



In anderen Worten: Würde man die Kugel auf der schiefen Ebene weiter nach oben schieben, nähme ihre potenzielle Energie zu. Verschiebt man dagegen die Kugel weiter nach unten, nimmt die potenzielle Energie ab, und ließe man die Kugel los, so würde ihre potenzielle Energie beim Herunterrollen frei und in kinetische Energie umgewandelt.

Schon gewusst?

Es gibt mehrere Formen von potenzieller Energie; dazu gehören auch die elektrische und die chemische Energie.

Elastische Energie oder „Verformungsenergie“ ist die in einem Körper gespeicherte Energie, der gedehnt, zusammengedrückt oder verdreht ist. Manchmal sind feste Materialien besonders geformt, damit sie elastische Energie besser speichern können. Dies ist z. B. bei Metallfedern oder Gummibändern der Fall. In einem gespannten Gummiband ist elastische Energie gespeichert. Wenn es nicht festgehalten wird, nimmt es seine natürliche Form wieder an: Es schnellt zusammen. Wie viel elastische, also potenzielle Energie, in dem Band genau gespeichert ist, hängt von seinen Eigenschaften und von der Kraft ab, mit der es auf Spannung gehalten wird. Dasselbe gilt auch für eine Feder.

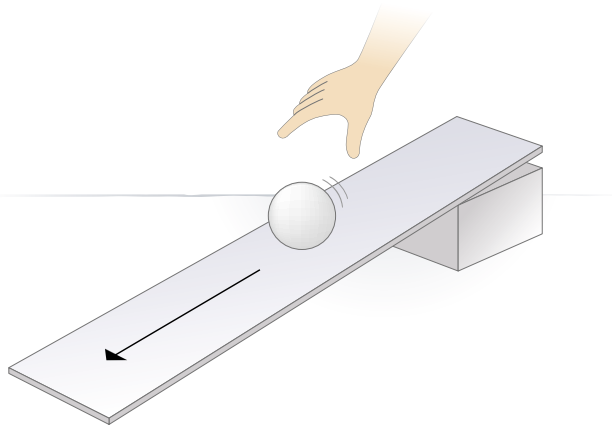


In anderen Worten: Je stärker du das Band spannst, desto mehr elastische Energie besitzt es. Wenn du es loslässt, wird die potenzielle Energie frei und in kinetische Energie umgewandelt – das Band schnellt zusammen und nimmt seine natürliche Form an.

Kinetische Energie

Kinetische Energie ist die Energie, die ein Körper aufgrund seiner Bewegung besitzt. Wann immer sich ein Gegenstand in Bewegung befindet, sei sie vertikal, horizontal, kreisförmig oder einfach von A nach B, besitzt er kinetische Energie.

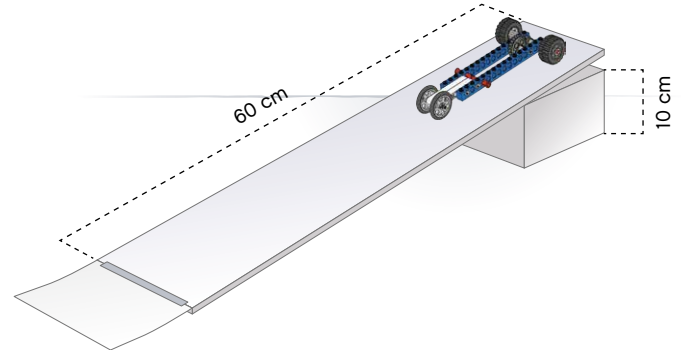
Die Kugel, die auf halber Höhe einer schiefen Ebene festgehalten wird, besitzt potenzielle aber keine kinetische Energie, denn sie bewegt sich nicht. Wird die Kugel dagegen losgelassen und rollt die schiefe Ebene herunter, so gewinnt sie an kinetischer Energie. Wie viel kinetische Energie sie aufbaut, hängt von ihrer Masse und ihrer Geschwindigkeit ab.



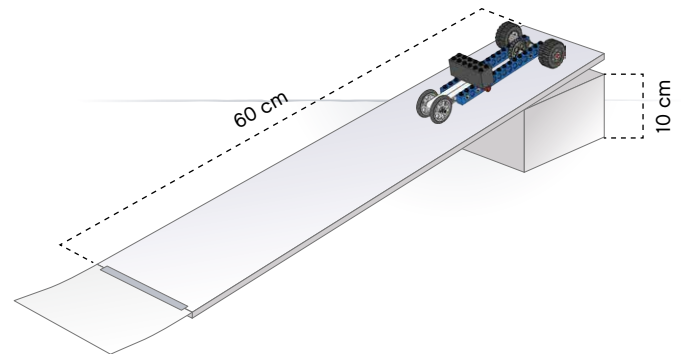
In anderen Worten: Eine schwerere Kugel, die die schiefe Ebene herunterrollt, baut mehr kinetische Energie auf als eine leichtere, die an derselben Position losrollt. Wenn eine Kugel vom oberen Ende der schiefen Ebene herunterrollt, wird sie am Ende der schiefen Ebene schneller rollen als eine Kugel gleicher Masse, die auf halber Höhe losgelassen wird. Sie wird auch mehr kinetische Energie als die langsamere Kugel besitzen aus dem einfachen Grund, dass sie sich schneller bewegt.

A1

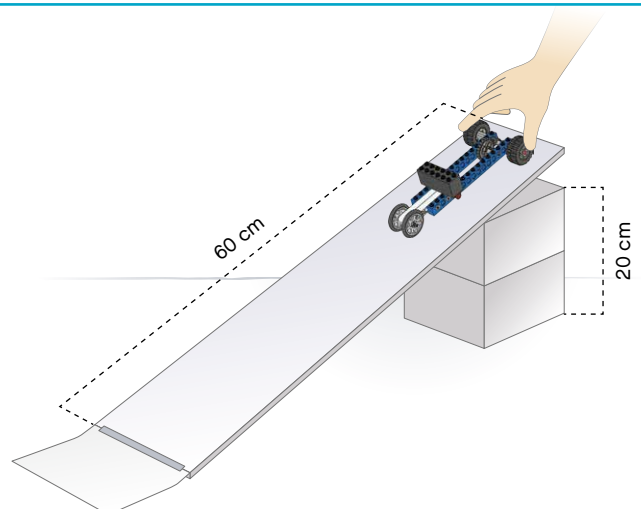
Während der Wagen die Rampe herunterrollt, wird potenzielle in kinetische Energie umgewandelt. Die größte potenzielle Energie hat der Wagen in der Startposition, die größte kinetische Energie am unteren Ende der Rampe.

**A2**

Durch das Hinzufügen von Masse zum Wagen wird die potenzielle Energie erhöht. Wenn der Wagen die Rampe herunterrollt, wird potenzielle in kinetische Energie umgewandelt. Durch die Erhöhung der potenziellen und kinetischen Energie rollt der Wagen weiter und schneller.

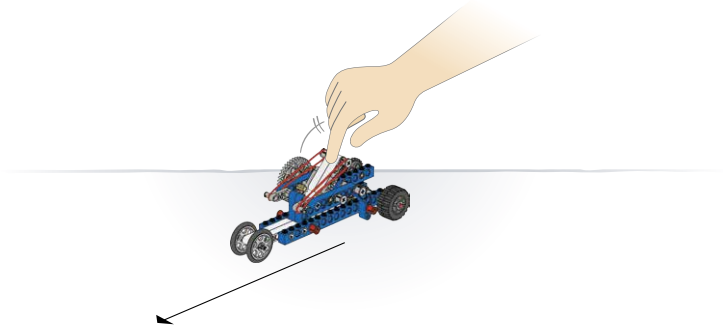
**A3**

Durch die Höherlegung der Rampe wird die potenzielle Energie des Wagens nochmals erhöht. Dieser trägt immer noch die Zusatzmasse. Wenn der Wagen die Rampe herunterrollt, wird potenzielle Energie in kinetische umgewandelt. Durch die Erhöhung der potenziellen und kinetischen Energie rollt der Wagen noch weiter und schneller als zuvor.



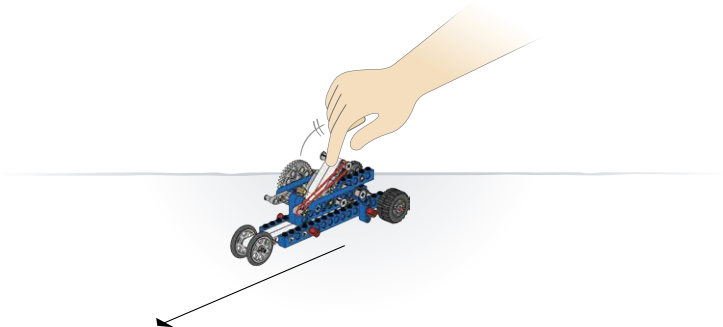
A4

Durch das Zurückziehen des Hebels am Wagen wird die potenzielle Energie des Gummibands erhöht. Wird der Hebel losgelassen, wandelt sich die potenzielle Energie in kinetische um: Der Wagen fährt los.

**A5**

Da ein Gummiband entfernt wurde, kann nicht mehr so viel potenzielle Energie aufgebaut werden. Der Wagen legt nur eine kürzere Strecke zurück.

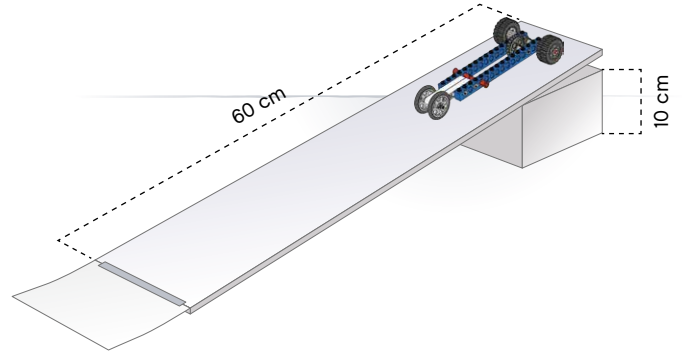
Durch das Zurückziehen des Hebels am Wagen wird die potenzielle Energie des Gummibands erhöht. Wird der Hebel losgelassen, wandelt sich die potenzielle Energie in kinetische um, und der Wagen fährt los.



A1

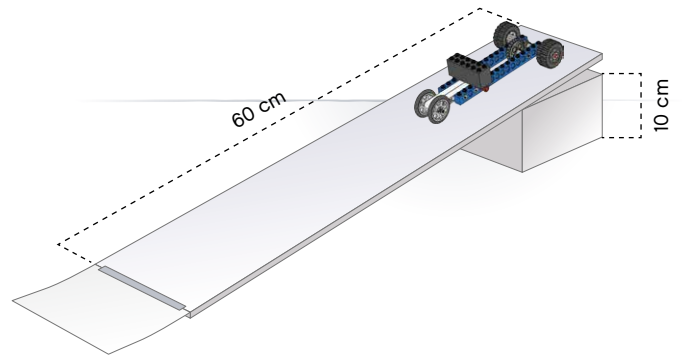
(Bauanleitungsheft I, Seite 9 Schritt 11).

Lasse den Wagen die Rampe herunterrollen, und erkläre, was mit der potenziellen und der kinetischen Energie passiert.

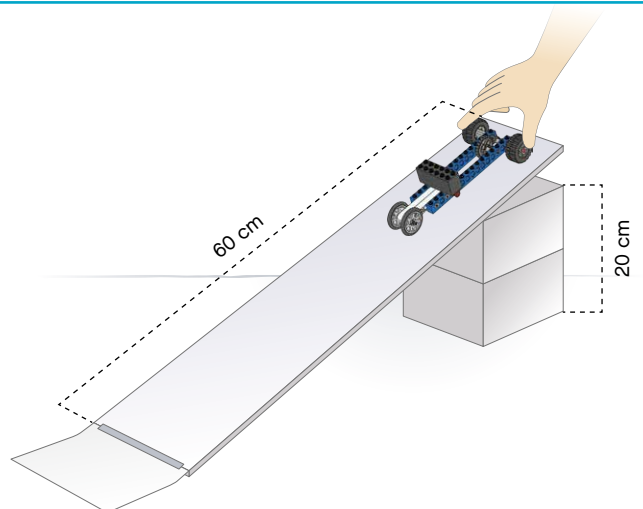
**A2**

(Bauanleitungsheft I, Seite 9 Schritt 12).

Lasse den Wagen die Rampe herunterrollen. Erkläre, was sich verändert hat und was mit der potenziellen und der kinetischen Energie passiert.

**A3**

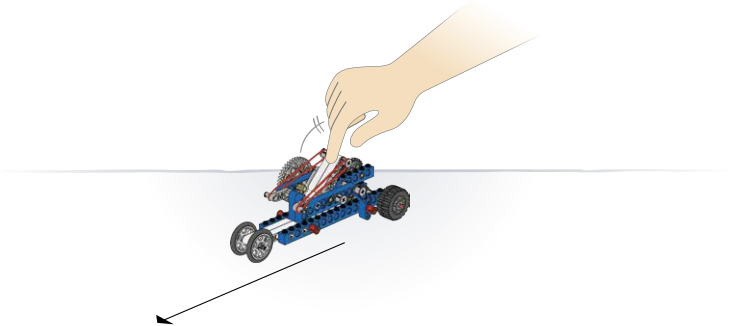
Lasse den Wagen die Rampe herunterrollen. Erkläre, was sich verändert hat und was mit der potenziellen und der kinetischen Energie passiert.



A4

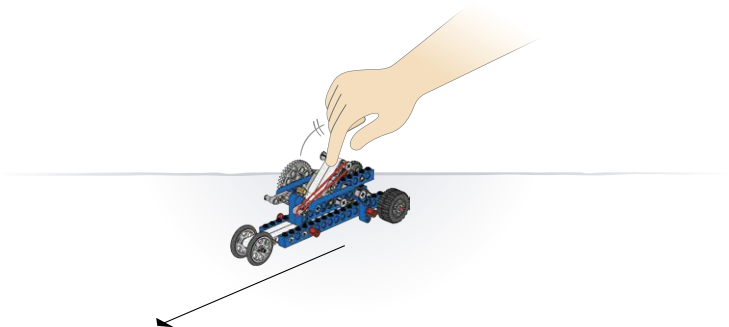
(Bauanleitungsheft I, Seite 18 Schritt 27).

Ziehe den Hebel so weit wie möglich zurück. Wenn du ihn loslässt, fährt der Wagen los. Erkläre, was mit der potenziellen und der kinetischen Energie passiert.

**A5**

(Bauanleitungsheft I, Seite 19 Schritt 28).

Ziehe den Hebel so weit wie möglich zurück. Wenn du ihn loslässt, fährt der Wagen los. Erkläre, was sich verändert hat und was mit der potenziellen und mit der kinetischen Energie passiert.



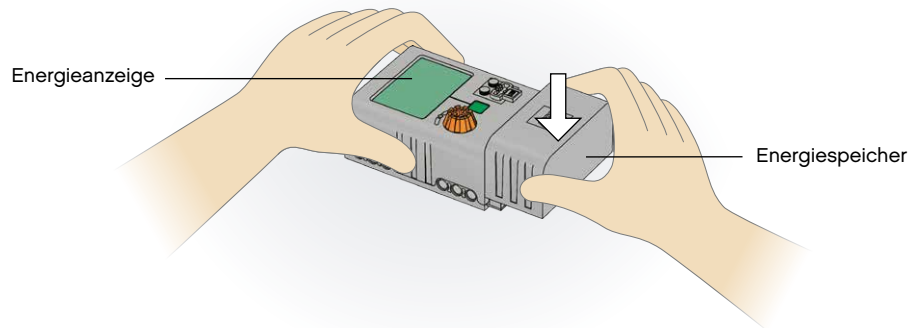


LEGO® Energiemesser

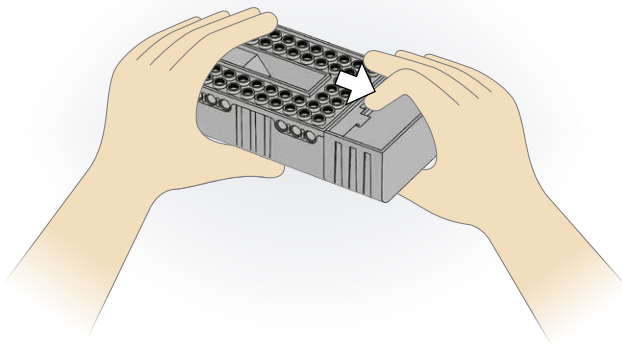
Erste Schritte

Der Energiemesser besteht aus zwei Teilen: LEGO® Energieanzeige und LEGO Energiespeicher. Der Energiespeicher lässt sich an der Unterseite der Energieanzeige befestigen.

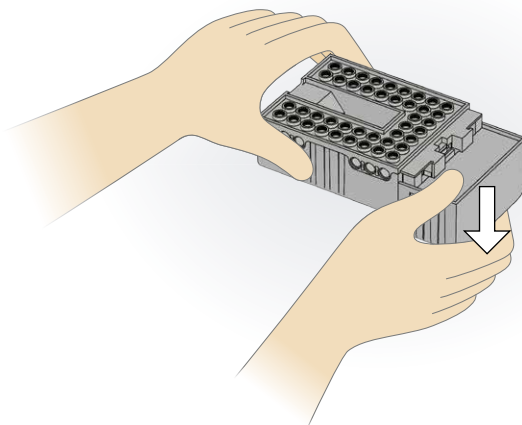
Zur Befestigung wird der Energiespeicher einfach von oben nach unten auf die Energieanzeige aufgeschoben.



Um den Energiespeicher abzunehmen, muss an der Hinterseite eine Kunststoffflasche gedrückt...



...und der Energiespeicher nach unten abgezogen werden.



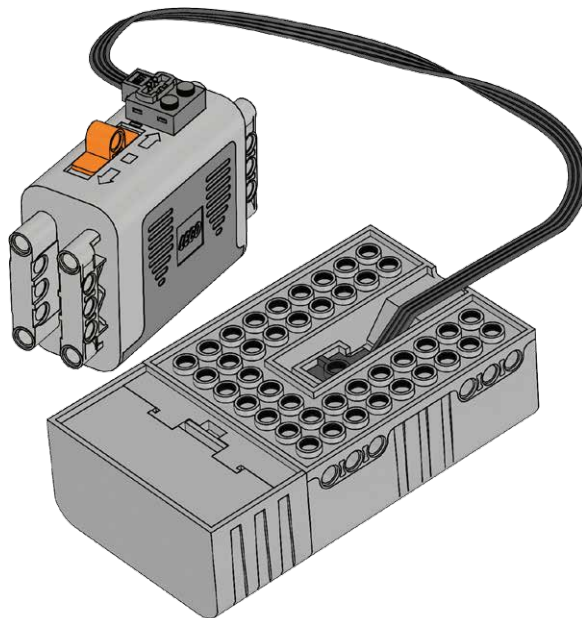
Erste Schritte

Um den Energiespeicher zu verwenden, wird er wie abgebildet auf die Energieanzeige aufgeschoben. Zum Entfernen mit dem Daumen den Plastikzapfen eindrücken und dann den Energiespeicher nach unten abziehen.

- Nach dem Gebrauch abnehmen, um die Lebensdauer des Akkus zu verlängern.
- Bei Zimmertemperatur an einem staubfreien, trockenen Ort aufbewahren. Von Wärmequellen und Frost fernhalten.

Den LEGO® Energiespeicher aufladen:

- Um den LEGO Energiespeicher aufzuladen, schließe ihn entweder an die LEGO Power Functions Batteriebox an, in der sich sechs neue Batterien befinden müssen, oder an die LEGO Power Functions Wiederaufladbare Batteriebox.
- Schalte den Energiezähler ein, indem du den grünen Ein-/Ausschaltknopf drückst. Stelle sicher, dass die Anzeige eingeschaltet ist.
- Lasse nun den LEGO Energiezähler drei Stunden lang über die angeschlossene Stromquelle (LEGO Power Functions Batteriebox oder LEGO Power Functions Wiederaufladbare Batteriebox) aufladen.



Den LEGO Energiemesser entladen:

- Entferne alle Kabel und Geräte vom Energiemesser
- Drücke 10 Sekunden lang auf den grünen Ein-/Ausschalter, bis ein Dreieck mit einem Ausrufezeichen auf der Anzeige erscheint und anfängt, zu blinken (!).
- Lasse den Energiemesser nun ca. 1 ½ Stunden entladen, oder solange, bis sich die Anzeige ausschaltet.

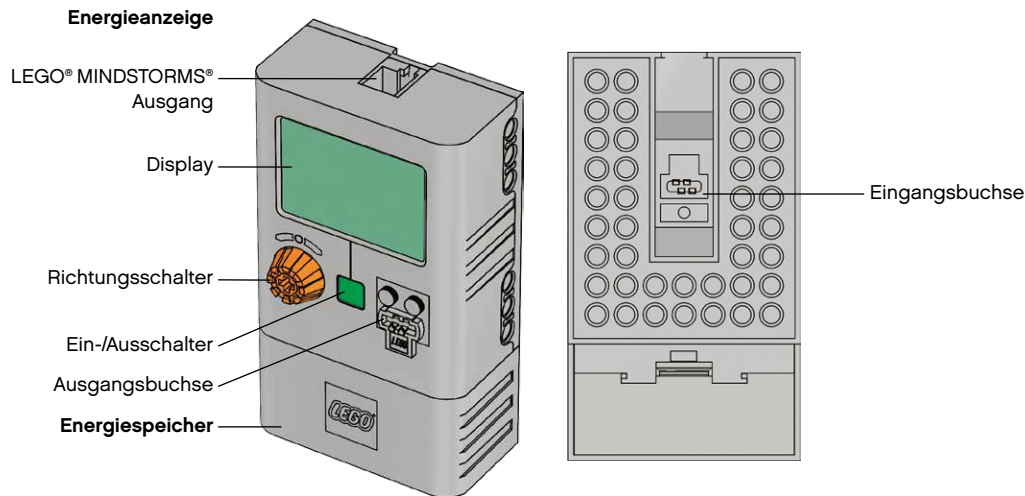
Wenn du den Entladevorgang abbrechen willst, drücke einfach auf den Ein-/Ausschaltknopf, um den Energiemesser auszuschalten. Um den Energiemesser dann wieder normal verwenden zu können, schalte ihn einfach ein.

Weitere Informationen findest du auf www.legoeducation.com.

Funktionsweise

Der Energiespeicher kann erzeugte Energie messen, speichern und abgeben.

Funktionselemente



Energieanzeige

MINDSTORMS Ausgang

Weitere Infos zur Benutzung des Energiespeichers mit LEGO MINDSTORMS gibt es unter www.MINDSTORMSEducation.com.

Richtungsschalter

Mit dem Richtungsschalter kannst du die Ausgabefunktion steuern. Dazu drehst du den Schalter in eine der beiden Richtungen, während das Gerät eingeschaltet ist. In der Mittelposition ist die Ausgabefunktion ausgeschaltet.

Ein-/Ausschalter

Mit dem ersten Drücken des Ein-/Ausschalters wird der Energiespeicher ein-, mit dem zweiten Drücken wieder ausgeschaltet.

Wenn du den Ein-/Ausschalter mindestens zwei Sekunden lang gedrückt hältst, wird die Joule-Messung auf 0 J zurückgesetzt.

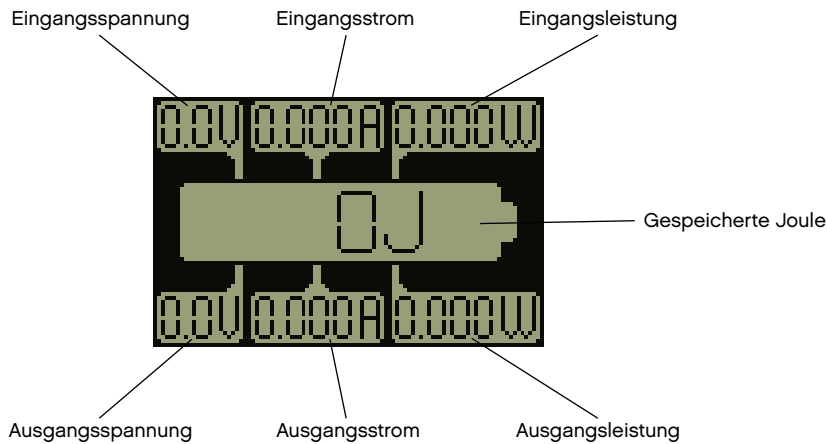
Ausgangsbuchse

Wenn du den Elektromotor an die Ausgangsbuchse anschließt, kannst du die Abgabe (Ausgangswerte) des Energiespeichers ablesen. Bevor Energie vom Energiespeicher abgegeben werden kann, muss mindestens 1 J gespeichert sein.

Eingangsbuchse

Wenn du das Solarpanel oder den Elektromotor (als Generator) an die Eingangsbuchse anschließt, kannst du die entsprechenden Werte auf dem Energiespeicher ablesen.

Messwertanzeigen



Gespeicherte Joule

Maximal können 100 Joule (J) gespeichert werden. Wenn dieser maximale Wert erreicht ist, beginnt die Anzeige 100 J im Sekundentakt zu blinken. Die Eingangsspannung wird dann weiterhin auf dem Display angezeigt, doch Eingangsstrom und Eingangsleistung fallen auf Null. Die Ausgangsmesswerte richten sich nach dem angeschlossenen Verbraucher. Wenn du den Ein-/Ausschalter mindestens zwei Sekunden lang gedrückt hältst, wird die Joule-Messung auf 0 J zurückgesetzt. Achtung: Die Joule-Anzeige ist nicht der Ladezustand des Energiespeichers.

Blinkendes Blitzsymbol

Wenn eine der folgenden zwei Situationen eingetreten ist, erscheint ein im Sekundentakt blinkendes Blitzsymbol auf dem Display.

- Der Ladezustand des Energiespeichers ist niedrig, und du solltest den Energiespeicher bald aufladen. Wenn die Anzahl der Joule gleich bleibt, sollte es möglich sein, mit der Arbeit fortzufahren.

Der Energiespeicher sollte vor jeder Unterrichtseinheit aufgeladen werden.

- Wenn die Joule-Anzahl auf 0 J und die Ausgangsspannung auf Null zurückgeht, wurde der Energiespeicher überladen und muss neu geladen werden.

Achte darauf, den Energiespeicher nicht zu überladen.

Konstant angezeigtes Blitzsymbol

Wenn das Blitzsymbol auf dem Display des Energiespeichers konstant angezeigt wird, muss der Energiespeicher aufgeladen werden.

Störung

Wenn auf dem Display ein Dreieck mit Ausrufezeichen erscheint, liegt eine Störung des Energiespeichers vor. In diesem Fall sind die Messungen ungültig. Nimm den Energiespeicher ab, und überprüfe die Anschlusssteile. Sie müssen eventuell gereinigt werden. Schließe den Energiespeicher wieder an die Energieanzeige an, und lade den Energiespeicher auf. Wenn das Dreiecksymbol wieder erscheint, muss der Energiespeicher ausgetauscht werden.



Energiespeicher

Die Energiespeicher speichert die Energie, die du bereitgestellt hast. Wenn der Energiespeicher nicht angeschlossen ist, sind die Messungen der Energieanzeige ungültig. Die Lebensdauer des Energiespeichers hängt stark davon ab, wie er benutzt, gepflegt und gelagert wird. Lagere den Energiespeicher bei Raumtemperatur, sauber, trocken und nicht in der Nähe von Wärmequellen. Hitze, Kälte und lange Entladezeiträume können die Lebensdauer des Energiespeichers erheblich verkürzen. Trenne den Energiespeicher nach der Verwendung ab. Nach längerer Lagerung muss der Energiespeicher wiederaufgeladen werden.

Technische Daten

Der Energiemesser hat die folgenden Messwertbereiche:

- Eingangsspannung: 0,0 bis 9,9 V
- Eingangsstrom: 0,000 bis 0,200 A
- Eingangsleistung $P = V \times I$ (Spannung x Strom)
- Gespeicherte Joule: 0 bis 100 J
- Ausgangsspannung: 0,0 bis 9,9 V
- Ausgangsstrom: 0,000 bis 0,450 A
- Ausgangsleistung $P = V \times I$ (Spannung x Strom)

Messwertaktualisierung und -mittelung

Der Anzeigewert wird alle 0,5 Sekunden aktualisiert. Seine Berechnung erfolgt durch die Mittelung aller 100 Messungen, die in 0,5 Sekunden erfolgen. Je nach Eingang ergibt dies eine recht konstante und gut ablesbare Messwertanzeige.

Pfleglicher Umgang mit dem Energiemesser

- Übe keine großen Kräfte auf das Gerät oder die daran befestigten Steine aus.
- Trete auf keinen Fall auf das Gerät, und lade auch keine schweren Gewichte darauf.
- Lasse das Gerät nicht herunterfallen.
- Schließe das Gerät nicht kurz.
- Überschreite nicht das Maximum von 10 Volt Versorgungsspannung.
- Überlade den Energiemesser nicht, weil er in diesem Fall entladen wird.
- Das Gerät ist nicht wasserdicht.
- Bewahre das Gerät bei Raumtemperatur sauber und trocken auf, und halte es von großer Kälte und Hitze fern.
- Der Energiespeicher sollte vor jeder Unterrichtseinheit aufgeladen werden.



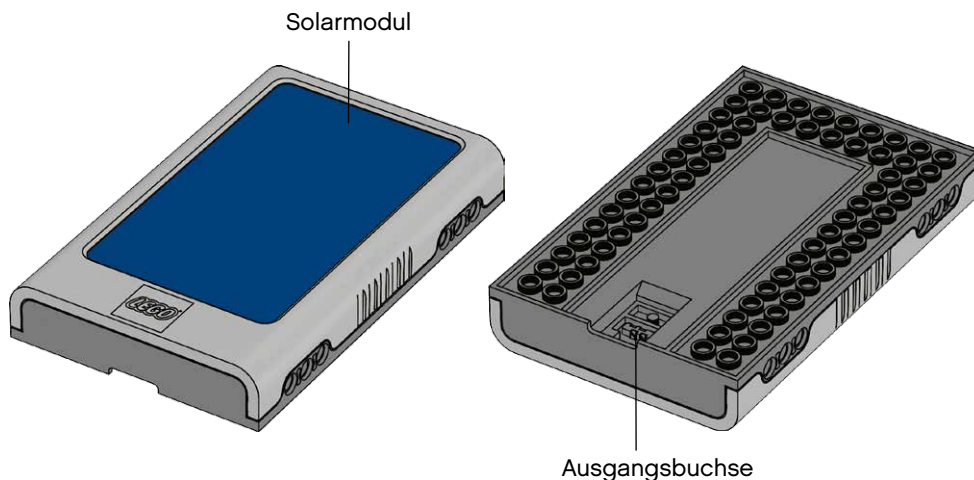
LEGO® Solarmodul

Funktionsweise

Solarmodule wandeln Sonnenenergie in elektrische Energie um. Als Lichtquelle ist starkes, natürliches Sonnenlicht optimal geeignet. Bei Glühlampen ist Vorsicht geboten: Sie geben viel Wärme ab und sollten immer nur für kurze Zeit eingeschaltet werden. Achte darauf, dass zwischen Glühbirne und Solarmodul ein gewisser Abstand (mindestens 8 cm) bleibt. Wenn das Solarmodul heiß wird, musst du den Abstand vergrößern oder die Glühlampe ausschalten.

Verwende für das Solarmodul keine Energiesparlampen – ihr Licht ist nicht hell genug. Eine Energiesparlampe gibt im Infrarotbereich ($>800\text{ nm}$) nicht genügend Licht ab.

Funktionselemente



Solarmodul

Das Solarmodul besteht aus vierzehn Solarzellen und vier Dioden. Es erzielt damit eine Ausgangsspannung von insgesamt etwa 7 V.

Ausgangsbuchse

Über die Ausgangsbuchse kannst du Energie vom Solarmodul auf andere Komponenten übertragen, beispielsweise auf den Energiemesser oder den Elektromotor.

Technische Daten

Bei optimalen Lichtverhältnissen liefert das Solarmodul genügend Leistung für den Betrieb des Energiemessers oder des Elektromotors. Es erreicht die folgenden Ausgangswerte:

- 6,5 V, 100 mA bei $>100.000\text{ Lux}$ (Tageslicht im Freien)
- 6,5 V, 50 mA bei $>50.000\text{ Lux}$ (Sonnenlicht im Gebäude)
- 5 V, 4 mA bei $>2.000\text{ Lux}$ (60-Watt-Glühbirne, 25 cm Entfernung zum Solarmodul)
- 5 V, 20 mA bei $>10.000\text{ Lux}$ (60-Watt-Glühbirne, 8 cm Entfernung zum Solarmodul)

Pfleglicher Umgang mit dem Solarmodul

- Übe keine großen Kräfte auf das Modul oder die daran befestigten Steine aus.
- Trete auf keinen Fall auf das Modul, und lade auch keine schweren Gewichte darauf.
- Lasse das Modul nicht herunterfallen.
- Schließe das Modul nicht kurz.
- Achte darauf, dass zwischen Glühbirne und Solarmodul ein gewisser Abstand (mindestens 8 cm) bleibt. Wenn das Solarmodul heiß wird, musst du den Abstand vergrößern oder die Glühlampe ausschalten.
- Das Modul ist nicht wasserdicht.
- Bewahre das Solarmodul bei Raumtemperatur sauber und trocken auf, und halte es von großer Kälte und Hitze fern.

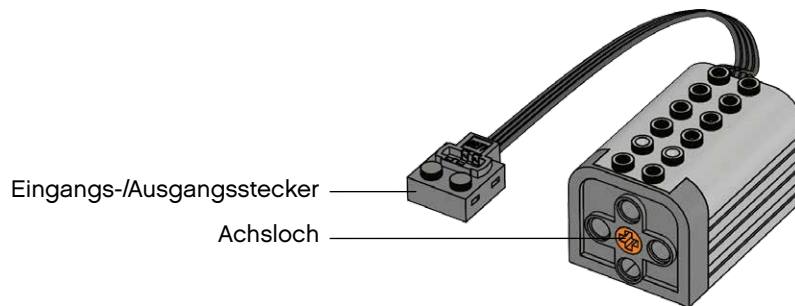


Elektromotor

Funktionsweise

Der Elektromotor wird mit 9 V betrieben und ist mit einem integrierten Getriebe ausgestattet. Er kann auch als elektrischer Generator eingesetzt werden.

Funktionselemente



Achslotch

Hier kannst du eine Achse in den Motor einstecken, der auch als Generator dienen kann.

Eingangs-/Ausgangsstecker

Über den Eingangs-/Ausgangsstecker kannst du Strom von anderen Komponenten (z. B. vom Solarmodul oder Energiemesser) zum Elektromotor, oder, bei Verwendung als Generator, vom Generator zu anderen Komponenten übertragen (z. B. Energiemesser oder LED-Leuchten).

Technische Daten

Unbelastet erreicht der Motor eine Drehzahl von 800 Umdrehungen pro Minute (U/min).

Weitere Leistungsdaten:

- Max. Drehmoment 4,5 Ncm
- Nennspannung 9 V
- Untersetzung 9,5:1
- Anschlussleitung 20 cm

Pfleglicher Umgang mit dem Elektromotor

- Übe keine großen Kräfte auf den Motor oder die daran befestigten Steine aus.
- Trete auf keinen Fall auf den Motor, und lade auch keine schweren Gewichte darauf.
- Lasse ihn nicht herunterfallen.
- Schließe ihn nicht kurz.
- Überschreite nicht das Maximum von 9 V Betriebsspannung.
- Achte darauf, dass der Motor nicht blockiert wird, vor allem nicht für längere Zeit.
- Der Motor ist nicht wasserdicht.
- Bewahre den Motor bei Raumtemperatur sauber und trocken auf, und halte ihn von großer Kälte und Hitze fern.



Der Handgenerator

Aufgaben:

- Baue den Handgenerator und den Joule-Jeep auf.
- Sage zuerst voraus, wie viel Joule (J) du durch Drehen der Kurbel am Handgenerator in 60 Sekunden (s) wahrscheinlich erzeugen kannst.
- Zeichne deine Voraussage in ein Koordinatensystem wie das nebenstehende ein.
- Überprüfe dann die Anzahl der erzeugten Joule in 10-Sekunden- Abständen. Lese deine Werte ab, und zeichne sie auf.
- Trage deine Ergebnisse in das Koordinatensystem ein, das du bereits für deine Voraussage benutzt hast. Vergiss nicht, die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurückzusetzen.
- Markiere anschließend eine Startlinie für den Joule-Jeep, und finde heraus, wie weit der Joule-Jeep mit der erzeugten Joule-Menge fahren kann.
- Baue zuerst das Getriebe des Handgenerators um. Achte darauf, wie die neue Übersetzung die Drehzahl verändert.
- Sage voraus, wie viel Joule (J) du durch Drehen der Kurbel am Handgenerator in 60 Sekunden (s) wahrscheinlich erzeugen kannst.
- Zeichne deine Voraussage in ein Koordinatensystem wie das nebenstehende ein.
- Überprüfe dann die Anzahl der erzeugten Joule in 10-Sekunden- Abständen. Lese deine Werte ab, und zeichne sie auf.
- Trage deine Ergebnisse in das Koordinatensystem ein, das du bereits für deine Voraussage benutzt hast. Vergiss nicht, die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurückzusetzen.
- Markiere anschließend eine Startlinie für den Joule-Jeep, und finde heraus, wie weit der Joule-Jeep mit der erzeugten Joule-Menge fahren kann.

Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT/ NT	Technik	AWT	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> • naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg • Technische Arbeitsmethoden • Systemgrenzen und Teilsysteme • Energieumwandlungsketten • Nutzbarmachung von Energie • Wirkungsgrad und Leistung • Arbeit • Übersetzungen (Getriebe) • Objekt mit Antrieb konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen • Tabellen und Diagramme • bewerten und ggf. optimieren • Messungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Messwerte erfassen • Fehler erkennen und beseitigen • Konstruktion beurteilen und verbessern • System zur Nutzung regenerativer Energie • Energiewandlung • Technische Lösungen optimieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Energiewandlung 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimente durchführen • Messwerte erfassen • Ergebnisse protokollieren • Tabellen und Diagramme • Energie in einem technischen Prozess nutzen • Energieübertragungsketten 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimente durchführen • Beobachtung und Erklärung unterscheiden • Messgrößen • einfache Maschinen (Zahnradgetriebe, Hebel, Flaschenzug) • Energieumwandlungen • Energiespeicherung • Arbeit • Leistung • Wirkungsgrad

Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NwT	Technik	Mathe
<ul style="list-style-type: none"> • Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip • Kräfte (Gewichtskraft, Reibungskraft) 	<ul style="list-style-type: none"> • EVA-Prinzip Getriebe 	<ul style="list-style-type: none"> • Umfang beim Kreis • Länge, Umfang • Terme • Tabellen • Graphen (Software)

Wortschatz

- Wirkungsgrad
- Weg
- Joule
- Arbeit

Erforderliches Zusatzmaterial

- Diagrammpapier
- Meterstab oder Maßband
- Stoppuhr oder Uhr

Themaeinführung



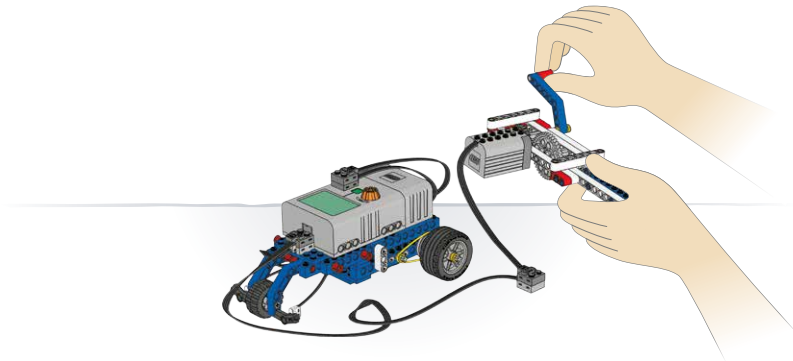
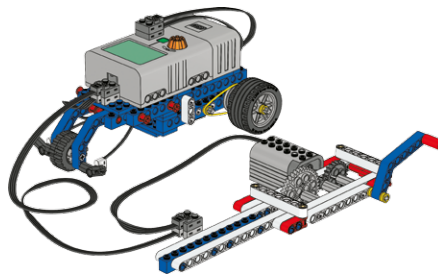
Generatoren können mechanische in elektrische Energie umwandeln. Mit einer Kurbel kannst du selbst den Generator andrehen. Je schneller du an der Kurbel drehst, desto mehr elektrische Energie (auch „Elektrizität“ oder „Strom“ genannt) erzeugst du.

Baue nun den Handgenerator auf, und finde heraus, wie er Strom erzeugt.

Aufbau

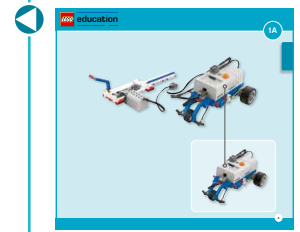
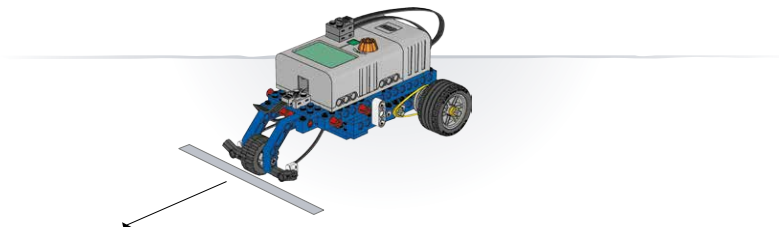
Baue den Handgenerator und den Joule-Jeep auf
(Bauanleitungsheft 1A und 1B, bis Seite 15, Schritt 16)

- Überprüfe die Funktion des Modells.
Eventuell kann Reibung durch leichtes Lösen der Lager vermindert werden.
- Drücke die Anschlüsse fest zusammen, damit gute elektrische Verbindungen entstehen.
- Achte darauf, die Joule-Anzeige (J) vor jedem Versuch auf Null zurückzusetzen.



Versuchsaufbau

- Markiere eine Startlinie für den Joule-Jeep



Beobachtung

Drehen und Losfahren

Bei dieser Aufgabe sollen die Schüler herausfinden, wie viele Joule (J) der Handgenerator in einer Zeitspanne von 60 Sekunden erzeugen und wie weit der Joule-Jeep mit dieser Anzahl Joule fahren kann.

Lassen Sie die Schüler zuerst eine Voraussage darüber treffen, wie viele Joule in 60 Sekunden erzeugt werden können, und diese Voraussage in ein Koordinatensystem eintragen.

Anschließend lassen Sie die Schüler ausprobieren, wie viele Joule sie durch Drehen der Kurbel am Handgenerator in 60 Sekunden tatsächlich gewinnen können. Sie sollen ihre Werte in 10-Sekunden-Abständen ablesen und notieren. Anschließend können sie ihre Ergebnisse in das gleiche Koordinatensystem eintragen, das sie zuvor für ihre Voraussage verwendet haben.

Danach können die Schüler ausprobieren, wie weit der Joule-Jeep mit der gewonnenen Anzahl Joule fahren kann.

Die Ergebnisse werden unterschiedlich ausfallen. Die Schüler werden feststellen, dass der zurückgelegte Weg des Joule-Jeep von der erzeugten Joule-Menge abhängt.

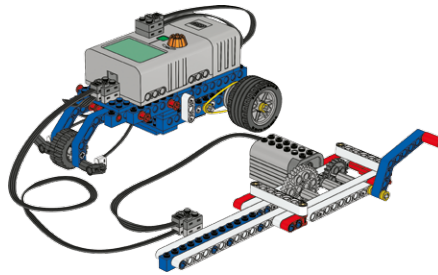
Regen Sie die Schüler dazu an, über ihre Untersuchungen nachzudenken. Fragen Sie zum Beispiel:

- Aufgrund welcher Annahmen hast du deine Voraussagen getroffen?
- Kannst du deine Ergebnisse erklären?
- Lassen die Ergebnisse ein bestimmtes Muster oder einen Zusammenhang erkennen?

In einem bestimmten Zeitintervall ist die Menge der erzeugten Joule proportional zur Drehzahl der Generatorkurbel.

- Was hast du unternommen, um die wissenschaftliche Gültigkeit deiner Ergebnisse sicherzustellen?

Die Schüler müssen den Versuch mehrmals durchführen, um sichere Ergebnisse zu gewährleisten. Außerdem muss klar sein, dass der Joule-Jeep immer vom selben Punkt aus startet und auf demselben Untergrund fährt.



Schon gewusst?

Ein Zwischenrad kehrt die Drehrichtung um, verändert jedoch nicht die Drehzahl am Getriebeausgang.



Hinweis

Setze die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurück.

Ausbau

Übersetzung

(Bauanleitungsheft 1A und 1B, bis Seite 16, Schritt 1)

Bei dieser Aufgabe sollen die Schüler herausfinden, wie viele Joule (J) der konstruktiv veränderte Handgenerator in einer Zeitspanne von 60 Sekunden erzeugen und wie weit der Joule-Jeep mit dieser Anzahl Joule fahren kann.

Zunächst müssen die Schüler das Getriebe des Handgenerators umbauen. Dann können sie, ihr Wissen über Getriebeübersetzung nutzend, eine Voraussage darüber treffen, wie viel Joule sie voraussichtlich in 60 Sekunden erzeugen können. Diese Voraussage sollen sie in ein Koordinatensystem eintragen.

Anschließend lassen Sie die Schüler ausprobieren, wie viele Joule sie durch Drehen der Kurbel am Handgenerator in 60 Sekunden tatsächlich gewinnen können. Sie sollen ihre Werte in 10-Sekunden-Abständen ablesen und notieren. Anschließend können sie ihre Ergebnisse in das gleiche Koordinatensystem eintragen, das sie zuvor für ihre Voraussage verwendet haben.

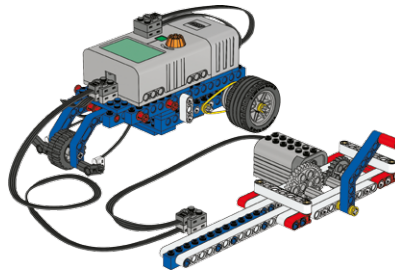
Danach können die Schüler ausprobieren, wie weit der Joule-Jeep mit der gewonnenen Anzahl Joule fahren kann.

Die Ergebnisse werden unterschiedlich ausfallen, aber die erzeugte Joule-Anzahl wird sicherlich höher sein. Im Idealfall können die Schüler prognostizieren, dass die Joule-Anzahl um 60 % steigen wird. Die Fahrstrecke, die der Joule-Jeep bewältigt, richtet sich wiederum nach der generierten Joule-Anzahl.

Variable Einflussgrößen

Die Schüler sollen mindestens drei variable Einflussgrößen finden, von denen die Leistung des Handgenerators und die des Joule-Jeeps abhängt, diese aufschreiben und die Zusammenhänge erklären.

Als maßgebliche Einflussgrößen könnten die Veränderung der Übersetzung, die Länge der Kurbel, die Geschwindigkeit, mit der die Kurbel gedreht wird, die Stärke und Ausdauer des Schülers, der die Kurbel dreht, und die Stabilität der Handgeneratorkonstruktion genannt werden. Die Leistung des Joule-Jeeps hängt von seinem Gewicht, seiner Übersetzung, der Reibung im Fahrzeug und der Oberflächenbeschaffenheit der Strecke ab.



Schon gewusst?

Die Einheit für den Energiegehalt in Lebensmitteln ist Kalorien (cal). 1 cal entspricht nach gängiger Umrechnungsweise 4,2 J.

Hinweis

Setze die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurück.

Der Handgenerator

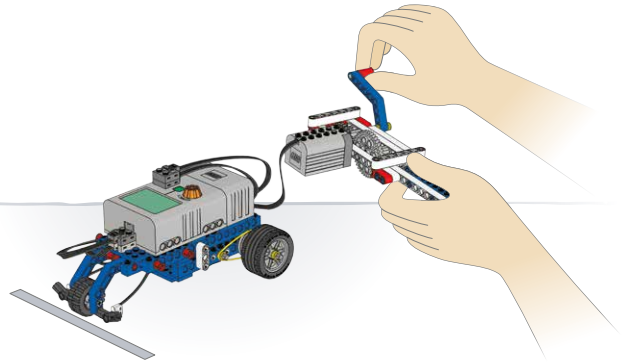
Name(n): _____

Datum, Thema: _____

Baue den Handgenerator und den Joule-Jeep auf

(Bauanleitungsheft 1A und 1B, bis Seite 15, Schritt 16)

- Überprüfe die Funktion des Modells. Eventuell kann Reibung durch leichtes Lösen der Lager vermindert werden.
- Drücke die Anschlüsse fest zusammen, damit gute elektrische Verbindungen entstehen.
- Achte darauf, die Joule-Anzeige (J) vor jedem Versuch auf Null zurückzusetzen.
- Markiere eine Startlinie für den Joule-Jeep



Drehen und Losfahren

Sage zuerst voraus, wie viel Joule (J) du durch Drehen der Kurbel am Handgenerator in 60 Sekunden (s) wahrscheinlich erzeugen kannst.

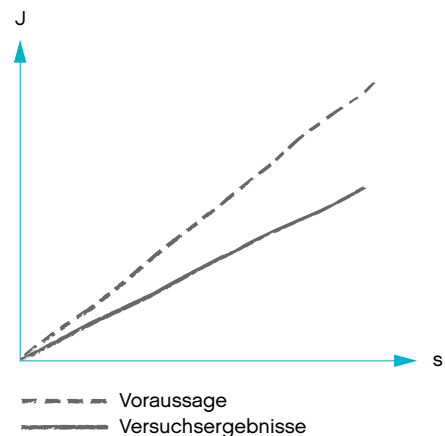
Zeichne deine Voraussage in ein Koordinatensystem wie das nebenstehende ein.

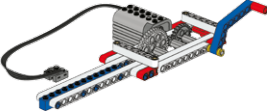
Überprüfe dann die Anzahl der erzeugten Joule in 10-Sekunden-Abständen. Lese deine Werte ab, und zeichne sie auf.

Trage deine Ergebnisse in das Koordinatensystem ein, das du bereits für deine Voraussage benutzt hast. Vergiss nicht, die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurückzusetzen.

Markiere anschließend eine Startlinie für den Joule-Jeep, und finde heraus, wie weit der Joule-Jeep mit der erzeugten Joule-Menge fahren kann.

Die Fahrstrecke meines Joule-Jeeps: _____



	10 s	20 s	30 s	40 s	50 s	60 s
Meine Voraussage	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)
Meine Versuchsergebnisse	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)

Übersetzung

(Bauanleitungsheft 1A und 1B, bis Seite 16, Schritt 1)

Baue zuerst das Getriebe des Handgenerators um. Achte darauf, wie die neue Übersetzung die Drehzahl verändert. Sage voraus, wie viel Joule (J) du durch Drehen der Kurbel am Handgenerator in 60 Sekunden (s) wahrscheinlich erzeugen kannst.

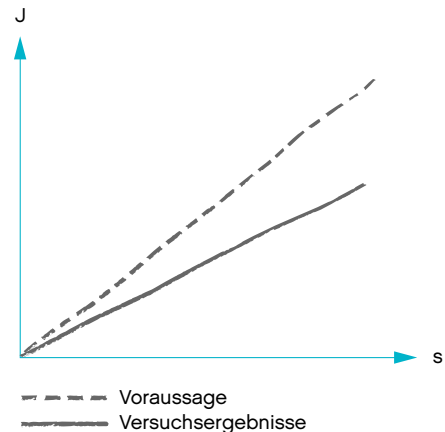
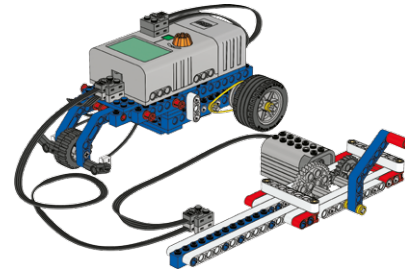
Zeichne deine Voraussage in ein Koordinatensystem wie das nebenstehende ein.

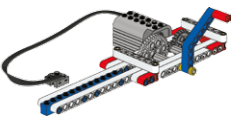
Überprüfe dann die Anzahl der erzeugten Joule in 10-Sekunden-Abständen. Lese deine Werte ab, und zeichne sie auf.

Trage deine Ergebnisse in das Koordinatensystem ein, das du bereits für deine Voraussage benutzt hast. Vergiss nicht, die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurückzusetzen.

Markiere anschließend eine Startlinie für den Joule-Jeep, und finde heraus, wie weit der Joule-Jeep mit der erzeugten Joule-Menge fahren kann.

Die Fahrstrecke meines Joule-Jeeps: _____



	10 s	20 s	30 s	40 s	50 s	60 s
Meine Voraussage	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)
Meine Versuchsergebnisse	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)

Variable Einflussgrößen

Finde mindestens drei variable Einflussgrößen, von denen die Leistung des Handgenerators und die des Joule-Jeeps abhängt. Schreibe sie auf, und erkläre die Zusammenhänge.



Die Solaranlage

Aufgaben:

- Baue die Solaranlage auf
- Sage zunächst den durchschnittlichen Spannungs- und Stromwert (Einheit V und A) der Solaranlage voraus, wenn sie senkrecht zur Lichtquelle mit einer Entfernung von 15 cm ausgerichtet wird. Vergiss nicht, die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurückzusetzen.
- Ermittle anschließend den durchschnittlichen Spannungs- und Stromwert der Solaranlage bei dieser Ausrichtung (horizontal) im Versuch. Warte vor dem Ablesen der Werte, bis sich die Anzeige am Energiemesser stabilisiert. Lese deine Werte ab, und zeichne sie auf.
- Führe nun dieselben Schritte erneut aus, während sich die Solaranlage in schräger und in vertikaler Stellung befindet.
- Finde mindestens drei variable Einflussgrößen, von denen die Leistung der Solaranlage abhängt, schreibe sie auf, und erkläre die Zusammenhänge.
- Optimierte die erkannten Einflussgrößen so, dass die Solaranlage maximale Leistung abgibt. Erkläre, welche Faktoren du veränderst hast, was dies bewirkt hat, und zeichne deine Ergebnisse auf. Schreibe deine Notizen auf dieses Arbeitsblatt, und füge eine Darstellung deines Aufbaus bei, beispielsweise eine Fotografie oder eine Skizze. Vergiss nicht, die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurückzusetzen.

Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT	Technik	AWT	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> • naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg • Technische Arbeitsmethoden • Systemgrenzen und Teilsysteme • Energieumwandlungsketten • Nutzbarmachung von Energie • Modell eines energie-technischen Systems • Wirkungsgrad und Leistung • Tabellen und Diagramme • bewerten und ggf. optimieren • Messungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Messwerte erfassen • Fehler erkennen und beseitigen • Konstruktion beurteilen und verbessern • System zur Nutzung regenerativer Energie • Energiewandlung • Technische Lösungen optimieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Energiewandlung 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimente durchführen • Messwerte erfassen • Ergebnisse protokollieren • Tabellen und Diagramme • Energie in einem technischen Prozess nutzen • Energieübertragungsketten • Aufnahme von Wärmestrahlung 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimente durchführen • Beobachtung und Erklärung unterscheiden • Energieumwandlungen • Energiespeicherung • Leistung • Wirkungsgrad • Solarmodul

Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung ●

NwT	Technik	Mathe
<ul style="list-style-type: none"> • Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip 	<ul style="list-style-type: none"> • EVA-Prinzip Getriebe 	<ul style="list-style-type: none"> • Umfang beim Kreis • Länge, Umfang • Terme • Tabellen • Graphen (Software)

Wortschatz

- Strom
- Senkrecht
- LEGO® Solarmodul
- Spannung

Erforderliches Zusatzmaterial

- Eine 60-Watt-Glühbirne, ein starker Halogenstrahler oder ein anderes Leuchtmittel, das hohe Lichtmengen im IR-Spektrum über 800 nm ausstrahlt
- Lampe mit Parabolspiegel
- Meterstab oder Maßband
- Alufolie

Themaeinführung



Solarmodule können Sonnenenergie in elektrische Energie umwandeln. Sie werden zur Energieerzeugung für große Versorgungsnetze, an Satelliten im Weltraum oder auch zur Stromversorgung abgelegener Orte und Häuser eingesetzt.

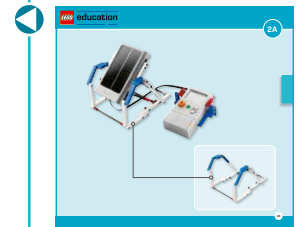
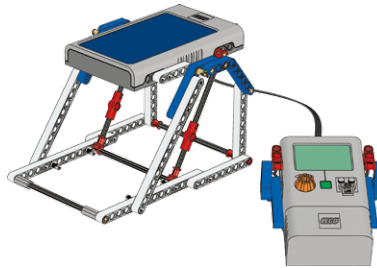
Baue nun die Solaranlage auf, und finde heraus, wie viel Elektrizität sie erzeugt.

Aufbau

Baue die Solaranlage auf

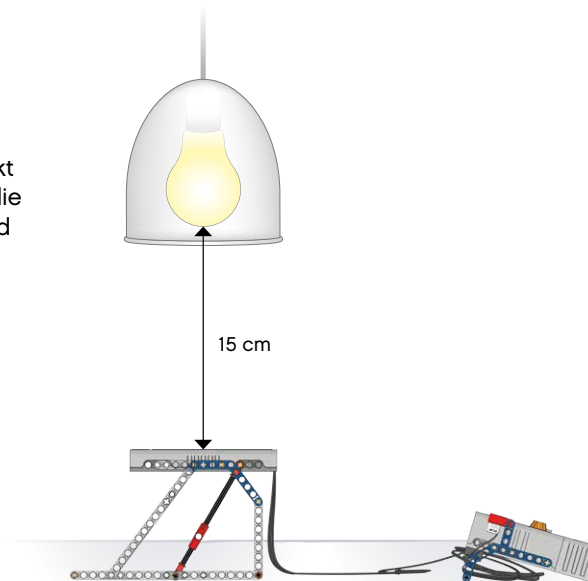
(Bauanleitungsheft 2A und 2B, bis Seite 30, Schritt 15)

- Überprüfe die Funktion des Modells. Eventuell kann Reibung durch leichtes Lösen der Lager vermindert werden.
- Drücke die Anschlüsse fest zusammen, damit gute elektrische Verbindungen entstehen.
- Achte darauf, die Joule-Anzeige (J) vor jedem Versuch auf Null zurückzusetzen.



Versuchsaufbau

- Stelle die Solaranlage 15 cm von der Lichtquelle entfernt auf.
- Verwende eine 60-Watt-Glühlampe, einen starken Halogenstrahler oder ein anderes Leuchtmittel, das hohe Lichtmengen im IR-Spektrum über 800 nm ausstrahlt.
- Stelle die Solaranlage unter dem Mittelpunkt der Lichtquelle auf. Im Idealfall überdeckt die Lampe das gesamte LEGO® Solarmodul und ist mit einem Parabolspiegel ausgestattet.
- Um den Schülern die Abstandsmessung zwischen Leuchtmittel und Solarmodul zu erleichtern, kann die Lehrkraft eine Markierung auf dem Lampenschirm anbringen, die die Mitte der Glühlampe kennzeichnet.



Achtung!

Das Solarmodul kann durch Hitze Schaden nehmen. Zwischen Solarmodul und Leuchtmittel muss mindestens ein Abstand von 8 cm eingehalten werden. Die Lehrkraft sollte die Schüler zum sorgsamen Umgang mit Glühlampen anleiten.

Beobachtung

Unterschiedliche Winkel

Bei dieser Aufgabe sollen die Schüler untersuchen, wie sich verschiedene Winkelstellungen des Solarmoduls zur Lichtquelle auf die durchschnittlichen Spannungs- und Stromwerte (gemessen in V und A) auswirken.

Lassen Sie die Schüler zunächst die Durchschnittswerte von Spannung und Strom der Solaranlage voraussagen, wenn das Modul senkrecht zur Lichtquelle (siehe nebenstehende Abbildung) ausgerichtet und 15 cm entfernt ist.

Anschließend lassen Sie die Schüler den durchschnittlichen Spannungs- und Stromwert der Solaranlage in horizontaler Lage im Versuch ermitteln. Sie sollen ihre Ergebnisse ablesen und aufzeichnen.

Achten Sie darauf, dass die Schüler vor dem Ablesen der Werte warten, bis die Anzeige am Energiemesser gleichmäßig erfolgt.

Lassen Sie die Schüler anschließend dieselbe Vorgehensweise anwenden, während sich die Solaranlage in schräger und in vertikaler Stellung zur Lichtquelle befindet (siehe nebenstehende Abbildungen).

Die Ergebnisse werden von der Lichtquelle, von der Belichtung des Raumes sowie von der Farbe der Unterlage beeinflusst, auf der die Solaranlage steht. Die Schüler werden feststellen, dass die maximale Leistung dann erreicht wird, wenn das Licht der Glühlampe senkrecht auf die Oberfläche des Solarmoduls auftrifft.

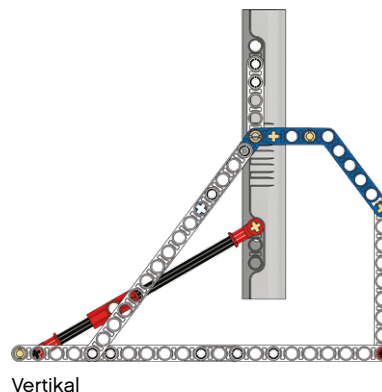
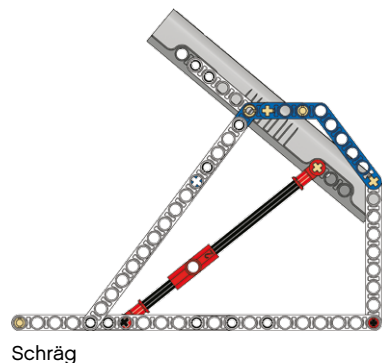
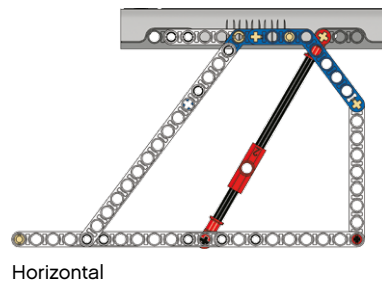
Regen Sie die Schüler dazu an, über ihre Untersuchungen nachzudenken. Fragen Sie zum Beispiel:

- Aufgrund welcher Annahmen hast du deine Voraussagen getroffen?
- Kannst du deine Ergebnisse erklären?
- Lassen die Ergebnisse ein bestimmtes Muster oder einen Zusammenhang erkennen?

Die Lichtbestrahlung ist am stärksten, wenn das Solarmodul senkrecht zur Lichtquelle ausgerichtet ist. Wenn die Stärke der Bestrahlung auf der Oberfläche des Solarmoduls abnimmt, nehmen auch die Spannung und insbesondere der Strom ab.

- Was hast du unternommen, um die wissenschaftliche Gültigkeit deiner Ergebnisse sicherzustellen?

Die Schüler müssen jeden Versuch mehrmals durchführen, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen. Die Solaranlage muss bei gleichen Versuchen immer gleich ausgerichtet und von der Lichtquelle gleich weit entfernt sein.



Hinweis
Setze die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurück.

Hinweis
Am Energiemesser müssen mindestens 2,0 V eingehen, damit auf dem Display ein Wert angezeigt werden kann.

Ausbau

Variable Einflussgrößen

Die Schüler sollen mindestens drei variable Einflussgrößen finden, von denen die Leistung der Solaranlage abhängt, diese aufschreiben und die Zusammenhänge erklären.

Als maßgebliche Faktoren könnten die Größe der lichtbestrahlten Fläche (Versuch: teilweise Abdeckung des Solarmoduls), die Eigenschaften der Lichtquelle und der Abstand zur Lichtquelle genannt werden.

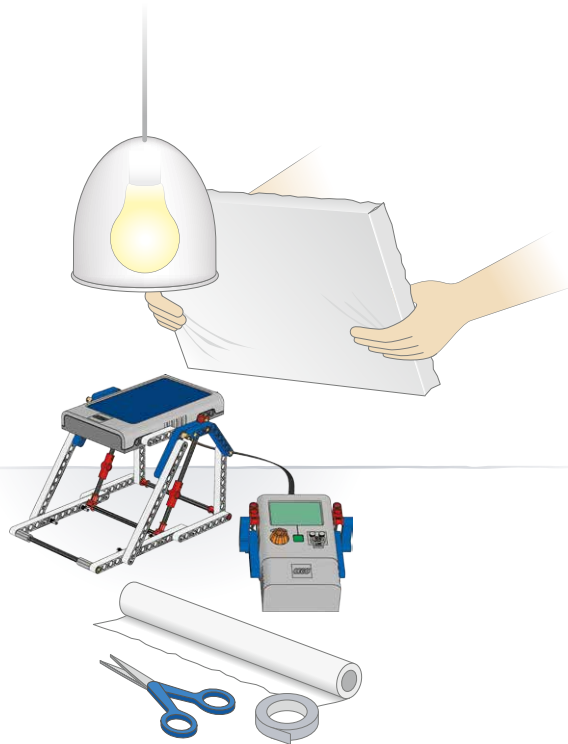
Variable Einflussgrößen optimieren

Lassen Sie die Schüler die erkannten Einflüsse der Solaranlage so optimieren, dass die erzeugte Leistung (Watt, W) maximal ausfällt. Bitten Sie die Schüler, die Ergebnisse aufzuzeichnen und zu beschreiben, welche Einflussgrößen verändert wurden.

Unsere Vorschläge: Es kann eine leistungsstärkere Lampe, ein Spiegel zur Reflexion des Lichts auf das Solarmodul und ein weiterer Spiegel unter der Station zum Zurückwerfen des Lichts verwendet werden. Als Spiegel kann der mit Alufolie umwickelte Deckel des Basissets verwendet werden.

Optional

Sie können die Schüler unterschiedliche Witterungsbedingungen und landschaftliche Voraussetzungen simulieren und ihre Auswirkung auf die Leistungsabgabe der Solaranlage überprüfen lassen. Bitten Sie die Schüler, ihre Simulationen, Versuchsaufbauten und wichtigsten Messergebnisse zu beschreiben.



Hinweis

Setze die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurück.

Hinweis

Du kannst einen bewölkten Himmel simulieren, indem du die Solaranlage mit Transparentpapier oder einem anderen lichtabsorbierenden Material überdeckst.

Die Solaranlage

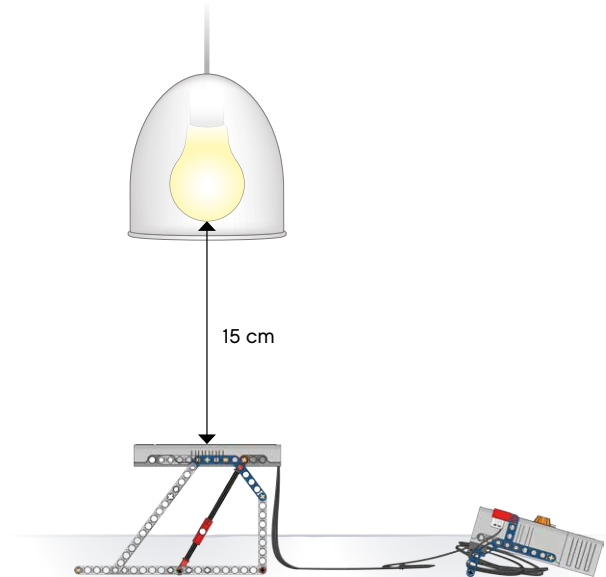
Name(n): _____

Datum, Thema: _____

Baue die Solaranlage auf

(Bauanleitungsheft 2A und 2B, bis Seite 30, Schritt 15)

- Überprüfe die Funktion des Modells. Eventuell kann Reibung durch leichtes Lösen der Lager vermindert werden.
- Drücke die Anschlüsse fest zusammen, damit gute elektrische Verbindungen entstehen.
- Achte darauf, die Joule-Anzeige (J) vor jedem Versuch auf Null zurückzusetzen.
- Stelle das LEGO® Solarmodul unter dem Mittelpunkt der Lichtquelle auf.

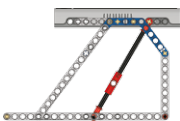
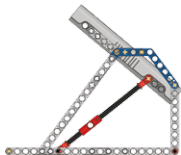
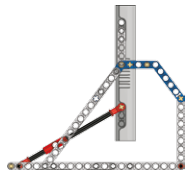


Unterschiedliche Winkel

Sage zunächst den durchschnittlichen Spannungs- und Stromwert (Einheit V und A) der Solaranlage voraus, wenn sie senkrecht zur Lichtquelle mit einer Entfernung von 15 cm ausgerichtet wird. Vergiss nicht, die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurückzusetzen.

Ermittle anschließend den durchschnittlichen Spannungs- und Stromwert der Solaranlage bei dieser Ausrichtung (horizontal) im Versuch. Warte vor dem Ablesen der Werte, bis sich die Anzeige am Energiemesser stabilisiert. Lese deine Werte ab, und zeichne sie auf.

Führe nun dieselben Schritte erneut aus, während sich die Solaranlage in schräger und in vertikaler Stellung befindet.

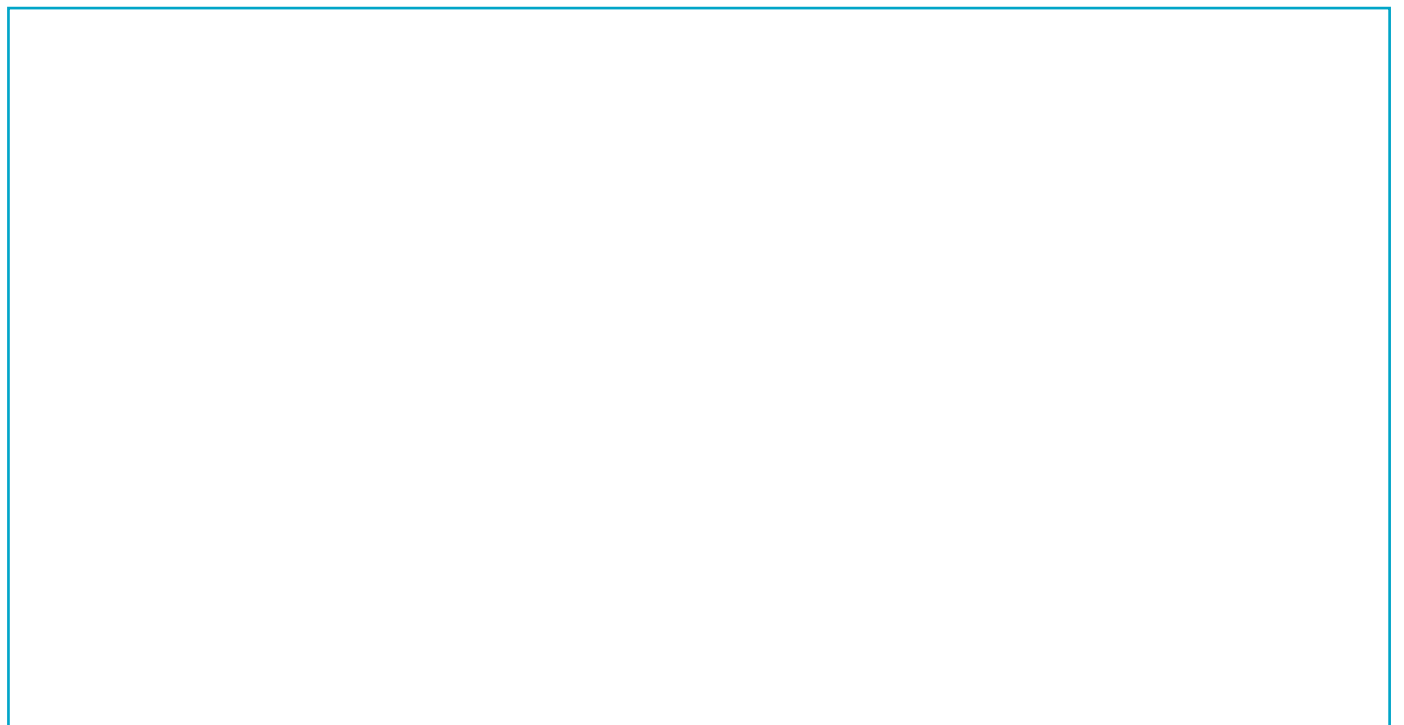
	 Horizontal	 Schräg	 Vertikal
Meine Voraussage für V	(V)	(V)	(V)
Meine Voraussage für A	(A)	(A)	(A)
Mein Durchschnittswert für V	(V)	(V)	(V)
Mein Durchschnittswert für A	(A)	(A)	(A)

Variable Einflussgrößen

Finde mindestens drei variable Einflussgrößen, von denen die Leistung der Solaranlage abhängt, schreibe sie auf, und erkläre die Zusammenhänge.

Variable Einflussgrößen optimieren

Optimiere die erkannten Einflussgrößen so, dass die Solaranlage maximale Leistung abgibt. Erkläre, welche Faktoren du veränderst hast, was dies bewirkt hat, und zeichne deine Ergebnisse auf. Schreibe deine Notizen auf dieses Arbeitsblatt, und füge eine Darstellung deines Aufbaus bei, beispielsweise eine Fotografie oder eine Skizze. Vergiss nicht, die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurückzusetzen.





Die Windkraftanlage

Aufgaben:

- Baue die Windkraftanlage auf.
- Sage zunächst die Spannung (Einheit V) und die Leistung (Einheit W) voraus, die die Windkraftanlage bei einem Abstand von 30 cm erzeugt.
- Überprüfe deine Prognose anschließend im Versuch. Lese die abgegebene Durchschnittsspannung und Durchschnittsleistung der Windkraftanlage ab. Lese deine Werte ab, und zeichne sie auf. Vergiss nicht, die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurückzusetzen.
- Nun schaltest du den Ventilator ab und verkürzt den Abstand auf 15 cm. Dann werden die Schritte wiederholt.
- Schalte den Ventilator aus, und entferne an der Windkraftanlage drei Rotorblätter.
- Sage zunächst die Spannung (Einheit V) und die Leistung (Einheit W) voraus, die die Windkraftanlage bei einem Abstand von 30 cm erzeugt.
- Überprüfe deine Prognose anschließend im Versuch. Lese die abgegebene Durchschnittsspannung und Durchschnittsleistung der Windkraftanlage ab.
- Lese deine Werte ab, und zeichne sie auf. Vergiss nicht, die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurückzusetzen.
- Nun schaltest du den Ventilator ab und verkürzt den Abstand auf 15 cm.
- Dann werden die Schritte wiederholt.
- Finde mindestens drei variable Einflussgrößen, von denen die Leistung der Windkraftanlage abhängt, schreibe sie auf,
- und erkläre die Zusammenhänge.

Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT	Technik	AWT	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none">• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg• Technische Arbeitsmethoden• Systemgrenzen und Teilsysteme• Energieumwandlungsketten• Nutzbarmachung von Energie• Modell eines energietechnischen Systems• Wirkungsgrad und Leistung• Objekt mit Antrieb konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen• Tabellen bewerten und ggf. optimieren• Messungen	<ul style="list-style-type: none">• Messwerte erfassen• Fehler erkennen und beseitigen• Konstruktion beurteilen und verbessern• System zur Nutzung regenerativer Energie• Energiewandlung• Technische Lösungen optimieren	<ul style="list-style-type: none">• Energiewandlung	<ul style="list-style-type: none">• Experimente durchführen• Messwerte erfassen• Ergebnisse protokollieren• Tabellen• Energie in einem technischen Prozess nutzen• Energieübertragungsketten	<ul style="list-style-type: none">• Experimente durchführen• Beobachtung und Erklärung unterscheiden• Energieumwandlungen• Energiespeicherung• Leistung• Wirkungsgrad

Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung

NwT	Technik	Physik	Mathe
<ul style="list-style-type: none"> •Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip •Kräfte •Geschwindigkeitsänderungen 	<ul style="list-style-type: none"> •EVA-Prinzip Ansteuerungen von Aktoren •Getriebe 	<ul style="list-style-type: none"> •Bewegungen •Bewegungs-, Geschwindigkeits-, Energieänderungen •Arbeit 	<ul style="list-style-type: none"> •Umfang beim Kreis •Länge, Umfang •Terme •Tabellen •Graphen (Software)

Wortschatz

- Wirkungsgrad
- Leistung
- Spannung
- Wattzahl

Erforderliches Zusatzmaterial

- Klebeband
- Ventilator mit mindestens 40 W Leistung
- Meterstab oder Maßband

Themaeinführung



Windkraftanlagen können die kinetische Energie des Windes in elektrische Energie umwandeln. Sie werden zur Stromerzeugung für große Versorgungsnetze und an abgelegenen Orten eingesetzt, z. B. auf Bauernhöfen.

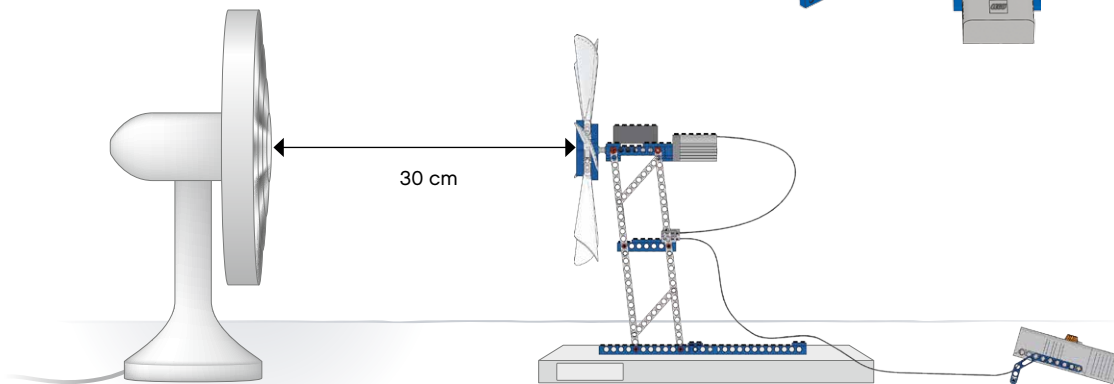
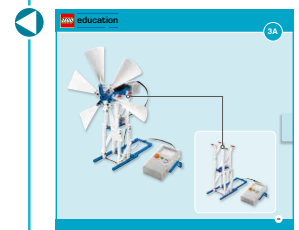
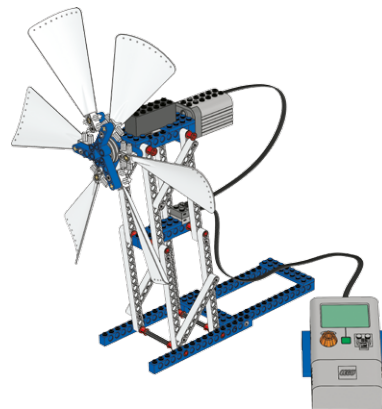
Baue nun die Windkraftanlage auf, und finde heraus, wie viel Strom erzeugt.

Aufbau

Baue die Windkraftanlage auf

(Bauanleitungsheft 3A und 3B, bis Seite 43, Schritt 18)

- Überprüfe die Funktion des Modells. Eventuell kann Reibung durch leichtes Lösen der Lager vermindert werden.
- Drücke die Anschlüsse fest zusammen, damit gute elektrische Verbindungen entstehen.
- Achte darauf, die Joule-Anzeige (J) vor jedem Versuch auf Null zurückzusetzen.



Versuchsaufbau

- Richte die Mitte des Ventilators auf die Mitte der Windkraftanlage, und lasse zwischen beiden 30 cm Abstand.
- Stelle am Ventilator eine Leistungsstufe ein, die die Windkraftanlage mit einer geeigneten Geschwindigkeit laufen lässt, so dass der Energiemesser mehr als 2,0 V Eingangsspannung anzeigt. Der Ventilator muss mindestens 40 W Leistung haben.
- Die optimale Einstellung und Position findest du, wenn du beim Aufstellen auf die Messwerte des Energiemessers achtest.
- Die Standsicherheit der Windkraftanlage spielt eine wichtige Rolle und kann mit Klebeband oder Büchern erhöht werden.
- Falls erforderlich, können die Schüler den Rotor zum Start leicht andrehen.

Achtung!

Ventilatoren können gefährlich sein. Die Lehrkraft sollte die Schüler zum sorgsamem Umgang mit dem Ventilator anleiten. Wenn die Anzahl der Rotorblätter während der Versuchsreihen verändert wird, muss der Ventilator abgeschaltet werden.

Beobachtung

Sechs Rotorblätter und verschiedene Entfernungen

Bei dieser Aufgabe sollen die Schüler die Leistung der Windkraftanlage in verschiedenen Positionen testen, die Messwerte ablesen und dann die durchschnittlich erzeugte Spannung (Einheit V) und die durchschnittlich erzeugte Leistung (Einheit W) aufzeichnen.

Lassen Sie die Schüler zunächst eine Voraussage über die Spannung und die Leistung treffen, welche die Windkraftanlage bei einem Abstand von 30 cm abgibt.

Anschließend lassen Sie die Schüler ihre Prognose im Versuch überprüfen. Sie sollen die abgegebene Durchschnittsspannung und Durchschnittsleistung der Windkraftanlage ablesen. Lassen Sie die Schüler ihre Ergebnisse ablesen und aufzeichnen.

Anschließend sollen die Schüler den Ventilator abschalten und den Abstand auf 15 cm verringern. Dann werden die Schritte wiederholt.

Die Ergebnisse werden unterschiedlich ausfallen. Die Schüler werden feststellen, dass die Leistung zunimmt, wenn sich die Windkraftanlage näher an der „Windquelle“ befindet.

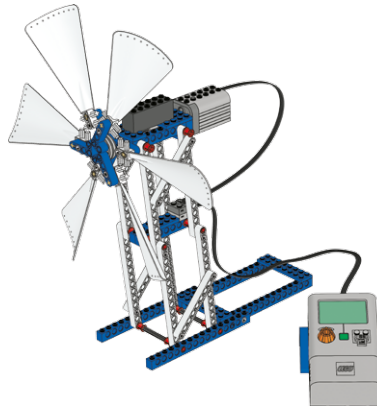
Regen Sie die Schüler dazu an, über ihre Untersuchungen nachzudenken. Fragen Sie zum Beispiel:

- Aufgrund welcher Annahmen hast du deine Voraussagen getroffen?
- Kannst du deine Ergebnisse erklären?
- Lassen die Ergebnisse ein bestimmtes Muster oder einen Zusammenhang erkennen?

Je näher sich die Windkraftanlage am Ventilator befindet, desto mehr Leistung gibt sie ab.

- Was hast du unternommen, um die wissenschaftliche Gültigkeit deiner Ergebnisse sicherzustellen?

Die Schüler müssen jeden Versuch mehrmals durchführen, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen. Die Windkraftanlage muss bei gleichen Versuchen immer gleich ausgerichtet und vom Ventilator gleich weit entfernt sein.



Schon gewusst?

Die Rotorblätter einer Windkraftanlage können sich um eine horizontale oder um eine vertikale Achse drehen. Meistens werden Windkraftanlagen mit „horizontaler Rotationsachse“ eingesetzt.

Hinweis

Setze die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurück.

Ausbau

Drei Rotorblätter und verschiedene Entfernungen

(Bauanleitungshft 3A und 3B, bis Seite 44, Schritt 1)

Bei dieser Aufgabe sollen die Schüler die Leistung der Windkraftanlage in verschiedenen Positionen testen, die Messwerte ablesen und dann die durchschnittlich erzeugte Spannung (Einheit V) und die durchschnittlich erzeugte Leistung (Einheit W) aufzeichnen.

Lassen Sie die Schüler zunächst eine Voraussage über die Spannung und die Leistung treffen, welche die Windkraftanlage bei einem Abstand von 30 cm abgibt.

Anschließend lassen Sie die Schüler ihre Prognose im Versuch überprüfen. Sie sollen die abgegebene Durchschnittsspannung und Durchschnittsleistung der Windkraftanlage ablesen. Lassen Sie die Schüler ihre Ergebnisse ablesen und aufzeichnen.

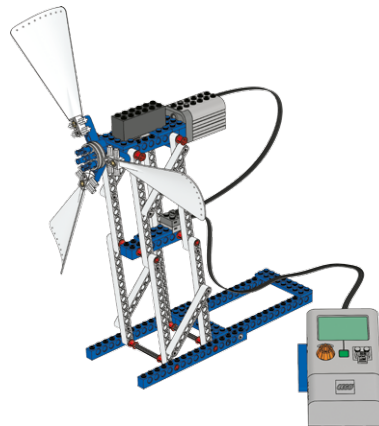
Anschließend sollen die Schüler den Ventilator abschalten und den Abstand auf 15 cm verringern. Dann werden die Schritte wiederholt.

Die Ergebnisse werden unterschiedlich ausfallen. Die Schüler werden feststellen, dass die Leistung zunimmt, wenn sich die Windkraftanlage näher an der „Windquelle“ befindet. Sie werden außerdem zu dem Ergebnis gelangen, dass Windkraftanlagen mit sechs Rotorblättern mehr Leistung erzielen.

Variable Einflussgrößen

Die Schüler sollen mindestens drei variable Einflussgrößen finden, von denen die Leistung der Windkraftanlage abhängt, diese aufschreiben und die Zusammenhänge erklären.

Als maßgebliche Faktoren könnten die Anzahl der Rotorblätter, der Winkel zwischen Ventilator und Windkraftanlage und die Stärke des Windes genannt werden. Der Wirkungsgrad des Generators spielt für die Gesamteffizienz der Windkraftanlage eine wichtige Rolle.



Hinweis

Weisen Sie die Schüler an, vor der Änderung der Rotorblattanzahl den Ventilator abzuschalten.

Hinweis

Setze die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurück.

Optional

Lassen Sie die Schüler verschiedene landschaftliche Rahmenbedingungen simulieren und untersuchen, ob dabei die Leistungsfähigkeit der Windkraftanlage vermindert oder erhöht wird. Dazu kann beispielsweise ein Buch zwischen Ventilator und Windkraftanlage aufgestellt werden.

Lassen Sie die Schüler ihre Simulationen, ihre Versuchsaufbauten und ihre wichtigsten Messergebnisse beschreiben, z. B. die Entfernung zwischen Ventilator und Windkraftanlage oder die Aufbauhöhe.

Die Windkraftanlage

Name(n): _____

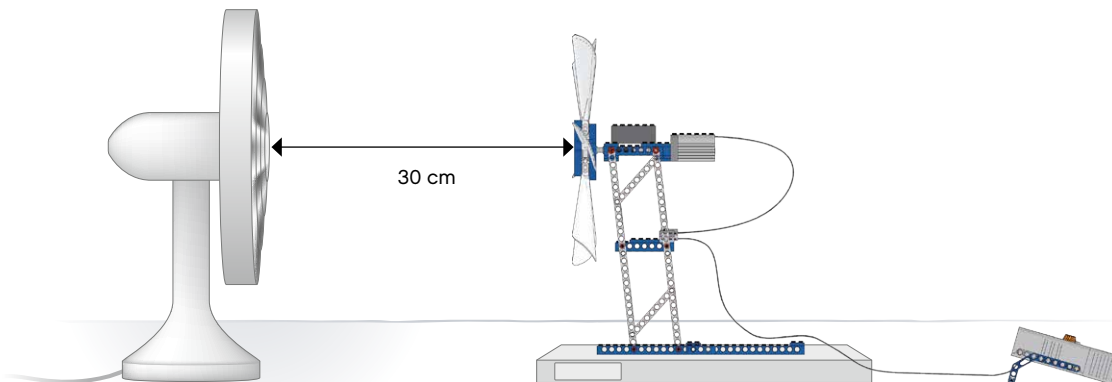
Datum, Thema: _____

Baue die Windkraftanlage auf

(Bauanleitungsheft 3A und 3B, bis Seite 43, Schritt 18)

- Überprüfe die Funktion des Modells. Eventuell kann Reibung durch leichtes Lösen der Lager vermindert werden.
- Drücke die Anschlüsse fest zusammen, damit gute elektrische Verbindungen entstehen.
- Achte darauf, die Joule-Anzeige (J) vor jedem Versuch auf Null zurückzusetzen.

- Richte die Mitte des Ventilators und die Mitte der Windkraftanlage aufeinander aus.
- Stelle am Ventilator eine Leistungsstufe ein, die die Windkraftanlage mit einer geeigneten Geschwindigkeit laufen lässt, so dass der Energiemesser mehr als 2,0 V Eingangsspannung anzeigt.
- Falls erforderlich, kannst du den Rotor zum Start leicht andrehen.

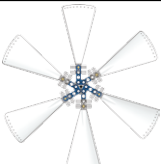


Sechs Rotorblätter mit verschiedenen Entfernungen

Sage zunächst die Spannung (Einheit V) und die Leistung (Einheit W) voraus, die die Windkraftanlage bei einem Abstand von 30 cm erzeugt.

Überprüfe deine Prognose anschließend im Versuch. Lese die abgegebene Durchschnittsspannung und Durchschnittsleistung der Windkraftanlage ab. Lese deine Werte ab, und zeichne sie auf. Vergiss nicht, die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurückzusetzen.

Nun schaltest du den Ventilator ab und verkürzt den Abstand auf 15 cm. Dann werden die Schritte wiederholt.

	30 cm		15 cm	
	(V)	(W)	(V)	(W)
Meine Voraussage				
Meine Durchschnittswerte				

Drei Rotorblätter mit verschiedenen Entfernungen

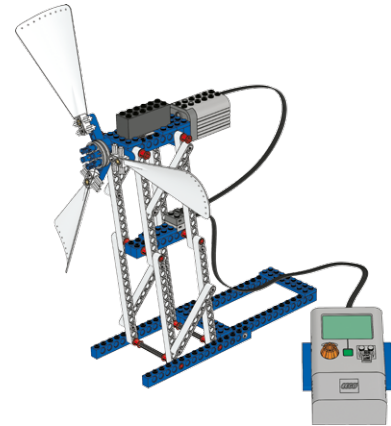
(Bauanleitungsheft 3A und 3B, bis Seite 44, Schritt 1)

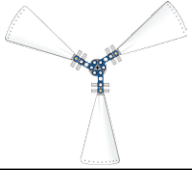
Schalte den Ventilator aus, und entferne an der Windkraftanlage drei Rotorblätter.

Sage zunächst die Spannung (Einheit V) und die Leistung (Einheit W) voraus, die die Windkraftanlage bei einem Abstand von 30 cm erzeugt.

Überprüfe deine Prognose anschließend im Versuch. Lese die abgegebene Durchschnittsspannung und Durchschnittsleistung der Windkraftanlage ab. Lese deine Werte ab, und zeichne sie auf. Vergiss nicht, die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurückzusetzen.

Nun schaltest du den Ventilator ab und verkürzt den Abstand auf 15 cm. Dann werden die Schritte wiederholt.



	30 cm		15 cm	
	(V)	(W)	(V)	(W)
Meine Voraussage				
Meine Durchschnittswerte				

Variable Einflussgrößen

Finde mindestens drei variable Einflussgrößen, von denen die Leistung der Windkraftanlage abhängt, schreibe sie auf, und erkläre die Zusammenhänge.



Die Wasserturbine

Aufgaben:

- Baue die Wasserturbine auf.
- Sage zuerst voraus, wie viel Joule die Wasserturbine in 120 Sekunden erzeugen kann und wie hoch die Werte in 20-Sekunden-Abständen sein werden.
- Zeichne deine Voraussage in ein Koordinatensystem wie das nebenstehende ein.
- Überprüfe anschließend im Versuch, wie viel Joule die Turbine tatsächlich in 120 Sekunden erzeugen kann.
- Lese deine Werte in 20-Sekunden-Abständen ab, und zeichne sie auf.
- Trage deine Ergebnisse in das Koordinatensystem ein, das du bereits für deine Voraussage benutzt hast. Vergiss nicht, die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurückzusetzen.
- Verändere die Anzahl der Leitschaufeln an der Wasserturbine: Entferne drei Leitschaufeln, und führe dieselbe Versuchsreihe noch einmal durch. Achte darauf, denselben Wasserdruck wie zuvor anzuwenden.
- Sage zuerst voraus, wie viel Joule die Wasserturbine in 120 Sekunden erzeugen kann und wie hoch die Werte in 20-Sekunden-Abständen sein werden.
- Zeichne deine Voraussage in ein Koordinatensystem wie das nebenstehende ein.
- Überprüfe anschließend im Versuch, wie viel Joule die Turbine tatsächlich in 120 Sekunden erzeugen kann.
- Lese deine Werte in 20-Sekunden-Abständen ab, und zeichne sie auf.
- Trage deine Ergebnisse in das Koordinatensystem ein, das du bereits für deine Voraussage benutzt hast. Vergiss nicht, die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurückzusetzen.
- Finde mindestens drei variable Einflussgrößen, von denen die Leistung der Wasserturbine abhängt, schreibe sie auf, und erkläre die Zusammenhänge.

Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT	Technik	AWT	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none">• naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg• Technische Arbeitsmethoden• Systemgrenzen und Teilsysteme• Energieumwandlungsketten• Nutzbarmachung von Energie• Modell eines energie-technischen Systems• Wirkungsgrad und Leistung• Arbeit• Objekt mit Antrieb konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen• Tabellen und Diagramme• bewerten und ggf. optimieren• Messungen	<ul style="list-style-type: none">• Messwerte erfassen• Fehler erkennen und beseitigen• Konstruktion beurteilen und verbessern• System zur Nutzung regenerativer Energie• Energiewandlung• Technische Lösungen optimieren	<ul style="list-style-type: none">• Energiewandlung	<ul style="list-style-type: none">• Experimente durchführen• Messwerte erfassen• Ergebnisse protokollieren• Tabellen und Diagramme• Energie in einem technischen Prozess nutzen• Energieübertragungsketten	<ul style="list-style-type: none">• Experimente durchführen• Beobachtung und Erklärung unterscheiden• Energieumwandlungen• Energiespeicherung• Leistung• Wirkungsgrad

Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung

NwT	Technik	Physik	Mathe
<ul style="list-style-type: none"> •Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip •Kräfte •Geschwindigkeitsänderungen 	<ul style="list-style-type: none"> •EVA-Prinzip Ansteuerungen von Aktoren •Getriebe 	<ul style="list-style-type: none"> •Bewegungen •Bewegungs-, Geschwindigkeits-, Energieänderungen •Arbeit 	<ul style="list-style-type: none"> •Umfang beim Kreis •Länge, Umfang •Terme •Tabellen •Graphen (Software)

Wortschatz

- Joule
- Wasserdruck

Erforderliches Zusatzmaterial

- Klebeband
- Genügend Wasserdruck für einen Eingangswert von mindestens 2,0 V am Energiemesser
- Diagrammpapier
- Stoppuhr oder Uhr
- Geschirrtücher oder Küchenpapier zum Abtrocknen der LEGO® Steine

Themaeinführung



Wasserturbinen können die kinetische Energie von bewegtem Wasser in elektrische Energie umwandeln. Sie werden zur Energieerzeugung für große Versorgungsnetze sowie zur Stromversorgung abgelegener Orte und alleinstehender Häuser eingesetzt.

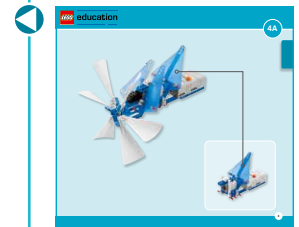
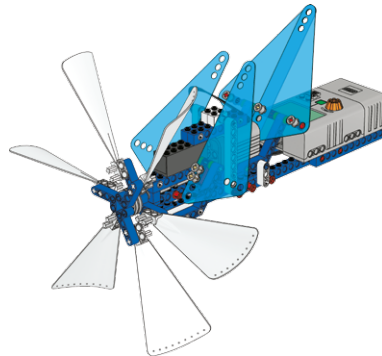
Baue nun die Wasserturbine auf, und finde heraus, wie sie Strom erzeugt.

Aufbau

Baue die Wasserturbine auf

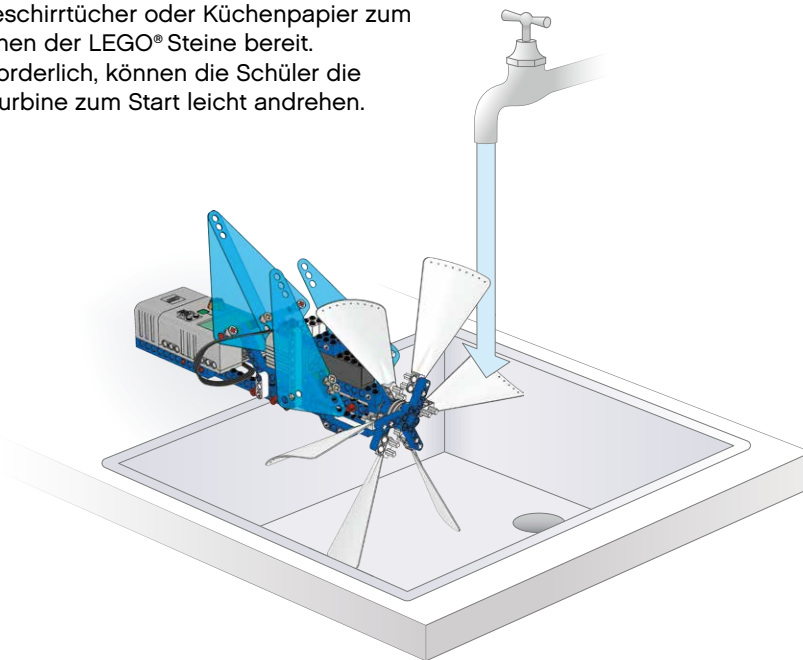
(Bauanleitungsheft 4A und 4B, bis Seite 20, Schritt 30)

- Überprüfe die Funktion des Modells. Eventuell kann Reibung durch leichtes Lösen der Lager vermindert werden.
- Drücke die Anschlüsse fest zusammen, damit gute elektrische Verbindungen entstehen.
- Achte darauf, die Joule-Anzeige vor dem Test auf Null zurückzusetzen.



Versuchsaufbau

- Positioniere die Wasserturbine in einer geeigneten Entfernung vom Ausgang des Wasserhahns.
- Wähle einen geeigneten, gleichmäßigen Wasserdruck, bei dem der Energiemesser mindestens 2,0 V Eingangsspannung anzeigt.
- Die optimale Einstellung und Position findest du, wenn du beim Einstellen auf die Messwerte des Energiemessers achtest.
- Wenn du den richtigen Druck gefunden hast, markiere die Wasserhahnstellung mit Klebeband.
- Lege Geschirrtücher oder Küchenpapier zum Abtrocknen der LEGO® Steine bereit.
- Falls erforderlich, können die Schüler die Wasserturbine zum Start leicht andrehen.



Achtung!

Energiemesser und Elektromotor müssen so gut wie möglich vor Spritzwasser geschützt werden, denn sie sind nicht wasserdicht. Eventuell können diese Komponenten durch eine Plastiktüte oder Plastikfolie zusätzlich geschützt werden.

Beobachtung

Joule speichern

Bei dieser Aufgabe sollen die Schüler herausfinden, wie viel Joule (J) die Wasserturbine in 120 Sekunden erzeugen kann.

Lassen Sie die Schüler zunächst voraussagen, wie viel Joule die Wasserturbine in 120 Sekunden erzeugen kann und Werte für 20-Sekunden-Abstände nennen.

Dann sollen die Schüler ihre Voraussage darüber, wie viel Joule die Wasserturbine in 120 Sekunden und in 20-Sekunden-Abständen erzeugen kann, in ein Koordinatensystem einzeichnen.

Danach können die Schüler im Versuch überprüfen, wie viel Joule die Turbine tatsächlich in 120 Sekunden erzeugen kann. Sie sollen ihre Werte in 20-Sekunden-Abständen ablesen und notieren. Anschließend können sie ihre Ergebnisse in das gleiche Koordinatensystem eintragen, das sie zuvor für ihre Voraussage verwendet haben.

Sorgen Sie dafür, dass die Schüler die Wasserturbine vor Beginn der Messungen eine Zeit lang laufen lassen, damit diese Geschwindigkeit aufnimmt.

Die Ergebnisse werden je nach Wasserdruck unterschiedlich ausfallen. Allerdings werden die Schüler feststellen, dass die Joule-Anzahl proportional zu Wasserdruck und Versuchslaufzeit ist.

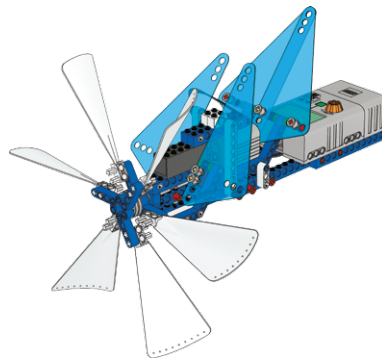
Regen Sie die Schüler dazu an, über ihre Untersuchungen nachzudenken. Fragen Sie zum Beispiel:

- Aufgrund welcher Annahmen hast du deine Voraussagen getroffen?
- Kannst du deine Ergebnisse erklären?
- Lassen die Ergebnisse ein bestimmtes Muster oder einen Zusammenhang erkennen?

Die Anzahl der erzeugten Joule ist proportional zum Wasserdruck und zur Laufzeit.

- Was hast du unternommen, um die wissenschaftliche Gültigkeit deiner Ergebnisse sicherzustellen?

Die Schüler müssen jeden Versuch mehrmals durchführen, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen. Sie müssen darauf achten, dass die Turbine immer in der gleichen Drehrichtung läuft, dass das Wasser die Turbinenschaufeln stets an derselben Stelle trifft und dass die Wasserturbine stets in der gleichen Position und gleich weit vom Wasserhahn entfernt bleibt.



Hinweis

Der Energiemesser muss als Eingangswert mehr als 2,0 V anzeigen.

Hinweis

Setze die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurück.

Ausbau

Anzahl der Turbinenschaufeln ändern

Bei dieser Aufgabe sollen die Schüler herausfinden, wie viel Joule (J) die Wasserturbine mit lediglich drei Turbinenschaufeln in 120 Sekunden erzeugen kann.

Lassen Sie die Schüler zunächst voraussagen, wie viel Joule die Wasserturbine in 120 Sekunden erzeugen kann und Werte für 20-Sekunden-Abstände nennen.

Dann sollen die Schüler ihre Voraussage darüber, wie viel Joule die Wasserturbine in 120 Sekunden und in 20-Sekunden-Abständen erzeugen kann, in ein Koordinatensystem einzeichnen.

Danach können die Schüler im Versuch überprüfen, wie viel Joule die Turbine tatsächlich in 120 Sekunden erzeugen kann. Sie sollen ihre Werte in 20-Sekunden-Abständen ablesen und notieren. Anschließend können sie ihre Ergebnisse in das gleiche Koordinatensystem eintragen, das sie zuvor für ihre Voraussage verwendet haben.

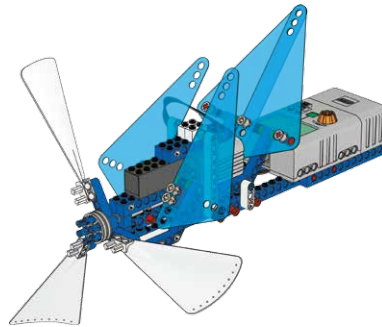
Sorgen Sie dafür, dass die Schüler die Wasserturbine vor Beginn der Messungen eine Zeit lang laufen lassen, damit diese Geschwindigkeit aufnimmt.

Die Ergebnisse werden je nach Wasserdruck unterschiedlich ausfallen. Allerdings werden die Schüler feststellen, dass die Joule-Anzahl proportional zu Wasserdruck und Versuchslaufzeit ist. Darüber hinaus werden die Schüler merken, dass die Wasserturbine mit nur drei Schaufeln weniger Joule generiert.

Variable Einflussgrößen

Die Schüler sollen mindestens drei variable Einflussgrößen finden, aufschreiben und erklären, von denen die Leistung der Wasserturbine abhängt.

Als maßgebliche Faktoren könnten der Durchmesser der Wasserturbine, die Fläche und Anzahl der Leitschaufeln, der Winkel und die Position, in der das Wasser auf die Schaufeln trifft, und die Stärke des Wasserflusses genannt werden.



Schon gewusst?

Die Leistung einer Wasserturbine hängt von drei Größen ab: die Fallhöhe des Wassers bis zur Turbine, das Durchflussvolumen und die Erdschwererebeschleunigung.

Hinweis

Setze die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurück, und wende stets denselben Wasserdruck an.

Die Wasserturbine

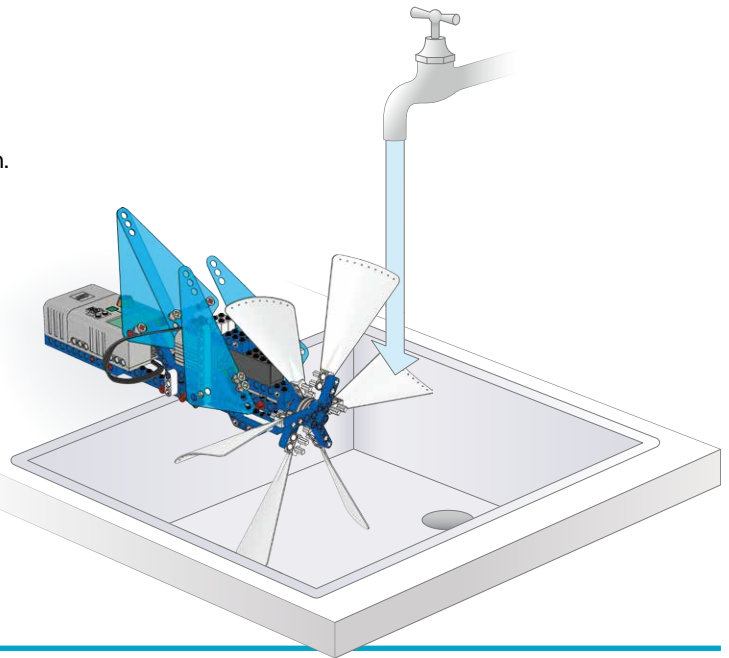
Name(n): _____

Datum, Thema: _____

Baue die Wasserturbine auf

(Bauanleitungsheft 4A und 4B, bis Seite 20, Schritt 30)

- Überprüfe die Funktion des Modells. Eventuell kann Reibung durch leichtes Lösen der Lager vermindert werden.
- Drücke die Anschlüsse fest zusammen, damit gute elektrische Verbindungen entstehen.
- Achte darauf, die Joule-Anzeige (J) vor jedem Versuch auf Null zurückzusetzen.
- Wähle einen geeigneten, gleichmäßigen Wasserdruck, bei dem der Energiemesser mindestens 2,0 V Eingangsspannung anzeigt.
- Wenn du den richtigen Druck gefunden hast, markiere die Wasserhahnstellung mit Klebeband.
- Falls erforderlich, kannst du die Leitschaufeln zum Start leicht andrehen.

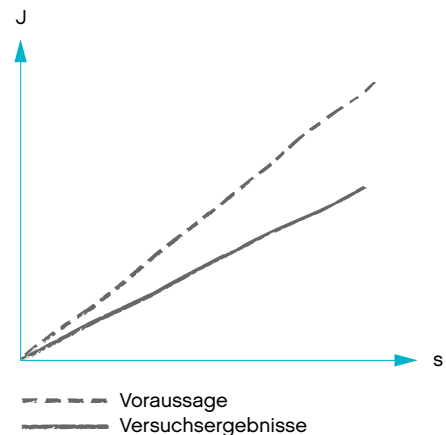


Joule speichern

Sage zuerst voraus, wie viel Joule die Wasserturbine in 120 Sekunden erzeugen kann und wie hoch die Werte in 20-Sekunden-Abständen sein werden.

Zeichne deine Voraussage in ein Koordinatensystem wie das nebenstehende ein.

Überprüfe anschließend im Versuch, wie viel Joule die Turbine tatsächlich in 120 Sekunden erzeugen kann. Lese deine Werte in 20-Sekunden-Abständen ab, und zeichne sie auf. Trage deine Ergebnisse in das Koordinatensystem ein, das du bereits für deine Voraussage benutzt hast. Vergiss nicht, die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurückzusetzen.



	20 s	40 s	60 s	80 s	100 s	120 s
Meine Voraussage	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)
Meine Versuchsergebnisse	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)

Anzahl der Turbinenschaufeln ändern

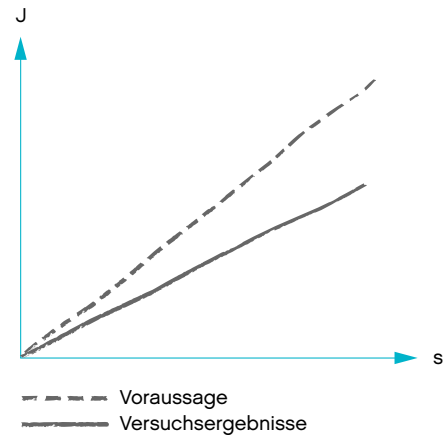
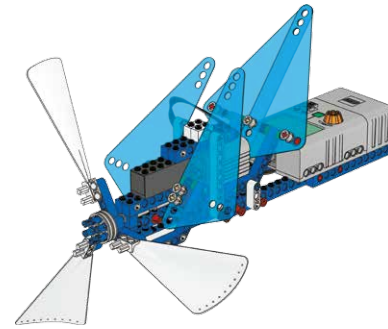
(Bauanleitungsheft 4A und 4B, bis Seite 22, Schritt 2)


Verändere die Anzahl der Leitschaufeln an der Wasserturbine: Entferne drei Leitschaufeln, und führe dieselbe Versuchsreihe noch einmal durch. Achte darauf, denselben Wasserdruck wie zuvor anzuwenden.

Sage zuerst voraus, wie viel Joule die Wasserturbine in 120 Sekunden erzeugen kann und wie hoch die Werte in 20-Sekunden-Abständen sein werden.

Zeichne deine Voraussage in ein Koordinatensystem wie das nebenstehende ein.

Überprüfe anschließend im Versuch, wie viel Joule die Turbine tatsächlich in 120 Sekunden erzeugen kann. Lese deine Werte in 20-Sekunden-Abständen ab, und zeichne sie auf. Trage deine Ergebnisse in das Koordinatensystem ein, das du bereits für deine Voraussage benutzt hast. Vergiss nicht, die Energiemessung vor jedem neuen Versuch zurückzusetzen.



	20 s	40 s	60 s	80 s	100 s	120 s
Meine Voraussage	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)
Meine Versuchsergebnisse	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)	(J)

Variable Einflussgrößen

Finde mindestens drei variable Einflussgrößen, von denen die Leistung der Wasserturbine abhängt, schreibe sie auf, und erkläre die Zusammenhänge.



Das Solarauto

Aufgaben:

- Baue das Solarauto auf
- Sage zuerst voraus, mit welcher Geschwindigkeit das Solarauto die Strecke zurücklegt, wenn die Untersetzung 5:1 beträgt. Anschließend ermittelst du die Geschwindigkeit des Solarautos im Versuch. Mit der folgenden Formel wird die Geschwindigkeit (Meter pro Sekunde, m/s) aus dem zurückgelegten Weg (in Meter) und der Fahrzeit (in Sekunden) berechnet: $\text{Zurückgelegter Weg} : \text{Geschwindigkeit} = \text{Benötigte Zeit}$
- Baue nun das Solarauto um, treffe wieder deine Voraussage, und führe anschließend den Versuch durch. Das Solarauto hat nun eine Untersetzung von 3:1.
- Sage zunächst voraus, mit welcher Geschwindigkeit das Solarauto auf der Strecke fährt, wenn die Untersetzung 3:1 beträgt und am Fahrzeug drei gleich kleine Räder verbaut sind.
- Anschließend führst du den Versuch durch, und berechnest die Geschwindigkeit des umgebauten Solarautos.
- Nun vergleichst du die aktuellen Versuchsergebnisse mit den Ergebnissen, die du bei einer Untersetzung von 3:1 und großen Hinterrädern erhalten hast. Trage deine Ergebnisse in die nachfolgende Tabelle ein.
- Sieh dir deine Ergebnisse genau an, und vergleiche sie. Ziehe einen Schluss daraus, und schreibe ihn auf.
- Finde mindestens drei variable Einflussgrößen, von denen die Leistung des Solarautos abhängt, schreibe sie auf, und erkläre die Zusammenhänge.

Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT	Technik	AWT	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> • naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg • Technische Arbeitsmethoden • Systemgrenzen und Teilsysteme • Energieumwandlungsketten • Nutzbarmachung von Energie • Modell eines energie-technischen Systems • Wirkungsgrad und Leistung • Geschwindigkeit • Übersetzungen (Getriebe) • Objekt mit Antrieb konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen • Tabellen • bewerten und ggf. optimieren • Messungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Messwerte erfassen • Fehler erkennen und beseitigen • Konstruktion beurteilen und verbessern • System zur Nutzung regenerativer Energie • Energiewandlung • Technische Lösungen optimieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Energiewandlung 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimente durchführen • Messwerte erfassen • Ergebnisse protokollieren • Tabellen • Energie in einem technischen Prozess nutzen • Energieübertragungsketten • Aufnahme von Wärmestrahlung 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimente durchführen • Beobachtung und Erklärung unterscheiden • Geschwindigkeit • Kräfte (Bewegungs-, Geschwindigkeits-, Energieänderungen) • Energieumwandlungen • Energiespeicherung • Leistung • Wirkungsgrad • Solarmodul

Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung

NwT	Technik	Physik	Mathe
<ul style="list-style-type: none"> •Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip •Kräfte 	<ul style="list-style-type: none"> •EVA-Prinzip Ansteuerungen von Aktoren •Getriebe 	<ul style="list-style-type: none"> •Getriebe 	<ul style="list-style-type: none"> •Umfang beim Kreis •Länge, Umfang •Terme •Formeln •Tabellen •Graphen (Software)

Wortschatz

- Wirkungsgrad
- LEGO® Solarmodul
- Geschwindigkeit

Erforderliches Zusatzmaterial

- Eine mindestens 150 cm lange Strecke mit glatter Oberfläche
- 60-Watt-Glühlampen, starke Halogenstrahler oder andere Leuchtmittel, die hohe Lichtmengen im IR-Spektrum über 800 nm ausstrahlen
- Lampen mit Parabolspiegel
- Klebeband zur Markierung der Start- und Ziellinie
- Meterstab oder Maßband
- Stoppuhr oder Uhr

Themaeinführung



Solarautos wandeln mithilfe von Solarmodulen Sonnenenergie in elektrische Energie um. Der Motor wiederum kann elektrische Energie in mechanische Energie umwandeln, mit der das Fahrzeug angetrieben wird.

Baue nun das Solarauto auf, und teste, welche Geschwindigkeit es mit verschiedenen Getriebeuntersetzungen und Radgrößen erreicht.

Aufbau

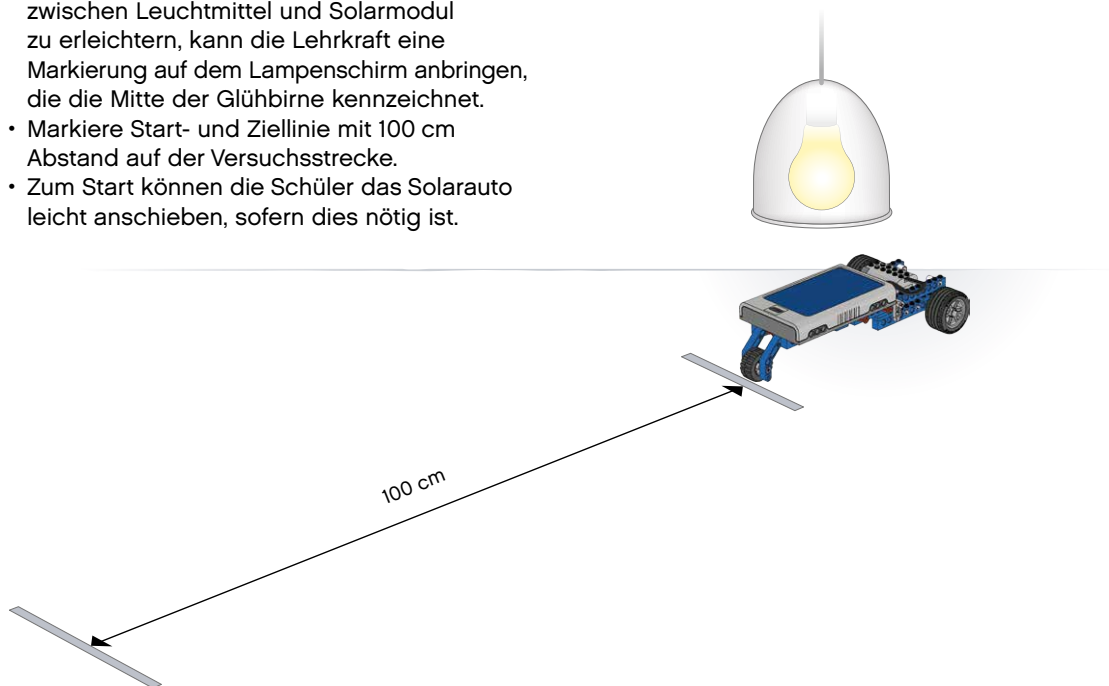
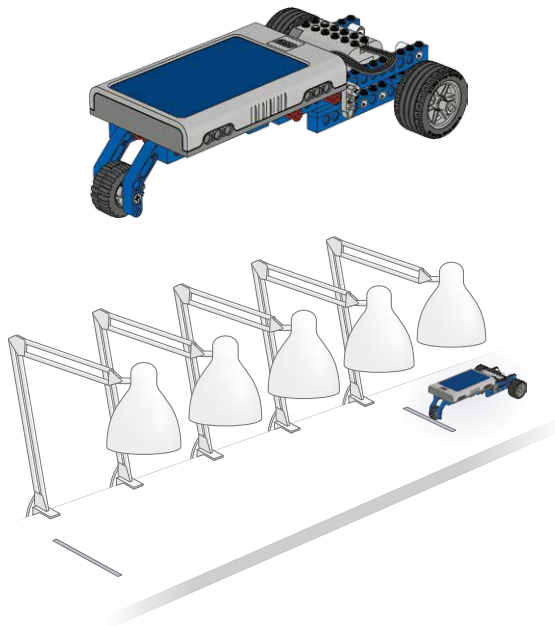
Baue des Solarauto auf

(Bauanleitungsheft 5A und 5B, bis Seite 38, Schritt 24)

- Überprüfe die Funktion des Modells. Eventuell kann Reibung durch leichtes Lösen der Lager vermindert werden.
- Drücke die Anschlüsse fest zusammen, damit gute elektrische Verbindungen entstehen.

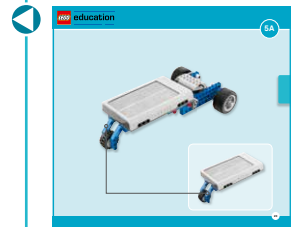
Versuchsaufbau

- Stelle den Abstand zwischen dem LEGO® Solarmodul und den Lichtquellen richtig ein.
- Verwende 60-Watt-Glühlampen, starke Halogenstrahler oder andere Leuchtmittel, die hohe Lichtmengen im IR-Spektrum über 800 nm ausstrahlen.
- Platziere das Solarmodul unter dem Mittelpunkt der Lichtquelle. Im Idealfall überdeckt die Lampe das gesamte LEGO Solarmodul und ist mit einem Parabolspiegel ausgestattet.
- Zur Beleuchtung der ganzen Strecke stellst du einfach mehrere gleiche Lampen bzw. Lichtquellen mit derselben Höhe auf. Die Versuchsstrecke soll 100 cm lang sein.
- Um den Schülern die Abstandsmessung zwischen Leuchtmittel und Solarmodul zu erleichtern, kann die Lehrkraft eine Markierung auf dem Lampenschirm anbringen, die die Mitte der Glühlampe kennzeichnet.
- Markiere Start- und Ziellinie mit 100 cm Abstand auf der Versuchsstrecke.
- Zum Start können die Schüler das Solarauto leicht anschieben, sofern dies nötig ist.



Achtung!

Das Solarmodul kann durch Hitze Schaden nehmen. Zwischen Solarmodul und Leuchtmittel muss ein Abstand von mindestens 8 cm eingehalten werden. Die Lehrkraft sollte die Schüler zum sorgsamen Umgang mit Glühlampen anleiten.



Beobachtung

Mit verschiedenen Untersetzungen fahren

Bei dieser Aufgabe müssen die Schüler die Geschwindigkeit des Solarautos auf der Versuchsstrecke mit verschiedenen Getriebeverhältnissen und großen Hinterrädern ermitteln.

Lassen Sie die Schüler zunächst voraussagen, mit welcher Geschwindigkeit das Solarauto auf der Strecke fährt, wenn die Untersetzung 5:1 beträgt.

Anschließend werden die Schüler ihre Prognose im Versuch überprüfen. Sie sollen die Geschwindigkeit berechnen und ihre Ergebnisse aufzeichnen. Mit dieser Formel wird die Geschwindigkeit (Meter pro Sekunde) aus der Strecke (in Meter) und der Fahrzeit (in Sekunden) berechnet:

$$\text{Geschwindigkeit} = \frac{\text{Zurückgelegter Weg}}{\text{Benötigte Zeit}}$$

Die Ergebnisse hängen von den Lichtquellen und den Reibwiderständen ab.

Nun wird das Solarauto umgebaut, und die Schüler sollen dieselben Schritte mit dem neuen Modell ausführen, das nun eine Untersetzung von 3:1 aufweist. (Bauanleitungsheft 5A und 5B, bis Seite 42, Schritt 4.)

Die Ergebnisse werden unterschiedlich ausfallen, aber die Schüler werden feststellen, dass das Solarauto mit einer Untersetzung von 3:1 schneller fährt..

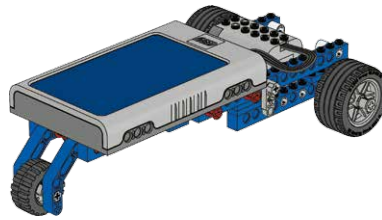
Regen Sie die Schüler dazu an, über ihre Untersuchungen nachzudenken. Fragen Sie zum Beispiel:

- Aufgrund welcher Annahmen hast du deine Voraussagen getroffen?
- Kannst du deine Ergebnisse erklären?
- Lassen die Ergebnisse ein bestimmtes Muster oder einen Zusammenhang erkennen?

Das zweite Modell fährt aufgrund der geänderten Getriebeuntersetzung schneller.

- Was hast du unternommen, um die wissenschaftliche Gültigkeit deiner Ergebnisse sicherzustellen?

Die Schüler müssen jeden Versuch mehrmals durchführen, um ein genaues Ergebnis sicherzustellen. Das Solarmodul muss bei gleichen Versuchen immer gleich ausgerichtet und von der Lichtquelle gleich weit entfernt sein.



Schon gewusst?

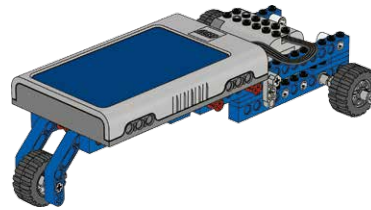
Das Getriebeverhältnis lässt sich ermitteln, wenn man die Zähnezahlen der Zahnräder miteinander vergleicht.

Ausbau

Mit kleineren Rädern fahren

(Bauanleitungsheft 5A und 5B, bis Seite 44, Schritt 6)

Bei dieser Aufgabe müssen die Schüler die Geschwindigkeit des Solarautos auf der Versuchsstrecke mit einer Getriebeuntersetzung 3:1 und kleinen Hinterrädern ermitteln.



Lassen Sie die Schüler zunächst voraussagen, mit welcher Geschwindigkeit das Solarauto auf der Strecke fährt, wenn die Untersetzung 3:1 beträgt und am Fahrzeug drei gleich kleine Räder verbaut sind.

Anschließend sollen die Schüler ihre Prognose für diesen Fahrzeugaufbau im Versuch überprüfen. Sie sollen die Geschwindigkeit berechnen und ihre Ergebnisse aufzeichnen.

Die Ergebnisse hängen von den Lichtquellen und den Reibwiderständen ab.

Die Schüler sollen sich die Versuchsergebnisse des neuen Modells genau ansehen und mit den vorherigen Ergebnissen vergleichen, bei denen das Solarauto mit einer Untersetzung von 3:1 und größeren Hinterrädern ausgestattet war.

Die Ergebnisse werden in der Höhe unterschiedlich ausfallen, aber die Schüler werden feststellen, dass das Solarauto mit den großen Hinterrädern trotz gleicher Hinterachs-Drehzahl schneller war. Der Grund ist der größere Umfang der Räder.

Variable Einflussgrößen

Die Schüler sollen mindestens drei variable Einflussgrößen finden, von denen die Leistung des Solarautos abhängt, diese aufschreiben und die Zusammenhänge erklären.

Als maßgebliche Einflussgrößen könnten die Beleuchtungsstärke des Solarmoduls, die Reibung, der Raddurchmesser und das Gewicht des Solarautos genannt werden.

Optional

Lassen Sie die Schüler das Solarauto optimieren.



Schon gewusst?

Der Umfang des kleinen Rads beträgt 9,6 cm.



Der Umfang des großen Rads beträgt 13,6 cm.



Das Solarauto

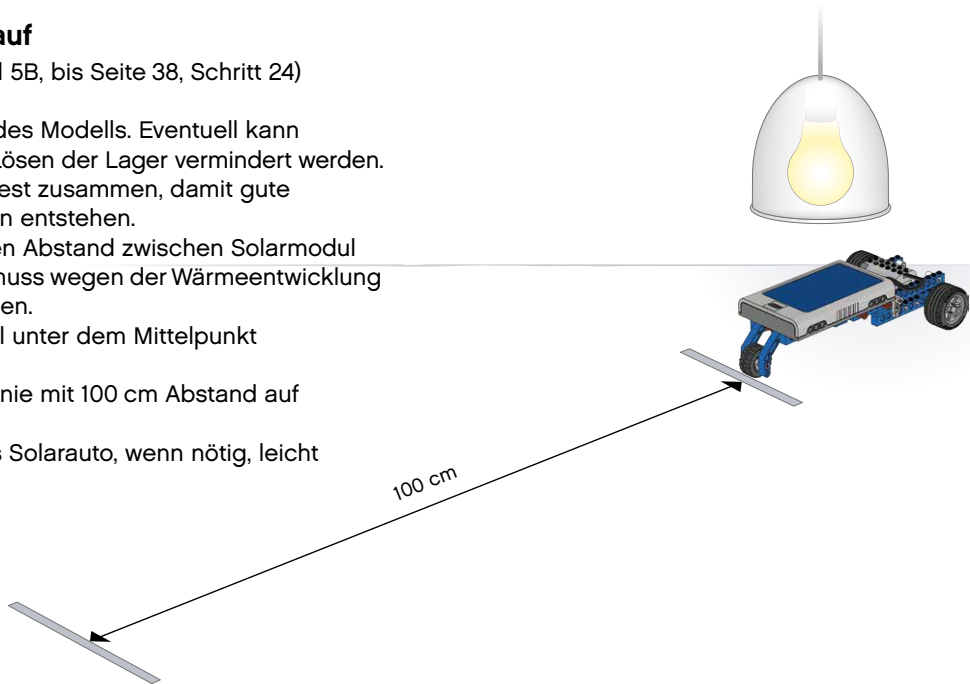
Name(n): _____

Datum, Thema: _____

Baue das Solarauto auf

(Bauanleitungsheft 5A und 5B, bis Seite 38, Schritt 24)

- Überprüfe die Funktion des Modells. Eventuell kann Reibung durch leichtes Lösen der Lager vermindert werden.
- Drücke die Anschlüsse fest zusammen, damit gute elektrische Verbindungen entstehen.
- Schaffe einen geeigneten Abstand zwischen Solarmodul und Lichtquelle. Dieser muss wegen der Wärmeentwicklung mindestens 8 cm betragen.
- Platziere das Solarmodul unter dem Mittelpunkt der Lichtquelle.
- Markiere Start- und Ziellinie mit 100 cm Abstand auf der Versuchsstrecke.
- Zum Start kannst du das Solarauto, wenn nötig, leicht anschieben.



Mit verschiedenen Untersetzungen fahren

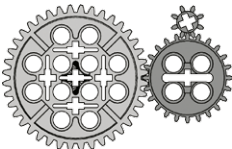
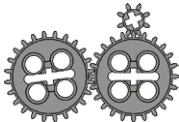
Sage zuerst voraus, mit welcher Geschwindigkeit das Solarauto die Strecke zurücklegt, wenn die Untersetzung 5:1 beträgt.

Anschließend ermittelst du die Geschwindigkeit des Solarautos im Versuch. Mit der folgenden Formel wird die Geschwindigkeit (Meter pro Sekunde, m/s) aus dem zurückgelegten Weg (in Meter) und der Fahrzeit (in Sekunden) berechnet:

Geschwindigkeit = $\frac{\text{Zurückgelegter Weg}}{\text{Benötigte Zeit}}$

Baue nun das Solarauto um, treffe wieder deine Voraussage, und führe anschließend den Versuch durch. Das Solarauto hat nun eine Untersetzung von 3:1.

(Bauanleitungsheft 5A und 5B, bis Seite 42, Schritt 4.)

		
Meine Voraussage	s	s
Meine Versuchsergebnisse	s	s
Meine Berechnungen	(m/s)	(m/s)

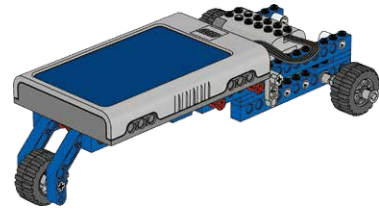
Mit kleineren Rädern fahren

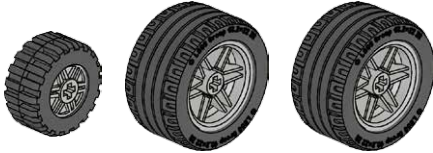

(Bauanleitungsheft 5A und 5B, bis Seite 44, Schritt 6)

Sage zunächst voraus, mit welcher Geschwindigkeit das Solarauto auf der Strecke fährt, wenn die Untersetzung 3:1 beträgt und am Fahrzeug drei gleich kleine Räder verbaut sind.

Anschließend führst du den Versuch durch, und berechnest die Geschwindigkeit des umgebauten Solarautos.

Nun vergleichst du die aktuellen Versuchsergebnisse mit den Ergebnissen, die du bei einer Untersetzung von 3:1 und großen Hinterrädern erhalten hast. Trage deine Ergebnisse in die nachfolgende Tabelle ein.



		
Meine Voraussage	s	s
Meine Versuchsergebnisse	s	s
Meine Berechnungen	(m/s)	(m/s)

Sieh dir deine Ergebnisse genau an, und vergleiche sie. Ziehe einen Schluss daraus, und schreibe ihn auf.

Variable Einflussgrößen

Finde mindestens drei variable Einflussgrößen, von denen die Leistung des Solarautos abhängt, schreibe sie auf, und erkläre die Zusammenhänge.



Der Bootskran

Aufgaben:

- Baue den Bootskran auf.
- Sage zunächst voraus und untersuche, wie viel Leistung der Bootskran für den Hebevorgang ohne Last benötigt.
- Lese deine Ergebnisse ab, und zeichne sie auf.
- Sage dann voraus und überprüfe, wie viel Watt der Bootskran in etwa benötigt, um die Last mit einer festen Rolle zu heben.
- Lese deine Ergebnisse ab, und zeichne sie auf.
- Baue nun den Bootskran um, und treffe eine Voraussage darüber, wie viel Leistung der Kran mit dem neuen Rollensystem benötigt, das zwei feste und eine lose Rolle aufweist.
- Überprüfe deine Voraussage anschließend im Versuch. Die Leistung, die der Bootskran zum Heben ohne Last benötigt, muss von den beiden anderen Ergebnissen abgezogen werden, damit du die Rollensysteme richtig vergleichen kannst.
- Ermittle den Wirkungsgrad des Bootskrans in Prozent.
- Berechne dazu die unter idealen Bedingungen nötige Arbeit zum Heben der Last über einen Hubweg von 60 cm. Dann misst du die tatsächlich erforderliche Arbeit für diesen Vorgang.
- Der Betrag der unter idealen Bedingungen nötigen Arbeit wird mit dieser Formel berechnet: $\text{Arbeit (J)} = \text{Kraft (N)} \times \text{Weg (m)}$ Anschließend ermittelst du die tatsächlich erforderliche Arbeit durch Ablesen des Joule-Verbrauchs (J) von der Anzeige des Energiemessers. Notiere deine Ergebnisse auf.
- Nun kannst du mit der folgenden Formel den Wirkungsgrad des Bootskrans in Prozent ausrechnen:
- $\text{Genutzte Arbeit Wirkungsgrad} = \text{Zugeführte Energie} \times 100 \%$
- Finde mindestens drei variable Einflussgrößen, von denen die Leistung des Bootskrans abhängt, schreibe sie auf, und erkläre die Zusammenhänge.

Inhaltsbezogene Kompetenzen

NwT	Technik	AWT	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> • naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg • Technische Arbeitsmethoden • Systemgrenzen und Teilsysteme • Energieumwandlungsketten • Nutzbarmachung von Energie • Modell eines energie-technischen Systems • Wirkungsgrad und Leistung • Arbeit • Übersetzungen (Getriebe) • Tabellen • bewerten und ggf. optimieren • Messungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Messwerte erfassen • Fehler erkennen und beseitigen • Konstruktion beurteilen und verbessern • System zur Nutzung regenerativer Energie • Energiewandlung • Technische Lösungen optimieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Energiewandlung 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimente durchführen • Messwerte erfassen • Ergebnisse protokollieren • Tabellen • Energie in einem technischen Prozess nutzen • Energieübertragungsketten 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimente durchführen • Beobachtung und Erklärung unterscheiden • Masse und Gewichtskraft • Kräfte (Bewegungs-, Geschwindigkeits-, Energieänderungen) • einfache Maschinen (Zahnradgetriebe, Hebel, Flaschenzug) • Energieumwandlungen • Energiespeicherung • Arbeit • Leistung • Wirkungsgrad

Anknüpfungspunkte / Möglichkeiten der Vertiefung

NwT	Technik	Physik	Mathe
<ul style="list-style-type: none"> •Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe-Prinzip •Kräfte •Trägheit und Masse 	<ul style="list-style-type: none"> •EVA-Prinzip Ansteuerungen von Aktoren 	<ul style="list-style-type: none"> •Reibung 	<ul style="list-style-type: none"> •Umfang beim Kreis •Länge, Umfang •Terme •Tabellen •Formeln •Graphen (Software)

Wortschatz

- Weg
- Wirkungsgrad
- Reibung
- Joule
- Last
- Masse
- Arbeit

Erforderliches Zusatzmaterial

- Meterstab oder Maßband

Themaeinführung



Mit einem Bootskran können schwere Lasten gehoben und wieder abgesenkt werden. Möglich macht dies die Kraftverstärkung durch einen Flaschenzug. Durch das Rollensystem kann die aufzuwendende Kraft verändert werden.

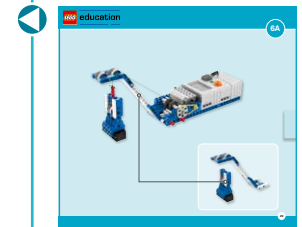
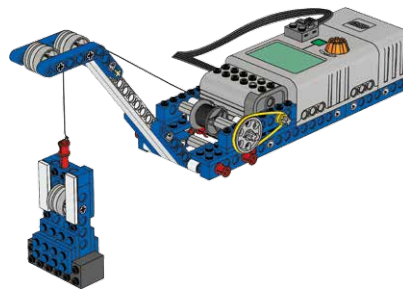
Baue nun den Bootskran auf, und untersuche den Zusammenhang zwischen dem Rollensystem und der Leistung, die zum Heben der Last nötig ist.

Aufbau

Baue den Bootskran auf

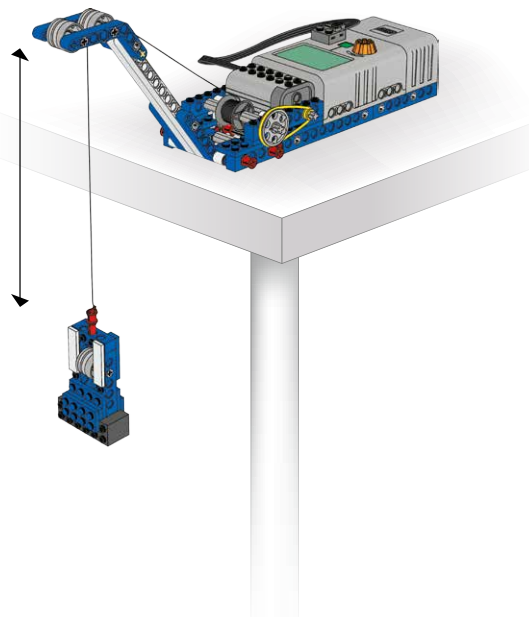
(Bauanleitungsheft 6A und 6B, bis Seite 63, Schritt 26.)

- Überprüfe die Funktion des Modells. Eventuell kann Reibung durch leichtes Lösen der Lager vermindert werden.
- Drücke die Anschlüsse fest zusammen, damit gute elektrische Verbindungen entstehen.

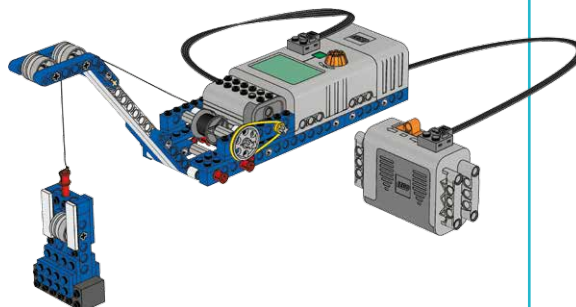


Versuchsaufbau

- Stelle den Bootskran so auf den Tisch, dass die Last an der Tischseite frei herunterhängen kann. Lasse die Last so tief wie möglich ab.



- Lade den Bootskran mit mindestens 50 Joule (J) auf.



Beobachtung

Last anheben

Bei dieser Aufgabe sollen die Schüler herausfinden, welcher Zusammenhang zwischen dem Rollensystem und der Leistung (in W) besteht, die zum Anheben der Last erforderlich ist.

Lassen Sie die Schüler zuerst voraussagen und untersuchen, wie viel Watt der Bootskran für den Hebevorgang ohne Last benötigt. Lassen Sie die Schüler ihre Ergebnisse ablesen und aufzeichnen.

Anschließend sollen die Schüler voraussagen und überprüfen, wie viel Watt der Bootskran etwa benötigt, um die Last mit einer festen Rolle zu heben. Lassen Sie die Schüler ihre Ergebnisse ablesen und aufzeichnen.

Danach wird der Bootskran (mit Last) umgebaut, und die Schüler vollziehen denselben Ablauf nun mit zwei festen und einer losen Rolle. (Bauanleitungsheft 6A und 6B, bis Seite 64, Schritt 1.)

Die Leistung, die der Bootskran für den Hebevorgang ohne Last benötigt, muss von den anderen Ergebnissen abgezogen werden, damit die Rollensysteme richtig verglichen werden können. Die Ergebnisse werden unterschiedlich ausfallen, aber die Schüler werden feststellen, dass das Rollensystem mit zwei festen und einer losen Rolle deutlich weniger Leistung zum Heben der Last benötigt. Das System hat theoretisch eine Kraftübersetzung von 1:3. Das heißt, das Rollensystem würde unter idealen Bedingungen nur ein Drittel der Leistung benötigen, die zum direkten Heben der Last nötig wäre. In Wirklichkeit wird dieser Vorteil durch verschiedene Einflussgrößen wie z. B. Reibung deutlich verringert.

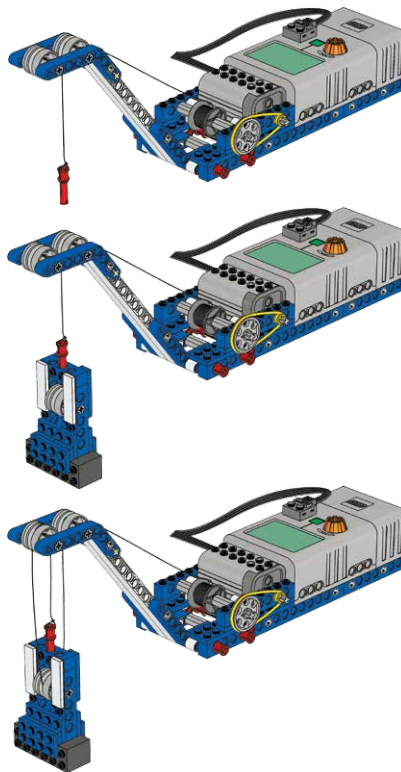
Regen Sie die Schüler dazu an, über ihre Untersuchungen nachzudenken. Fragen Sie zum Beispiel:

- Aufgrund welcher Annahmen hast du deine Voraussagen getroffen?
- Kannst du deine Ergebnisse erklären?
- Lassen die Ergebnisse ein bestimmtes Muster oder einen Zusammenhang erkennen?

Es ist zu erkennen, dass sich die Hubzeit mit mehr Rollen verlängert.

- Was hast du unternommen, um die wissenschaftliche Gültigkeit deiner Ergebnisse sicherzustellen?

Die Schüler müssen jeden Versuch mehrmals durchführen, um genaue Ergebnisse sicherzustellen, und dürfen zwischen den Versuchen nichts am Bootskran verändern, was sich auf den Leistungsbedarf auswirken könnte, z. B. an einer Stelle die Reibung vermindern.



Schon gewusst?
Der LEGO® Gewichtstein wiegt ca. 53 g.



Ausbau

Wirkungsgrad berechnen

Bei dieser Aufgabe sollen die Schüler den Wirkungsgrad des Bootskrans in Prozent ausrechnen. Dazu berechnen sie die Arbeit, die unter theoretischen Idealbedingungen nötig wäre, um die Last 60 cm hochzuheben, und messen die tatsächlich notwendige Arbeit.

Der Betrag der theoretisch notwendigen Arbeit wird mit dieser Formel berechnet:

$$\text{Arbeit (J)} = \text{Kraft (N)} \times \text{Weg (m)}$$

Anschließend ermitteln die Schüler die tatsächlich erforderliche Arbeit durch Ablesen des Joule-Verbrauchs (J) von der Anzeige des Energiemessers. Lassen Sie die Schüler ihre Ergebnisse aufschreiben.

Danach können die Schüler den Wirkungsgrad des Bootskrans in Prozent mit dieser Formel berechnen:

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{Genutzte Arbeit}}{\text{Zugeführte Energie}} \times 100 \%$$

Die Last wiegt insgesamt etwa 0,068 kg, was eine Gewichtskraft von ca. 0,67 N ergibt. Also berechnet sich die theoretische Arbeit, die der Bootskran zum Heben der Last verrichten muss, wie folgt:

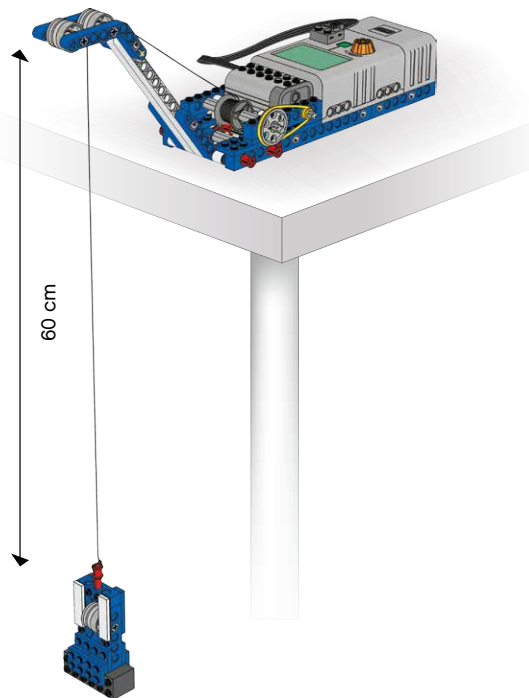
$$\begin{aligned} \text{Arbeit} &= 0,67 \text{ N} \times 0,6 \text{ m} \\ \text{Arbeit} &= 0,402 \text{ J} \end{aligned}$$

Bei der Ermittlung der tatsächlichen Arbeit, die der Bootskran verrichten muss, müssen die Schüler genaue Joule-Werte ablesen. Die Ergebnisse werden unterschiedlich ausfallen, aber die meisten Schüler werden ermitteln, dass der Bootskran etwa 2 J zum Heben der Last benötigt. Dies ergibt einen Wirkungsgrad von etwa 20 %.

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{0,402 \text{ J}}{2 \text{ J}} \times 100 \%$$

$$\text{Wirkungsgrad} = 20,1 \%$$

Dies bedeutet gleichzeitig, dass etwa 80 % der für den Bootskran aufgewendeten Energie durch Reibung, Wärmeentwicklung und andere Einflüsse verloren gehen.



Hinweis

Die Hubkraft wird mit dieser Formel berechnet:

$$F = m \times g$$

Dabei ist F die Kraft, m die Masse in Kilogramm und g die Gravitationskonstante, die auf der Erde ca. $9,8 \text{ m/s}^2$ beträgt.

Man könnte die Kraft auch mit einem Kraftmesser ermitteln.

Variable Einflussgrößen

Die Schüler sollen mindestens drei variable Einflussgrößen finden, von denen die Leistung des Bootskrans abhängt, diese aufschreiben und die Zusammenhänge erklären.

Als maßgebliche Einflussgrößen könnten die Art des Rollensystems, die Größe der Rollen und die Reibung genannt werden.

Der Bootskran

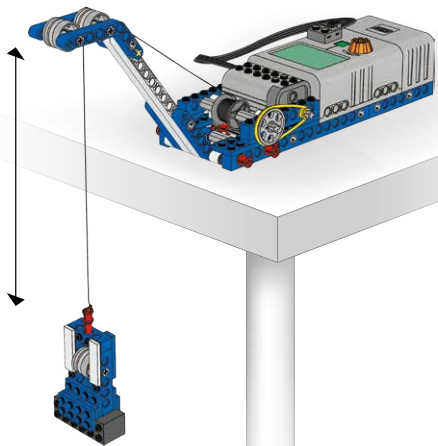
Name(n): _____

Datum, Thema: _____

Baue den Bootskran auf

(Bauanleitungsheft 6A und 6B, bis Seite 63, Schritt 26)

- Überprüfe die Funktion des Modells. Eventuell kann Reibung durch leichtes Lösen der Lager vermindert werden.
- Drücke die Anschlüsse fest zusammen, damit gute elektrische Verbindungen entstehen.
- Die Last soll so weit wie möglich herunterhängen.
- Lade den Bootskran mit mindestens 50 Joule (J) auf.



Last anheben

(Bauanleitungsheft 6A und 6B, bis Seite 64, Schritt 1.)

Sage zunächst voraus und untersuche, wie viel Leistung der Bootskran für den Hebevorgang ohne Last benötigt. Lese deine Ergebnisse ab, und zeichne sie auf.

Sage dann voraus und überprüfe, wie viel Watt der Bootskran in etwa benötigt, um die Last mit einer festen Rolle zu heben. Lese deine Ergebnisse ab, und zeichne sie auf.

Baue nun den Bootskran um, und treffe eine Voraussage darüber, wie viel Leistung der Kran mit dem neuen Rollensystem benötigt, das zwei feste und eine lose Rolle aufweist. Überprüfe deine Voraussage anschließend im Versuch.

Die Leistung, die der Bootskran zum Heben ohne Last benötigt, muss von den beiden anderen Ergebnissen abgezogen werden, damit du die Rollensysteme richtig vergleichen kannst.

Meine Voraussage	(W)	(W)	(W)
Meine Versuchsergebnisse	(W)	(W)	(W)

Wirkungsgrad berechnen

Ermittle den Wirkungsgrad des Bootskrans in Prozent. Berechne dazu die unter idealen Bedingungen nötige Arbeit zum Heben der Last über einen Hubweg von 60 cm. Dann misst du die tatsächlich erforderliche Arbeit für diesen Vorgang.

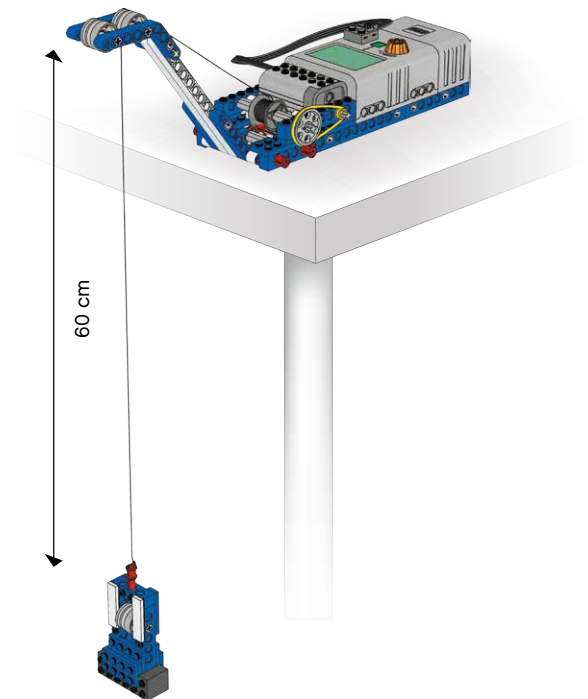
Der Betrag der unter idealen Bedingungen nötigen Arbeit wird mit dieser Formel berechnet:

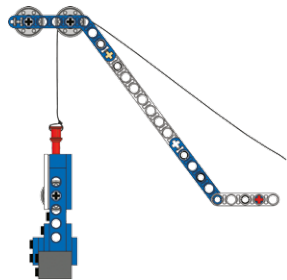
$$\text{Arbeit (J)} = \text{Kraft (N)} \times \text{Weg (m)}$$

Anschließend ermittelst du die tatsächlich erforderliche Arbeit durch Ablesen des Joule-Verbrauchs (J) von der Anzeige des Energiemessers. Notiere deine Ergebnisse auf.

Nun kannst du mit der folgenden Formel den Wirkungsgrad des Bootskrans in Prozent ausrechnen:

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{Genutzte Arbeit}}{\text{Zugeführte Energie}} \times 100 \%$$



	
Unter idealen Bedingungen nötige Arbeit (J)	(J)
Tatsächlich nötige Arbeit (J)	(J)
Wirkungsgrad des Bootskrans in Prozent (%)	(%)

Variable Einflussgrößen

Finde mindestens drei variable Einflussgrößen, von denen die Leistung des Bootskrans abhängt, schreibe sie auf, und erkläre die Zusammenhänge.

Der Rasenmäher



Sonnenenergie kann umgewandelt und auf viele Weisen genutzt werden. Solarmodule wandeln Sonnenenergie in elektrische Energie um, mit der verschiedenste elektrische Maschinen und Geräte betrieben werden können.

In den Frühlings- und Sommermonaten muss der Schulrasen regelmäßig gemäht werden.

Du erhältst die Aufgabe, den Prototyp für einen Rasenmäher zu entwickeln und zu bauen, der mit Sonnenenergie funktioniert. Er muss leicht zu bewegen und sicher zu benutzen sein.

Der Rasenmäher

Ziele

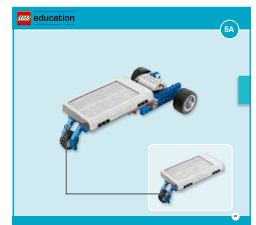
Kenntnisse aus den folgenden Bereichen anwenden:

- Produktsicherheit und -zuverlässigkeit
- Kommunikation und Teamarbeit
- Entwicklung eines Prototyps
- Konzept- und Entwicklungsarbeit
- Erneuerbare Energiequellen

Brauchst du Hilfe?
Sieh dir die folgenden Aufgaben an:



Die Kehrmaschine



Das Solarauto

Aufgabe:

Du erhältst die Aufgabe, den Prototyp für einen Rasenmäher zu entwickeln und zu bauen, der mit Sonnenenergie funktioniert. Er muss leicht zu bewegen und sicher zu benutzen sein.

Inhaltsbezogene Kompetenzen

NwT	Technik	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> • naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg • Technische Arbeitsmethoden • Nutzbarmachung von Energie • Produkt konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen • bewerten und ggf. optimieren 	<ul style="list-style-type: none"> • System zur Nutzung regenerativer Energie • Energiewandlung • technischen Gegenstand planen, entwickeln, fertigen, optimieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimente durchführen • Messwerte erfassen • Ergebnisse protokollieren • Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben • Energie in einem technischen Prozess nutzen • Energieübertragungsketten • Aufnahme von Wärmestrahlung • ein bewegtes Objekt erfinden 	<ul style="list-style-type: none"> • Solarmodul

Erforderliches Zusatzmaterial (optional):

- Material zur Verbesserung der Optik, Konstruktion und Funktion des Modells

Beginn und Motivation

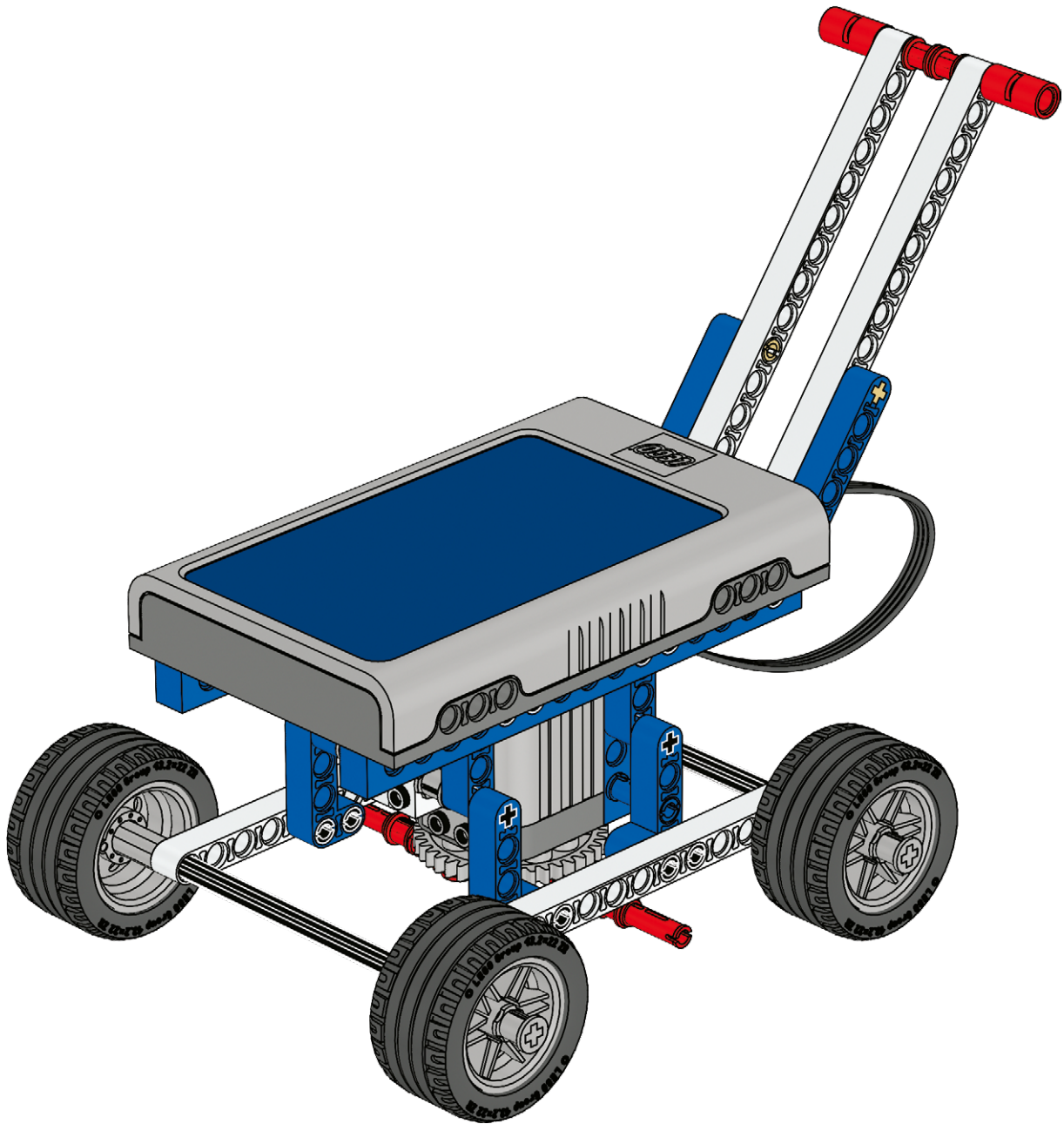
- Zur Hilfe im Entwicklungsprozess sollen sich die Schüler die Abbildung auf dem Schülerarbeitsblatt ansehen und den Begleittext lesen.
- Lassen Sie die Schüler im Internet nach Rasenmähern und Solarfahrzeugen suchen, damit sie mehr über deren Aussehen, Aufbau und Funktion erfahren.
- Diskutieren Sie über die Schwierigkeiten und Funktionsanforderungen der Aufgabe.

Ermutigen Sie die Schüler während der Entwicklungsarbeit, ihre Kenntnisse und Fähigkeiten zur Bewältigung der gestellten Aufgabe darzulegen.**Fragen Sie beispielsweise:**

- Wie wird dein Rasenmäher funktionieren?
- Welche Arten von Bausteinen und Komponenten brauchst du?
- Wie sorgst du dafür, dass der Rasenmäher leicht zu benutzen ist?
- Durch was wird der Rasenmäher in Bewegung gesetzt?
- Wie sorgst du dafür, dass der Rasenmäher sicher zu benutzen ist?
- Wie sorgst du dafür, dass der Rasenmäher zuverlässig ist?

Regen Sie die Schüler nach Abschluss der Konstruktionsphase zum Nachdenken über ihre Lösung an.

- Fragen Sie zum Beispiel beim Test des Rasenmähers:
 - Bewegen sich die Klingen des Rasenmähers leicht und kraftvoll?
Zum Test der Rasenmäherklingen kann kontrolliert werden, ob der Rasenmäher kleine zusammengerollte Papierschnipsel bewegen kann.
 - Wie gut funktioniert dein Rasenmäher an einem sonnigen Tag und wie gut an einem bewölkten?
 - Wie leicht ist er zu benutzen?
 - Wie sicher ist er zu benutzen?
 - Wie zuverlässig ist er?
 - Hat er bestimmte Nachteile? Welche?
- Lassen Sie die Schüler ihre Konstruktion durch digitale Fotos oder Zeichnungen festhalten.
- Dazu können sie Notizen zur Funktionsweise und zu Verbesserungsmöglichkeiten machen.
- Die Schüler sollen mit wenigen Worten aufschreiben, was bei dieser Entwicklungsaufgabe gut geklappt hat und was hätte besser gemacht werden können.



Vorschlagsmodell für einen Prototypen

Das bewegliche Schild



Sonnenenergie kann umgewandelt und auf viele Weisen genutzt werden. Solarmodule wandeln Sonnenenergie in elektrische Energie um, mit der verschiedenste elektrische Geräte betrieben werden können.

Ein Verkäufer von Esswaren möchte an seinem Verkaufswagen ein bewegliches Schild haben. Er betreibt den Verkaufswagen nur im Sommer und möchte die Aufmerksamkeit der Passanten auf sich ziehen.

Du erhältst die Aufgabe, den Prototyp eines beweglichen Schildes zu entwickeln und zu bauen. Das Schild soll mit Sonnenenergie funktionieren. Sorge dafür, dass das Schild Aufmerksamkeit erregt.

Das bewegliche Schild

Ziele

Kenntnisse aus den folgenden Bereichen anwenden:

- Grundlagen der Produktzuverlässigkeit
- Kommunikation und Teamarbeit
- Entwicklung eines Prototyps
- Konzept- und Entwicklungsarbeit
- Erneuerbare Energiequellen

Aufgabe:

Du erhältst die Aufgabe, den Prototyp eines beweglichen Schildes zu entwickeln und zu bauen. Das Schild soll mit Sonnenenergie funktionieren. Sorge dafür, dass das Schild Aufmerksamkeit erregt.

Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

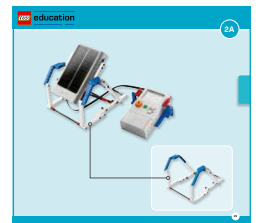
NwT	Technik	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> • naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg • Technische Arbeitsmethoden • Nutzbarmachung von Energie • Produkt konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen • bewerten und ggf. optimieren 	<ul style="list-style-type: none"> • System zur Nutzung regenerativer Energie • Energiewandlung • technischen Gegenstand planen, entwickeln, fertigen, optimieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimente durchführen • Messwerte erfassen • Ergebnisse protokollieren • Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben • Energie in einem technischen Prozess nutzen • Energieübertragungsketten • Aufnahme von Wärmestrahlung • ein bewegtes Objekt erfinden 	<ul style="list-style-type: none"> • Solarmodul

Brauchst du Hilfe?

Sieh dir die folgenden Aufgaben an:



Der Dogbot



Die Solaranlage

Erforderliches Zusatzmaterial (optional):

- Material zur Verbesserung der Optik, Konstruktion und Funktion des Modells

Beginn und Motivation

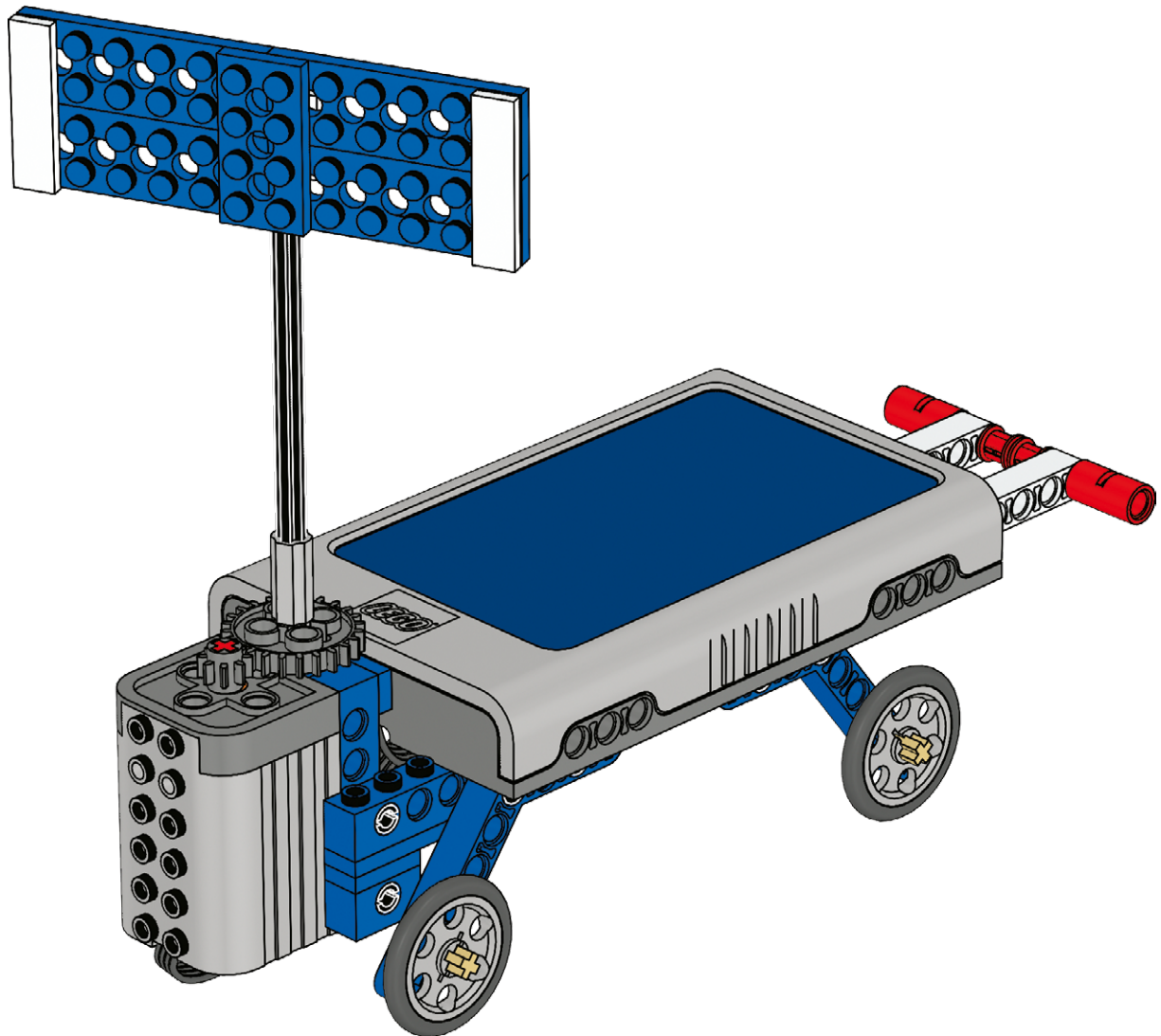
- Zur Hilfe im Entwicklungsprozess sollen sich die Schüler die Abbildung auf dem Schülerarbeitsblatt ansehen und den Begleittext lesen.
- Lassen Sie die Schüler im Internet nach Verkaufswagen und -schildern suchen, damit sie mehr über deren Aussehen, Aufbau und Funktion erfahren.
- Diskutieren Sie über die Schwierigkeiten und Funktionsanforderungen der Aufgabe.

Ermutigen Sie die Schüler während der Entwicklungsarbeit, ihre Kenntnisse und Fähigkeiten zur Bewältigung der gestellten Aufgabe darzulegen.**Fragen Sie beispielsweise:**

- Wie wird dein bewegliches Schild funktionieren?
- Welche Arten von Bausteinen und Komponenten brauchst du?
- Wie sorgst du dafür, dass das Schild leicht zu benutzen ist?
- Wie wird das Schild in Bewegung gesetzt?
- Wie sorgst du dafür, dass es zuverlässig funktioniert?
- Wie weist dein Schild auf die angebotenen Waren hin?
- Wie sorgst du dafür, dass es Aufmerksamkeit erregt?

Regen Sie die Schüler nach Abschluss der Konstruktionsphase zum Nachdenken über ihre Lösung an.

- Fragen Sie zum Beispiel beim Test des beweglichen Schildes:
 - Erregt das Schild Aufmerksamkeit?
Lassen Sie die Schüler ausprobieren, ob das Schild außerhalb des Klassenzimmers die Aufmerksamkeit auf sich zieht.
 - Wie gut funktioniert dein bewegliches Schild an einem sonnigen Tag und wie gut an einem bewölkten?
 - Wie leicht ist es zu benutzen?
 - Wie zuverlässig funktioniert es?
 - Hat es bestimmte Nachteile? Welche?
- Lassen Sie die Schüler ihre Konstruktion durch digitale Fotos oder Zeichnungen festhalten.
- Dazu können sie Notizen zur Funktionsweise und zu Verbesserungsmöglichkeiten machen.
- Die Schüler sollen mit wenigen Worten aufschreiben, was bei dieser Entwicklungsaufgabe gut geklappt hat und was hätte besser gemacht werden können.



Vorschlagsmodell für einen Prototypen

Der Ventilator



Erneuerbare Energien können umgewandelt und auf viele Weisen genutzt werden. Mit einer erneuerbaren Energiequelle können verschiedenste Maschinen und Geräte betrieben werden.

Zum Beginn und zum Abschluss jedes Schuljahres kommen alle Lehrkräfte und Schüler in der Aula zusammen. Wenn sich so viele Menschen an einem Platz versammeln, kann es leicht warm werden. Ein Ventilator könnte für frischen Wind sorgen!

**Du erhältst die Aufgabe, den Prototyp eines Ventilators zu entwickeln und zu bauen.
Der Ventilator soll durch eine erneuerbare Energiequelle versorgt werden.
Er soll die Luft in Bewegung bringen und sicher zu benutzen sein.**

Der Ventilator

Ziele

Kenntnisse aus den folgenden Bereichen anwenden:

- Grundlagen der Produktzuverlässigkeit
- Kommunikation und Teamarbeit
- Entwicklung eines Prototyps
- Konzept- und Entwicklungsarbeit
- Erneuerbare Energiequellen

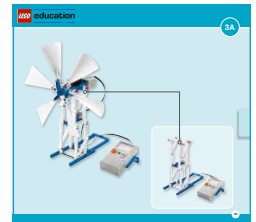
Aufgabe:

Du erhältst die Aufgabe, den Prototyp eines Ventilators zu entwickeln und zu bauen. Der Ventilator soll durch eine erneuerbare Energiequelle versorgt werden. Er soll die Luft in Bewegung bringen und sicher zu benutzen sein.

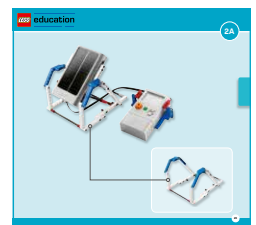
Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

NwT	Technik	BNT
<ul style="list-style-type: none"> • naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg • Technische Arbeitsmethoden • Nutzbarmachung von Energie • Produkt konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen • bewerten und ggf. optimieren 	<ul style="list-style-type: none"> • System zur Nutzung regenerativer Energie • Energiewandlung • technischen Gegenstand planen, entwickeln, fertigen, optimieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimente durchführen • Messwerte erfassen • Ergebnisse protokollieren • Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben • Energie in einem technischen Prozess nutzen • Energieübertragungsketten • Aufnahme von Wärmestrahlung • ein bewegtes Objekt erfinden

Brauchst du Hilfe?
Sieh dir die folgenden Aufgaben an:



Die Windkraftanlage



Die Solaranlage

Erforderliches Zusatzmaterial (optional):

- Material zur Verbesserung der Optik, Konstruktion und Funktion des Modells

Beginn und Motivation

- Zur Hilfe im Entwicklungsprozess sollen sich die Schüler die Abbildung auf dem Schülerarbeitsblatt ansehen und den Begleittext lesen.
- Lassen Sie die Schüler im Internet nach Ventilatoren suchen, damit sie mehr über deren Aussehen, Aufbau und Funktion erfahren.
- Diskutieren Sie über die Schwierigkeiten und Funktionsanforderungen der Aufgabe.

Ermutigen Sie die Schüler während der Entwicklungsarbeit, ihre Kenntnisse und Fähigkeiten zur Bewältigung der gestellten Aufgabe darzulegen.**Fragen Sie beispielsweise:**

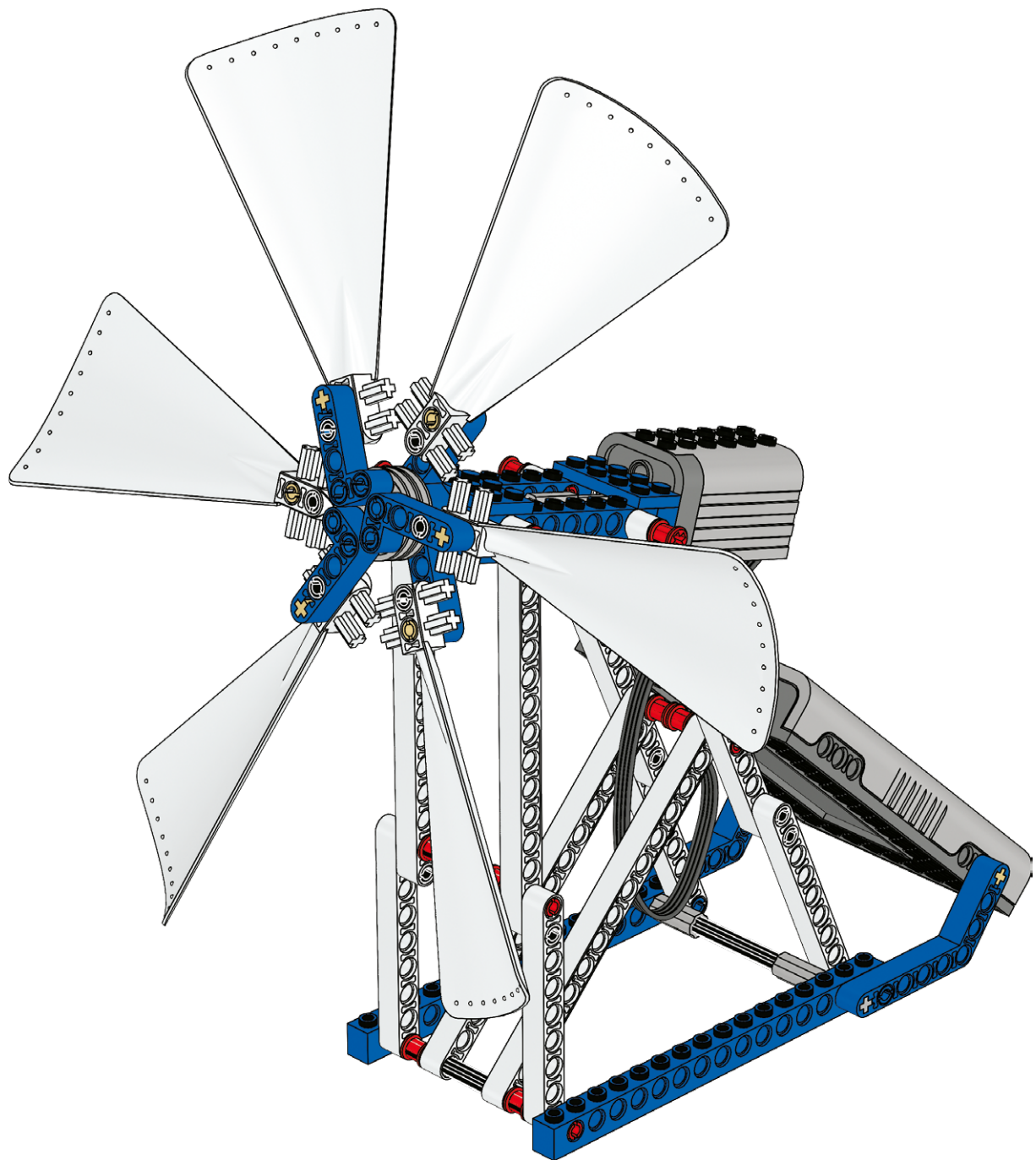
- Welche erneuerbare Energiequelle wäre am besten geeignet?
- Wie wird dein Ventilator funktionieren?
- Welche Arten von Bausteinen und Komponenten brauchst du?
- Wie sorgst du dafür, dass er leicht zu benutzen ist?
- Wie wird der Ventilator in Bewegung gesetzt?
- Wie sorgst du dafür, dass er sicher zu benutzen ist?
- Wie sorgst du dafür, dass er zuverlässig funktioniert?

Regen Sie die Schüler nach Abschluss der Konstruktionsphase zum Nachdenken über ihre Lösung an.

- Fragen Sie zum Beispiel beim Test des Ventilators:
 - Welche erneuerbare Energiequelle fandest du am besten geeignet? Warum?
 - Wie leicht ist der Ventilator zu benutzen?
 - Wie sicher ist er?
 - Wie zuverlässig ist er?

Die Schüler können ausprobieren, ob der Ventilator die Luft in Bewegung bringt, indem sie kleine Papierschnipsel zusammenrollen und prüfen, ob sie der Ventilator wegblasen kann.

 - Hat er bestimmte Nachteile? Welche?
- Lassen Sie die Schüler ihre Konstruktion durch digitale Fotos oder Zeichnungen festhalten.
- Dazu können sie Notizen zur Funktionsweise und zu Verbesserungsmöglichkeiten machen.
- Die Schüler sollen mit wenigen Worten aufschreiben, was bei dieser Entwicklungsaufgabe gut geklappt hat und was hätte besser gemacht werden können.



Vorschlagsmodell für einen Prototypen

Die Spielfeldbeleuchtung



Erneuerbare Energien können umgewandelt und auf viele Weisen genutzt werden. Mit einer erneuerbaren Energiequelle können verschiedenste Geräte und Anlagen betrieben werden.

Das Basketballteam der Schule bräuchte eine Lichtanlage, damit das Training auch nach Einbruch der Dunkelheit stattfinden kann.

Du erhältst die Aufgabe, den Prototyp einer Lichtanlage zu entwickeln und aufzubauen, die durch eine erneuerbare Energiequelle versorgt wird. Die Anlage muss nach Einbruch der Dunkelheit funktionieren.

Die Spielfeldbeleuchtung

Ziele

Kenntnisse aus den folgenden Bereichen anwenden:

- Grundlagen der Produktzuverlässigkeit
- Kommunikation und Teamarbeit
- Entwicklung eines Prototyps
- Konzept- und Entwicklungsarbeit
- Erneuerbare Energiequellen

Aufgabe:

Du erhältst die Aufgabe, den Prototyp einer Lichtanlage zu entwickeln und aufzubauen, die durch eine erneuerbare Energiequelle versorgt wird. Die Anlage muss nach Einbruch der Dunkelheit funktionieren.

Inhaltsbezogene Kompetenzen ●

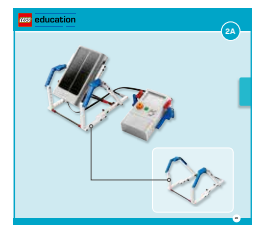
NwT	Technik	BNT	Physik
<ul style="list-style-type: none"> • naturwissenschaftlicher Erkenntnisweg • Technische Arbeitsmethoden • Nutzbarmachung von Energie • Produkt konstruieren und ggf. zeichnerisch darstellen • bewerten und ggf. optimieren 	<ul style="list-style-type: none"> • System zur Nutzung regenerativer Energie • Energiewandlung • technischen Gegenstand planen, entwickeln, fertigen, optimieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimente durchführen • Messwerte erfassen • Ergebnisse protokollieren • Herstellungsprozess eines Produktes beschreiben • Energie in einem technischen Prozess nutzen • Energieübertragungsketten • Aufnahme von Wärmestrahlung • ein bewegtes Objekt erfinden 	<ul style="list-style-type: none"> • Solarmodul

Brauchst du Hilfe?

Sieh dir die folgenden Aufgaben an:



Der Handgenerator



Die Solaranlage

Erforderliches Zusatzmaterial (optional):

- Material zur Verbesserung der Optik, Konstruktion und Funktion des Modells

Beginn und Motivation

- Zur Hilfe im Entwicklungsprozess sollen sich die Schüler die Abbildung auf dem Schülerarbeitsblatt ansehen und den Begleittext lesen.
- Lassen Sie die Schüler im Internet nach Lichtanlagen und Lichttechnik in Verbindung mit erneuerbarer Energie suchen, damit sie mehr über das Aussehen, den Aufbau und die Funktion solcher Systeme erfahren.
- Diskutieren Sie über die Schwierigkeiten und Funktionsanforderungen der Aufgabe.

Ermutigen Sie die Schüler während der Entwicklungsarbeit, ihre Kenntnisse und Fähigkeiten zur Bewältigung der gestellten Aufgabe darzulegen. Fragen Sie beispielsweise:

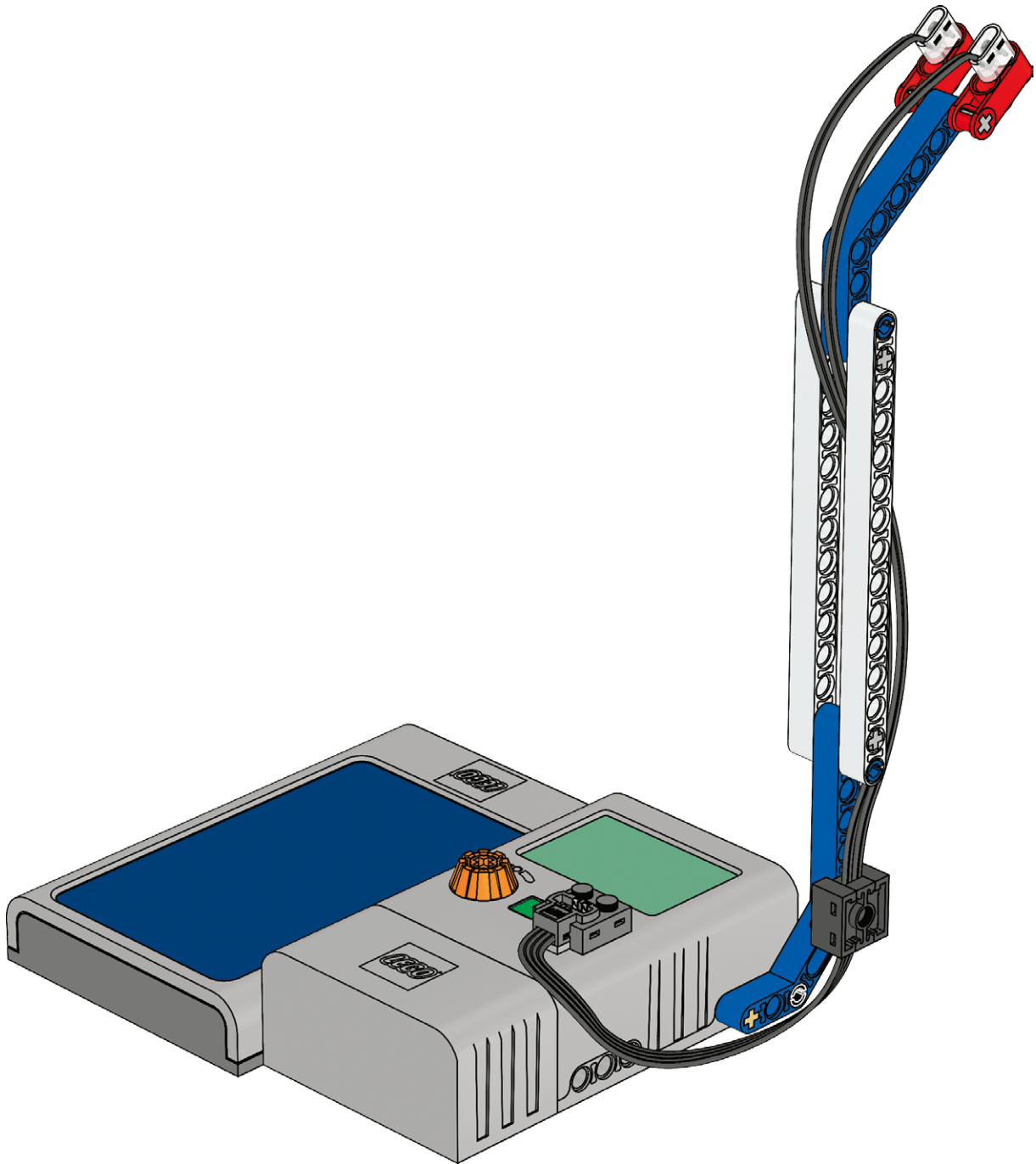
- Welche erneuerbare Energiequelle wäre am besten geeignet?
- Wie wird deine Spielfeldbeleuchtung funktionieren?
- Welche Arten von Bausteinen und Komponenten brauchst du?
- Wie sorgst du dafür, dass die Lösung leicht zu benutzen ist?
- Wie sorgst du dafür, dass sie zuverlässig funktioniert?

Regen Sie die Schüler nach Abschluss der Konstruktionsphase zum Nachdenken über ihre Lösung an.

- Fragen Sie zum Beispiel beim Test der Spielfeldbeleuchtung:
 - Welche erneuerbare Energiequelle fandest du am besten geeignet? Warum?
 - Wie leicht ist die Lichtanlage zu benutzen?
 - Wie zuverlässig ist sie?

Der Test der Anlage kann wie folgt durchgeführt werden: Die Spielfeldbeleuchtung wird in ein dunkles Zimmer gebracht. Dann wird getestet, wie lange sie an bleibt.

 - Hat die Beleuchtungsanlage bestimmte Nachteile? Welche?
- Lassen Sie die Schüler ihre Konstruktion durch digitale Fotos oder Zeichnungen festhalten.
- Dazu können sie Notizen zur Funktionsweise und zu Verbesserungsmöglichkeiten machen.
- Die Schüler sollen mit wenigen Worten aufschreiben, was bei dieser Entwicklungsaufgabe gut geklappt hat und was hätte besser gemacht werden können.



Vorschlagsmodell für einen Prototypen



Glossar

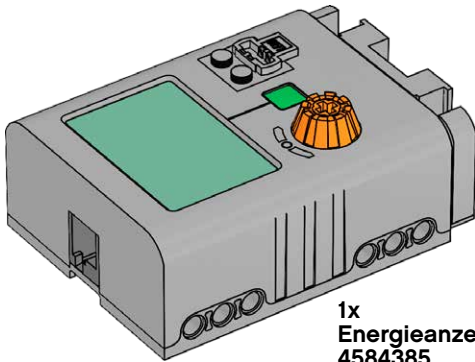
A	Ampere (A)	Die SI-Einheit der elektrischen Stromstärke. Ein Ampere entspricht dem Fluss der elektrischen Ladung 1 Coulomb pro Sekunde.
	Arbeit	Arbeit ist die Energie, die durch eine Kraft längs eines Weges auf einen Körper übertragen wird. Die verrichtete Arbeit kann berechnet werden, indem man die dazu erforderliche Kraft mit dem Weg multipliziert, der durch den Kraftaufwand zurückgelegt wurde (Arbeit = Kraft x Weg).
D	Drehmoment	Das Drehmoment spielt für die Rotation die gleiche Rolle wie die Kraft für die geradlinige Bewegung. Die SI-Einheit ist Newtonmeter (Nm).
	Durchflussvolumen	Das Volumen Flüssigkeit, das in einer bestimmten Zeit durch eine Öffnung fließt. Kann z. B. in Litern pro Stunde angegeben werden.
E	Elastische Energie	Auch „Verformungsenergie“ genannt. Eine Form potenzieller Energie, die durch Verformung von Material entsteht. Siehe auch „Potenzielle Energie“.
	Energie	Die Möglichkeit, Arbeit zu verrichten. Die SI-Einheit von Energie ist Joule (J).
	Energieumwandlung	Die Umwandlung einer Energieform in eine andere.
	Erdschwerebeschleunigung	Die Fallbeschleunigung, die ein Gegenstand aufgrund der Erdanziehung hat. Die Erdschwerebeschleunigung oder „Erdbeschleunigung“ beträgt normalerweise etwa 9,8 m/s ² , ändert sich jedoch mit der Höhe.
	Erneuerbare Energie	Energie, die aus natürlichen, unerschöpflichen Quellen stammt, z. B. Windkraft, Sonnenenergie oder Wasserkraft.
G	Generator	Eine elektrische Maschine, in der Magneten und Drahtspulen angeordnet sind. Wenn sich diese relativ zu einander drehen, kann kinetische Energie in elektrische Energie umgewandelt werden.
	Geschwindigkeit	Die zurückgelegte Wegstrecke eines Körpers pro Zeiteinheit. Die Geschwindigkeit kann mit dieser Formel berechnet werden: $\text{Geschwindigkeit} = \frac{\text{Zurückgelegter Weg}}{\text{Benötigte Zeit}}$
	Gewichtskraft	Die Gewichtskraft ist die Kraft, die ein Körper aufgrund der Erdanziehung auf seine Unterlage oder Aufhängung ausübt. Sie wird im Alltag häufig als „Gewicht“ bezeichnet und in Newton (N) gemessen. Auf dem Mond ist die Gewichtskraft eines Körpers viel geringer als auf der Erde, weil dort die Schwerebeschleunigung nur ca. ein Sechstel der Erdschwerebeschleunigung beträgt.

J	Joule (J)	Die abgeleitete SI-Einheit der Größen Energie, Arbeit und Wärme ist Joule (J). Ein Joule ist die Energiemenge, die benötigt wird, um über die Strecke von einem Meter die Kraft von einem Newton (N) aufzuwenden oder um eine Sekunde lang die Leistung von einem Watt (W) zu erbringen.
K	Kinetische Energie	Die Energie, die ein Gegenstand aufgrund seiner Bewegung enthält. Je schneller sich ein Gegenstand bewegt, desto höher ist seine kinetische Energie.
L	Lageenergie	Eine Form der potenziellen Energie, die ein Körper aufgrund seiner Höhe, seiner Masse und der Erdanziehung besitzt. Siehe auch „Potenzielle Energie“.
	Leistung	Leistung ist Energie oder Arbeit pro Zeit. Die SI-Einheit für Leistung ist Watt (W).
M	Masse	Die SI-Einheit von Masse ist Kilogramm (kg). Masse ist eine Eigenschaft der Materie und eine Ursache der Gravitation. Sie ist auch ein Maß für die Trägheit eines Körpers.
	Mechanische Energie	Potenzielle oder kinetische Energie, die direkt zur Verrichtung von Arbeit in einem mechanischen System verwendet werden kann.
N	Nicht-erneuerbare Energie	Energie, die aus einem begrenzten Vorkommen stammt, z. B. Kohle, Öl oder Gas.
P	Photovoltaik	Diese Bezeichnung setzt sich aus den Worten Photos (Licht) und Volt (elektr. Spannung) zusammen und bezieht sich auf technische Systeme, die Strahlungsenergie (insbesondere Sonnenlicht) in elektrische Energie (Elektrizität) umwandeln können.
	Potenzielle Energie	Die Energie, die ein Gegenstand aufgrund seiner Position oder Lage hat. Es handelt sich um eine Art von gespeicherter Energie. Einen Gegenstand, den man hochhebt und festhält, besitzt potenzielle Energie. Auch ein gespanntes Gummiband besitzt potenzielle Energie.
R	Reibung	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.
S	Senkrecht	Zwei Ebenen oder Geraden stehen zueinander senkrecht, wenn sie einen 90°-Winkel (rechter Winkel) einschließen, z. B. die Lichtstrahlen und das Solarmodul bei der Solaranlage.
	SI	Ein internationales Einheitensystem („Système international d’unités“).
	Solarmodul	Ein Solarmodul besteht aus mehreren Solarzellen, die zur Erreichung einer gewissen Leistungsfähigkeit verschaltet werden. Siehe auch „Solarzelle“.
	Solarzelle	Ein Solarmodul besteht aus mehreren verschalteten Solarzellen. Solarzellen können die Energie von Lichtstrahlen direkt in elektrische Energie umwandeln. Siehe auch „Solarmodul“.
	Sonnenstrahlung	Von der Sonne ausgehende, elektromagnetische Strahlung, die sichtbares Licht, UV- und Infrarotstrahlung beinhaltet.

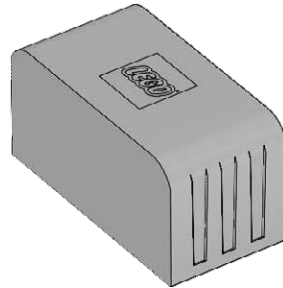
S	Spannung	Die elektrische Spannung gibt an, wie viel Energie nötig ist, um ein Objekt mit einer bestimmten elektrischen Ladung innerhalb eines elektrischen Feldes zu bewegen. Sie wird in Volt (V) gemessen.
	Staudamm	Ein Absperrbauwerk, das gegen einen Fluss oder eine Strömung errichtet wird. Häufig wird die Tiefe des Flusses erhöht oder der Fluss umgeleitet.
	Strom	Ein Fluss von Ladungsträgern durch einen Leiter. Der (elektrische) Strom wird in Ampere (A) gemessen.
T	Turbine	Eine Energiemaschine, welche die kinetische Energie von Fluiden (z. B. Wasser, Luft oder Dampf) in „Rotationsenergie“ (Drehbewegung) umwandelt.
V	Variable	Eine Größe, die unterschiedliche Werte annehmen oder sich verändern kann.
	Volt (V)	Die SI-Einheit der elektrischen Spannung, nach dem italienischen Physiker Alessandro Volta benannt. Abkürzung: V.
W	Wasserdruck	Der hydrostatische Druck innerhalb des Wassers, der häufig als Wassersäule ausgedrückt wird. Er entsteht durch die Erdanziehungskraft und spielt in jedem Wasserversorgungssystem eine Rolle.
	Watt (W)	Die SI-Einheit der Leistung, die als Arbeit pro Zeit definiert ist. Deshalb entspricht ein Watt (W) einem Joule (J) pro Sekunde (s).
	Wattzahl	Ein Maß für die Leistungsabgabe eines Produkts. Die Wattzahl ist das Produkt aus Spannung und Stromstärke. Siehe „Watt (W)“.
	Weg	Ein Weg beschreibt in der Physik häufig die Strecke einer Bewegung oder eine Entfernung zwischen zwei Dingen. Er wird mit einer Zahl und einer Längeneinheit angegeben.
	Wirkungsgrad	Definiert als Verhältnis von abgegebener Arbeit zu zugeführter Arbeit. Wird häufig als Prozentzahl ausgedrückt. Der Wirkungsgrad einer Maschine kann als Verhältnis von der nutzbaren, von der Maschine verrichteten Arbeit zur zugeführten Arbeit oder Energie beschrieben werden. Häufig geht durch Reibung viel Energie verloren, so dass sich der Wirkungsgrad einer Maschine verringert.



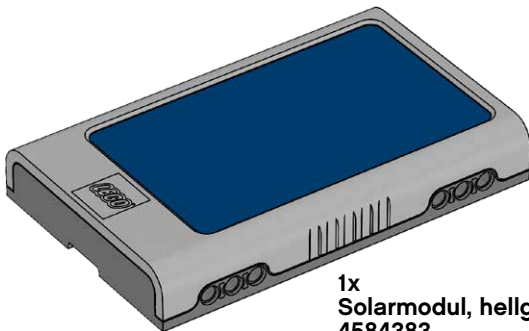
LEGO® Bausteinübersicht



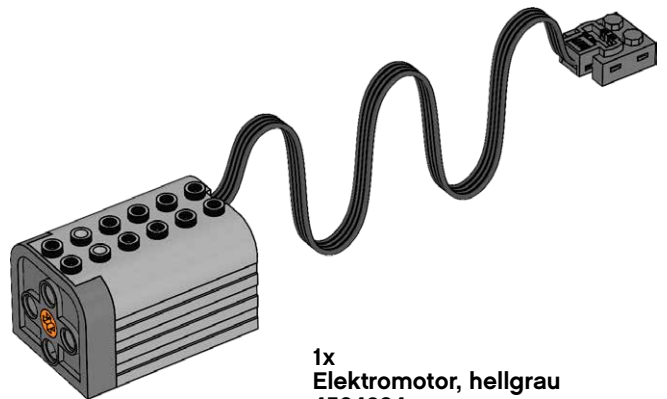
1x
Energieanzeige, hellgrau
4584385



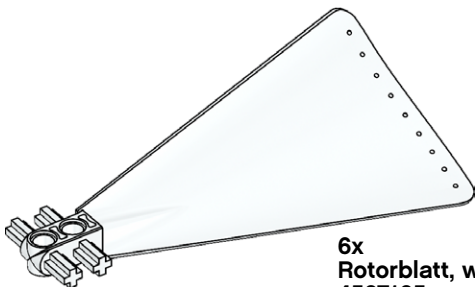
1x
Energiespeicher, dunkelgrau
6124226



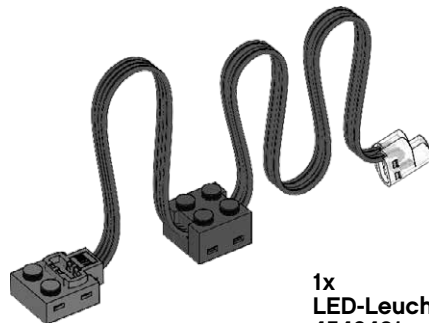
1x
Solarmodul, hellgrau
4584383



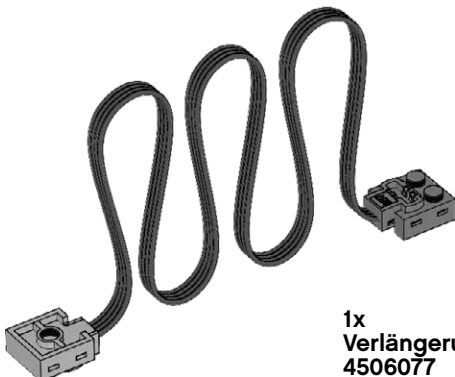
1x
Elektromotor, hellgrau
4584384



6x
Rotorblatt, weiß
4587185



1x
LED-Leuchte, weiß
4546421



1x
Verlängerungskabel, 50 cm
4506077

