

Im Mittelpunkt dieser Lektion

In dieser Lektion geht es darum, wie Wasserräder Energie erzeugen. Einzelne Schülerteams konstruieren und bauen aus alltäglichen Produkten ein funktionierendes Wasserrad und testen ihr Design in einem Wasserbecken. Die Wasserräder der Schüler und Schülerinnen müssen sich drei Minuten lang drehen können. Im Rahmen einer weiterführenden Aktivität können ältere Schüler und Schülerinnen ein von dem Wasserrad angetriebenes Zahnradsystem konstruieren. Dann beurteilen die Schüler und Schülerinnen die Wirksamkeit ihres Wasserrads und der Wasserräder der anderen Teams und tragen der Klasse ihre Ergebnisse vor.



Zusammenfassung dieser Lektion

In der Lektion „Arbeiten mit Wassermühlen“ wird untersucht, wie Wassermühlen im Wandel der Zeiten zur Nutzbarmachung von Energie aus Wasser beigetragen haben. Die Schüler und Schülerinnen arbeiten in Teams von „Ingenieuren“ an Konstruktion und Bau ihres eigenen Wasserrads aus alltäglichen Gegenständen. Sie testen ihr Wasserrad, werten ihre Ergebnisse aus und tragen der Klasse ihre Überlegungen vor.

Altersstufen

8-18.

Ziele

- ◆ Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Konstruktionstechniken lernen.
- ◆ Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Planen und Bauen lernen.
- ◆ Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über das Arbeiten in Gruppen (Teamarbeit) lernen.

Erwartete Ergebnisse zum Vorteil der Lernenden

Als Ergebnis dieser Aktivität sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis der folgenden Konzepte entwickeln:

- ◆ Bautechnik und -konstruktion
- ◆ Problemlösung
- ◆ Teamarbeit

Arbeiten mit Wassermühlen

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org

© 2018 IEEE – All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

Aktivitäten dieser Lektion

Die Schüler und Schülerinnen lernen, wie Wassermühlen im Wandel der Zeiten zur Nutzbarmachung der dem Wasser abzugewinnenden Energie eingesetzt wurden. Sie entwickeln in Teamarbeit ihr eigenes Wasserrad aus Gegenständen des Alltags, testen ihr Wasserrad, bewerten dieses wie auch die Wasserräder der anderen Schüler und Schülerinnen und tragen der Klasse ihre Erkenntnisse vor.

Ressourcen/Materialien

- ◆ Ressourcendokumente für Lehrer (liegen bei)
- ◆ Schülerarbeitsblätter (liegen bei)
- ◆ Ressourcenblätter für Schüler (liegen bei)

Abstimmung auf Lehrpläne

Siehe das beiliegende Lehrplan-Abstimmungsblatt.

Weiterführende Websites

- ◆ TryEngineering (www.tryengineering.org)
- ◆ Waterwheel Factory (www.waterwheelfactory.com)
- ◆ U.S. Geological Survey Hydroelectric Power (<https://water.usgs.gov/edu/hyhowworks.html>)
- ◆ Society for the Preservation of Old Mills (www.spoom.org)

Ergänzende Literaturempfehlungen

- ◆ Cathedral, Forge and Waterwheel: Technology and Invention in the Middle Ages (ISBN: 0060925817)
- ◆ Windmills and Waterwheels Explained (ISBN: 1846740118)

Optionale Schreibaktivität

- ◆ Schreibe einen Aufsatz oder einen Absatz darüber, wie die vom Menschen zu leistende Arbeit durch die Anwendung konstruktionstechnischer Verfahren und Erkenntnisse im Wandel der Zeit reduziert wurde.

Für Lehrer: Abstimmung auf Lehrpläne

Hinweis: Alle Unterrichtspläne dieser Serie sind mit den vom National Research Council veröffentlichten und von der National Science Teachers Association unterstützten *National Science Education Standards* (Lernziele in den Naturwissenschaften) und darüber hinaus mit den *Standards for Technological Literacy* (Standards für technische Bildung) der International Technology Education Association oder den *Principles and Standards for School Mathematics* (Grundsätze und Standards für den Mathematikunterricht) des National Council of Teachers of Mathematics abgestimmt.

◆ National Science Education Standards Kindergarten bis 4. Klasse (4-9 Jahre)

INHALTSSTANDARD A: Wissenschaft als Erkundung

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- ◆ Zur Durchführung einer wissenschaftlichen Erkundung notwendige Fähigkeiten

INHALTSSTANDARD B: Naturwissenschaft

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- ◆ Position und Bewegung von Gegenständen

INHALTSSTANDARD E: Wissenschaft und Technologie

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- ◆ Fähigkeiten zu technologischen Designs

INHALTSSTANDARD F: Wissenschaft in persönlichen und sozialen Perspektiven

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- ◆ Einsatz von Wissenschaft und Technologie zur Lösung örtlicher Herausforderungen

INHALTSSTANDARD G: Geschichte und Wesen der Wissenschaft

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- ◆ Wissenschaft als menschliches Bestreben

◆ National Science Education Standards 5. bis 8. Klasse (10-14 Jahre)

INHALTSSTANDARD A: Wissenschaft als Erkundung

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- ◆ Zur Durchführung einer wissenschaftlichen Erkundung notwendige Fähigkeiten

INHALTSSTANDARD B: Naturwissenschaft

Als Ergebnis ihrer Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- ◆ Bewegungen und Kräfte
- ◆ Energieübertragung

Arbeiten mit Wassermühlen

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org

© 2018 IEEE – All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

Für Lehrer:

Abstimmung auf Lehrpläne (Fortsetzung)

INHALTSSTANDARD E: Wissenschaft und Technologie

Als Ergebnis von Aktivitäten in den Klassenstufen 5-8 sollten alle Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- ◆ Fähigkeiten zu technologischen Designs

INHALTSSTANDARD F: Wissenschaft in persönlichen und sozialen Perspektiven

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- ◆ Wissenschaft und Technologie in der Gesellschaft

◆ National Science Education Standards 9. bis 12. Klasse (14-18 Jahre)

INHALTSSTANDARD A: Wissenschaft als Erkundung

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- ◆ Zur Durchführung einer wissenschaftlichen Erkundung notwendige Fähigkeiten

INHALTSSTANDARD B: Naturwissenschaft

Als Ergebnis ihrer Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- ◆ Bewegungen und Kräfte
- ◆ Wechselwirkung zwischen Energie und Materie

INHALTSSTANDARD E: Wissenschaft und Technologie

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- ◆ Fähigkeiten zu technologischen Designs

INHALTSSTANDARD F: Wissenschaft in persönlichen und sozialen Perspektiven

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- ◆ Rohstoffquellen
- ◆ Wissenschaft und Technologie angesichts örtlicher, nationaler und globaler Herausforderungen

INHALTSSTANDARD G: Geschichte und Wesen der Wissenschaft

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- ◆ Historische Perspektiven

◆ Standards für technische Bildung – alle Altersstufen

Wesen der Technologie

- ◆ Standard 2: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der Kernkonzepte der Technologie entwickeln.
- ◆ Standard 3: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der Beziehungen innerhalb verschiedener Technologien und der Verbindungen zwischen Technologie und anderen Studiengebieten entwickeln.

Arbeiten mit Wassermühlen

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org

© 2018 IEEE – All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

Für Lehrer:

Abstimmung auf Lehrpläne (Fortsetzung)

Technologie und Gesellschaft

- ◆ Standard 4: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der kulturellen, sozialen, wirtschaftlichen und politischen Auswirkungen von Technologie entwickeln.
- ◆ Standard 5: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis des Einflusses von Technologie auf die Umwelt entwickeln.

Design

- ◆ Standard 9: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis von Konstruktionsdesigns entwickeln.
- ◆ Standard 10: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der Funktion der Fehlersuche, der Forschung und Entwicklung, von Erfindungen und Innovationen und der Experimentierung bei der Problemlösung entwickeln.

Fähigkeiten für eine technologische Welt

- ◆ Standard 11: Die Schüler und Schülerinnen müssen die Fähigkeit zur Anwendung des Designprozesses entwickeln.
- ◆ Standard 13: Die Schüler und Schülerinnen müssen Fähigkeiten zur Beurteilung der Auswirkungen von Produkten und Systemen entwickeln.

Die geplante Welt

- ◆ Standard 16: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis von Energie- und Antriebstechnologien sowie die Fähigkeit zu deren Auswahl und Nutzung entwickeln.
- ◆ Standard 20: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis von Konstruktionstechnologien sowie die Fähigkeit zu deren Auswahl und Nutzung entwickeln.

Für Lehrer: Ressourcen für Lehrer

◆ Ziel dieser Lektion

In dieser Lektion geht es darum, wie Wasserräder Energie erzeugen. Einzelne Schülerteams konstruieren und bauen aus alltäglichen Produkten ein funktionierendes Wasserrad und testen ihr Design in einem Wasserbecken. Die Wasserräder der Schüler und Schülerinnen müssen sich drei Minuten lang drehen können. Im Rahmen einer weiterführenden Aktivität können ältere Schüler und Schülerinnen ein von dem Wasserrad angetriebenes Zahnradsystem konstruieren. Dann beurteilen die Schüler und Schülerinnen die Wirksamkeit ihres Wasserrads und der Wasserräder der anderen Teams und tragen der Klasse ihre Ergebnisse vor.

◆ Lektionsvorgaben

- ◆ Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Konstruktionstechniken lernen.
- ◆ Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Planen und Bauen lernen.
- ◆ Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über das Arbeiten in Gruppen (Teamarbeit) lernen.

◆ Materialien

- ◆ Ressourcenblatt für Schüler
- ◆ Schülerarbeitsblätter
- ◆ Wasserquelle, großes Wasch- oder Spülbecken, Klebeband, Stoppuhr oder andere Uhr, Messbecher oder Gießvorrichtung – wenn Sie einen Behälter verwenden, der etwa 20 l Wasser fasst, können Sie diesen zum Testen der Wassermühlen der einzelnen Gruppen immer wieder verwenden.
- ◆ Ein Materialsatz pro Schülergruppe:
 - Styroporzylinder, Kunststoff- oder Holzlöffel, kleine Holzstücke (aus Balsaholz), biegsamer Draht (z. B. für Blumengebinde oder Basteldraht), Schnur, Heftklammern, Gummibänder, Zahnstocher, Alufolie, Klebeband, Holzdübel, Kunststoff- oder paraffinierte Deckel von Lebensmittelbehältern oder andere Materialien.



◆ Verfahren

1. Zeigen Sie den Schülern die verschiedenen Informationsblätter für Schüler. Diese können in der Klasse gelesen oder im Voraus als Hausaufgabe zum Lesen aufgegeben werden.
2. Bilden Sie Gruppen aus 2 bis 3 Schülern und stellen Sie jeder Gruppe einen Materialsatz zur Verfügung.

Für Lehrer:

Ressourcen für Lehrer (Fortsetzung)

3. Erklären Sie den Schülern und Schülerinnen, dass sie unter Verwendung alltäglicher Produkte ihr eigenes Wasserrad konstruieren müssen, das nur dann als gelungen betrachtet werden kann, wenn es sich drei Minuten lang dreht, ohne auseinanderzufallen.
4. Die Schüler und Schülerinnen kommen in ihren Gruppen zusammen und entwickeln einen Plan für ihr Wasserrad. Sie einigen sich auf die benötigten Materialien, schreiben ihren Plan auf bzw. fertigen eine Planzeichnung an und tragen diesen Plan dann der Klasse vor.
5. Die Schülerteams können zusätzliche Mengen der ihnen zur Verfügung gestellten Materialien anfordern, maximal jedoch zwei komplette Materialsätze pro Team. Außerdem dürfen sie uneingeschränkt Materialien mit anderen Teams austauschen, um ihre optimale Teileliste zusammenzustellen.
6. Danach setzen die Schülergruppen ihren Plan um. Eventuell müssen sie ihren Plan noch einmal überdenken, um andere Materialien bitten, mit anderen Teams tauschen oder von Vorne beginnen.
7. Als Nächstes testen die Teams ihre Wasserräder in einem großen Wasserbecken. Sie müssen ihr Wasserrad fixieren können, sodass es in der Mitte des Beckens verbleibt und nicht nach vorne weg gleitet.
8. Abschließend füllen die Teams ein Auswertungs-/Reflexionsarbeitsblatt aus und tragen der Klasse ihre Ergebnisse vor.



◆ Benötigte Zeit

Zwei bis drei 45-Minuten-Sitzungen

◆ Tipps

Schlagen Sie älteren Schülern und Schülerinnen vor, ein Zahnradsystem zu entwickeln, mit dem ein Gegenstand unter Nutzbarmachung der vom sich drehenden Rad erzeugten Energie angehoben wird. Dies lässt sich mit Zwirnspeulen erreichen, die am Ende eines Stabes angeklebt werden, mit Gummibändern und vielleicht auch mit Schnur. Fordern Sie die Schüler und Schülerinnen auf, durch Wasserkraft einen Gegenstand anheben zu lassen.

Ressource für Schüler: Wassermühlen in der Geschichte

Eine Wassermühle ist eine Vorrichtung, die als Antrieb für einen mechanischen Prozess, z. B. zum Mahlen von Mehl, zur Holzproduktion oder zur Metallformung (Walzen, Schleifen oder Drahtziehen), ein Wasserrad oder eine Turbine verwendet. Eine Wassermühle, die Elektrizität erzeugt, wird häufig als Wasserkraftwerk bezeichnet.

Die Griechen und Römer der Antike gelten als die ersten Völker, die ihre Mühlen mit Wasser antrieben. Im frühen 1. Jahrhundert v. Chr. beschrieb der griechische Epigrammiker Antipater von Thessaloniki ein Wasserrad, das wirksam zum Mahlen von Getreide und zur Reduzierung der menschlichen Arbeitsleistung eingesetzt wurde.

Die Römer bauten einige der ersten zum Mahlen von Getreide benutzten Wassermühlen außerhalb Griechenlands und verbreiteten die Technologie für den Bau von Wassermühlen im gesamten Mittelmeerraum. Im Bild rechts seht ihr eine rekonstruierte Wassermühle in Ayrshire, Schottland.



◆ Wie funktioniert sie?

Eine Wassermühle lenkt Wasser von einem Fluss oder Teich auf ein Wasserrad um, wofür gewöhnlich ein Kanal oder ein Rohr gebaut wird. Die Wasserkraft treibt bzw. drückt die Schaufeln des Rades (bzw. der Turbine), das (die) dann eine Achse dreht, die wiederum die daran montierte Maschine antreibt. Das Wasser, das das Wasserrad dreht, läuft dann wieder aus der Wassermühle heraus. Manchmal werden mehrere Mühlen der Reihe nach entlang eines Wasserlaufs angeordnet, sodass das Wasser sie alle durchläuft und dabei mehrere Räder dreht.

◆ Horizontal oder vertikal?

Wassermühlen mit horizontalem Wasserrad auf einer vertikalen Achse werden gelegentlich als „griechische Mühlen“ bezeichnet. Eine „römische Mühle“ dagegen beschreibt eine Wassermühle mit einem vertikalen Rad (auf einer horizontalen Achse). Mühlen der griechischen Art sind das ältere und einfachere der beiden Designs; um richtig zu funktionieren, bedürfen sie einer schnellen Wasserströmung. Die Mühlen römischer Bauart sind in Bezug auf ihre Bestandteile deutlich komplizierter und erfordern Zahnräder, die die Energie von einer Welle mit horizontaler Achse auf eine Welle mit vertikaler Achse übertragen. Im Bild rechts seht ihr die Rekonstruktion einer römischen Maschine zum Heben (Schöpfen) von Wasser, die bei Ausgrabungen in der Aldersgate Street in London (Großbritannien) gefunden wurde.

Schülerarbeitsblatt: **Konstruiere dein eigenes Wasserrad**

Ihr seid ein Ingenieurteam, dem die Aufgabe gestellt wurde, mit Gegenständen des täglichen Gebrauchs sein eigenes Wasserrad zu konstruieren. Euer Rad muss sich bei einem dreiminütigen Funktionstest im Wasser bewähren.

◆ Planungsphase

Trefft euch im Team und diskutiert über das Problem, das gelöst werden muss. Einigt euch dann auf ein Design für euer Wasserrad und entwickelt dieses. Ihr müsst zunächst entscheiden, welche Materialien ihr verwenden wollt. Denkt daran, dass alle eure Teile mit Wasser in Berührung kommen werden. Zeichnet euren Entwurf unten im dafür vorgesehenen Feld und gebt eine Beschreibung und die Zahl der Teile an, die ihr zu verwenden beabsichtigt. Zeigt euer Design der Klasse. Ihr könnt den Plan eures Teams auf der Basis des Feedbacks aus der Klasse abändern.



Benötigte Materialien:

Arbeiten mit Wassermühlen

Entwickelt von IEEE als Teil von TryEngineering www.tryengineering.org

© 2018 IEEE – All rights reserved.

Use of this material signifies your agreement to the [IEEE Terms and Conditions](#).

Schülerarbeitsblatt (Fortsetzung):

◆ Bauphase

Baut euer Wasserrad. Ihr könnt beim Bauen beschließen, dass ihr zusätzliche Materialien benötigt oder dass sich etwas an eurem Design ändern muss. Das ist völlig in Ordnung – macht einfach eine neue Zeichnung und überarbeitet eure Materialliste.

◆ Testphase

Jedes Team muss sein Wasserrad in einem Wasserbecken im Klassenzimmer testen. Ihr müsst bei eurem Test eine Stoppuhr mitlaufen lassen, um zu überprüfen, ob euer Wasserrad drei Minuten lang laufen kann, ohne auseinanderzufallen. Achtet auf alle Fälle auch auf die Tests der anderen Teams und beobachtet, wie deren verschiedene Designs funktionieren.

◆ Auswertungsphase

Wertet die Ergebnisse eures Teams aus, füllt das Auswertungsarbeitsblatt aus und tragt der Klasse eure Resultate vor.

Auf diesem Arbeitsblatt könnt ihr die Ergebnisse eures Teams bei der Lektion „Arbeiten mit Wassermühlen“ bewerten:

1. Ist es euch gelungen, ein Wasserrad zu konstruieren, das sich drei Minuten lang gedreht hat? Wenn nicht: Warum ist euer Plan gescheitert?

2. Habt ihr während der Bauphase beschlossen, euer ursprüngliches Design zu ändern oder zusätzliche Materialien anzufordern? Warum?

3. Habt ihr eure Baumaterialien mit anderen Teams ausgetauscht? Wie ist das für euch gelaufen?

Schülerarbeitsblatt (Fortsetzung)

4. Wenn Ihr euch andere Materialien hätten besorgen können, als ihr erhalten habt, was hätte euer Team dann angefordert? Warum?

5. Glaubt ihr, dass echte Ingenieure ihre Originalpläne während der Herstellung von Systemen oder Produkten anpassen müssen? Warum könnte dies nötig sein?

6. Wenn ihr noch einmal von Vorne anfangen könntet, wie würdet ihr euren Designplan dann ändern? Warum?

7. Welche Designs oder Methoden, die eurer Meinung nach gut funktioniert haben, habt ihr die anderen Teams ausprobieren sehen?

8. Glaubt ihr, dass ihr dieses Projekt allein (ohne Hilfe des Teams) hättet fertig stellen können? Erläutert eure Antwort.

9. Welche Nachteile sind mit dem Wasserrad als einer zuverlässigen Energiequelle verbunden?

10. Welche Vorteile sind mit dem Wasserrad als einer Quelle erneuerbarer Energie verbunden?