

zeitbild

# Technik im naturwissenschaftlichen Unterricht

Handreichung für Lehrkräfte

Robert Bosch **Stiftung**

# Inhalt & Einleitung

---

01	Bau von Elektroautos.....	04	05	Bau von Solarbooten .....	14
02	Herstellung von Sensoren .....	06	06	Fingerabdrücke untersuchen .....	17
03	Bau und Funktion einer Windturbine ..	09	07	Brücken bauen.....	19
04	Herstellung einer Farbstoffsolarzelle ..	11	08	Sonnenschutzmilch herstellen.....	21

---

## Technik im naturwissenschaftlichen Unterricht

Unsere Schüler wachsen in einer durch Naturwissenschaft und Technik geprägten Welt auf. Sie nehmen Technik als selbstverständlich gegeben wahr. Ihre natürliche Neugierde richtet sich auch auf die Welt der Technik und sollte durch die Schule gefördert werden. Die Schule muss deshalb auch die Technik in ihrem Bildungsauftrag deutlich berücksichtigen.

„Naturwissenschaftliches Arbeiten und Denken ist integraler Bestandteil einer zeitgemäßen Bildung. Naturwissenschaftliche Bildung umfasst Kenntnisse, Kompetenzen und Einstellungen, die die Schüler in ihrer Neugier unterstützen und zu Problemlösestrategien hinführen. Technische Bildung ermöglicht zusätzlich Verständnis für technische Strukturen und Abläufe und zeigt Lösungen für konkrete Problemstellungen in unserer Gesellschaft auf.“ (Zitat aus den Bildungsstandards für das Fach Naturwissenschaft und Technik an den allgemeinbildenden Gymnasien in Baden-Württemberg 2004).

In diesem Sinne soll ein motivierender naturwissenschaftlich-technischer Unterricht dazu beitragen, dass sich unsere Schüler mit technischen Fragen auseinandersetzen und so auch an die Berufsfelder der Naturwissenschaften und der Technik herangeführt werden. In unseren Augen gehören Naturwissenschaften und Technik zur Allgemeinbildung!

Die nachfolgenden Unterrichts-Beispiele sind aus NaT-Working-Projekten der Robert Bosch Stiftung in den Jahren 2000–2010 entstanden. Die Berater-Gruppe hat sie ausgewählt, da sie sich für einen projektorientierten naturwissenschaftlich-technischen Unterricht eignen. Die Unterschiedlichkeit und Vielseitigkeit der verschiedenen NaT-Working-Projekte spiegelt sich in den Arbeitsblättern wieder. Die Schülerarbeitsblätter (Kopiervorlage) dienen den Schülern als Arbeitsgrundlage. Die Blätter für die Lehrkräfte dienen als Anregung für die unterrichtliche Einbindung.

### Sicherheitshinweise

Die Lehrkräfte müssen sich über die in ihrem Bundesland üblichen Regeln zum technischen Arbeiten informieren. Es ist notwendig, dass die ausführenden Lehrkräfte die Erlaubnis besitzen, die Schüler in den Gebrauch der Werkzeuge und Maschinen einzuweisen. Die Unfallkassen der Länder stellen hierzu Informationen und Regelwerke bereit. Auskünfte erteilen auch die jeweiligen Kultusministerien,

# Hinweise

---

Schulaufsichtsbehörden und die Schulträger. Die Schüler müssen in die sicherheitsrelevanten Belange praktischen Arbeitens und der Materialien eingewiesen sein, ebenso in die Sicherheitseinrichtungen im Labor/Fachraum, den Umgang mit Chemikalien sowie die Bedeutung der Sicherheitsaufkleber.

## Weiterführende Hinweise und Informationen

Unfallkasse Baden-Württemberg: [www.uk-bw.de](http://www.uk-bw.de)

[www.kmk.org/fileadmin/doc/Bildung/PDF-IID/RISU-KMK\\_Empf-03.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/doc/Bildung/PDF-IID/RISU-KMK_Empf-03.pdf)

[www.chemiedidaktik.uni-frankfurt.de/sicherheit/index.html](http://www.chemiedidaktik.uni-frankfurt.de/sicherheit/index.html)

[www.physik.uni-regensburg.de/didaktik/gem\\_Mat/Sicherheit\\_i\\_PhUnt.pdf](http://www.physik.uni-regensburg.de/didaktik/gem_Mat/Sicherheit_i_PhUnt.pdf)

Naturwissenschaft und Technik in Baden-Württemberg: [www.nwt-bw.de](http://www.nwt-bw.de) und [www.nat.nwt-bw.de](http://www.nat.nwt-bw.de)

## Die Fachberater

Pädagogische Arbeitsgruppe Naturwissenschaft und Technik (NwT) Baden-Württemberg:

Dr. Hans-Peter Bühl, Staatliches Seminar für Didaktik und Lehrerbildung, Tübingen

Carsten Hansen, Scheffel-Gymnasium, Bad Säckingen

Alexander Schäfer, Friedrich-Schiller-Gymnasium, Marbach a. N.

Sabine Schatte, Lessing Gymnasium, Karlsruhe

Gerhard Stern, Ludwig-Frank-Gymnasium, Mannheim

## Beratung und Unterstützung Versuchsleitungen

Bau von Elektroautos: Dr. Philipp Linder

Herstellung von Sensoren: Alexander Schäfer, Werner Fick

Bau und Funktion einer Windturbine: Arno Klose, Michael Strümpel

Herstellung einer Farbstoffsolarzelle (Grätzelzelle): Walter Wagner, Science Forum Universität Siegen

Bau von Solarbooten: Klaus Memmen, Wolf Rüdiger Schanz

Untersuchung von Fingerabdrücken: Science Forum Universität Siegen

Bau von Brücken: Sabine Wilky, Wolfgang Schwarz

Herstellung von Sonnenschutzmilch und Prüfung der Wirksamkeit: Science Forum Universität Siegen

Wir danken darüber hinaus den hier aufgeführten Kollegen für die Unterstützung bei der Sichtung und Vorauswahl von Versuchen und Projektbeschreibungen aus dem NaT-Working-Programm:

Thomas Berlin, Erika Glaser, Miriam Halbach, Angelika Hellmer, Joachim Kranz, Gerhard Stern,

Christine Stoepel, Wolfgang Schwarz, Klaus Trimborn

## Hinweis zu Links und Literatur

Die in dieser Handreichung für Lehrkräfte aufgeführten Internetadressen und Literaturangaben wurden durch den Zeitbild Verlag in Zusammenarbeit mit den pädagogischen Betreuern ausgewählt. Die Angaben sollen Ihnen weiterführende Informationen und Hinweise geben und Sie bei Ihrer Arbeit unterstützen. Die Robert Bosch Stiftung übernimmt keine Haftung für die Inhalte von Internetlinks. Für den Inhalt der verlinkten Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich. Dies gilt sinngemäß auch für Inhalte und Aussagen der angegebenen Literatur.



## Ziele und Intentionen

Die einfach klingende Aufgabe, ein Fahrzeug zu bauen, das mithilfe verschiedener Antriebe eine möglichst lange Strecke zurücklegt, bietet vielfältige Lernmöglichkeiten und initiiert bei den Schülern unterschiedliche Lernprozesse. Angefangen bei der Auswahl der entsprechenden Materialien und Werkzeuge bis hin zu notwendigen feinmotorischen Fähigkeiten beim Zusammenbau ergibt sich ein Projekt, das Schülern die Möglichkeit bietet, ihre konstruktiven, handwerklichen und planerischen Fähigkeiten und Fertigkeiten auszubilden und zu vertiefen. Darüber hinaus lassen sich grundlegende technische und naturwissenschaftliche Inhalte anlegen und weiterführen.

## Ziele des Unterrichts

Die Schüler sollen die Funktionen, d. h. die vielfältigen Aufgaben, die von Fahrzeugen übernommen werden können, nachvollziehen, den Aufbau und die Funktionsweise alternativer „Antriebskonzepte“ grundlegend begreifen und Vor- und Nachteile verschiedener Anwendungsmöglichkeiten kennenlernen.

## Sachliche Voraussetzungen

Ziel ist ein Lernzuwachs, der sich in einer ersten Kenntnis grundlegender Funktionen einfacher Maschinen widerspiegelt. Es werden Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Konstruktion einfacher technischer Modellfahrzeuge vermittelt, die mittels sachgerechtem Werkstoff- und Werkzeugeinsatz hergestellt werden. Dazu sind im Einzelnen:

- :: Konstruktionszeichnungen zu erstellen,
- :: Arbeitspläne aufzustellen,
- :: Materialien und Werkzeuge zur Konstruktion und Herstellung der Fahrzeuge passend auszuwählen und anzuwenden,
- :: Kriterienlisten zu den Anforderungen, die an das Fahrzeug gestellt werden, zu entwickeln,
- :: Entwicklungsprozesse vom „freien Bauen“ zum „Konstruieren“ nachzuvollziehen,
- :: Versuche zur Überprüfung der Kriterien zu entwickeln (Testparcours),
- :: Testergebnisse zu dokumentieren und zu vergleichen,
- :: fächerübergreifende Problemlösestrategien im Rahmen der Entwicklungsarbeit auszubilden und anzuwenden,
- :: Ergebnisse in den Entwicklungsprozess der Fahrzeuge einzubinden.

Darüber hinaus ist es den Schülern im Rahmen dieses Projekts möglich, grundlegende Erfahrungen bei der Ver- und Bearbeitung unterschiedlicher Werkstoffe wie Holz, Metall und Kunststoff zu sammeln. Sie vertiefen den sachgerechten Einsatz von Werkzeugen und lernen generelle Schritte zur Konstruktion und Herstellung technischer Objekte kennen. Ein planmäßiges Vorgehen wird dadurch gefördert, dass die Reihenfolge der einzelnen Arbeitsschritte gemeinsam zu planen ist. In diesem Zusammenhang erweist sich eine detaillierte Konstruktionszeichnung, aus der sich ein Arbeitsplan ableiten lässt, als überaus hilfreich. Die anschließenden Entwicklungsschritte werden von den Schülern dokumentiert, durch entsprechende Versuche überprüft und die Resultate bei der Weiterarbeit berücksichtigt.



## Inhaltliche Voraussetzungen

### Erste Einheit: Freies Bauen von Fahrzeugen

Bevor mit der Konstruktion und Herstellung der Fahrzeuge begonnen wird, ist zu klären, über welche Eigenschaften, Baugruppen und Bauteile das zu entwickelnde Fahrzeug (Räderfahrzeug) verfügen soll. Hier bietet es sich an, mit den Schülern die Methode des Brainstormings anzuwenden. Ausgehend von der Projektüberschrift „Räderfahrzeuge“ lassen sich auf diesem Wege die Vorerfahrungen der Schüler auf diesem Gebiet ermitteln und Konstruktionskriterien für die Fahrzeuge erarbeiten. Hierzu gehört beispielsweise, dass die Fahrzeuge möglichst weit und möglichst schnell fahren können. Des Weiteren können Rollfähigkeit, Reibung, Lenkung und Antrieb weitere Eigenschaften darstellen, die es zu untersuchen beziehungsweise zu entwickeln und zu optimieren gilt.

### Zweite Einheit: Ein verbessertes Grundmodell

Beim Ausprobieren der teilweise sehr aufwendig geplanten Fahrzeuge werden sich verschiedene Probleme ergeben. An dieser Stelle macht es Sinn, gemeinsam mit den Schülern häufig auftretende Probleme zu sammeln, zusammenzufassen und Lösungen zu erarbeiten. Ein Vergleich der eigenhändig hergestellten Fahrzeuge mit industriell gefertigten Spielzeugautos deckt in diesem Zusammenhang viele Konstruktionsmängel sofort auf. Auf Grundlage der festgestellten Probleme wird in einem nächsten Schritt ein verbessertes Grundmodell entwickelt. Die Bezeichnung Grundmodell rührt daher, dass es sich hierbei lediglich um das Fahrwerk handelt, das aus einem Holzrahmen, Achsen, Achshalterungen und Reifen besteht. Dieses kann beispielsweise mit einem Antrieb, einer Beleuchtungsanlage, einer Bremse, Lenkung oder mit einem zusätzlichen Aufbau versehen werden.

### Dritte Einheit: Entwicklung

Hinsichtlich Konstruktion und Herstellung ist der Elektroantrieb eine anspruchsvolle Möglichkeit, das Grundmodell in Bewegung zu versetzen. Diese Variante bietet sich besonders an, um Grundlagen aus dem Bereich „elektrischer Strom und Stromkreise“ mit Kenntnissen auf dem Gebiet der „Getriebetechnik“ zu verbinden und zu vertiefen. Zum Ende der dritten Einheit bieten sich nun zahlreiche Möglichkeiten, vertiefend in das Thema einzusteigen. Neben weiteren Antriebsarten lassen sich z. B. Mechanismen zur Lenkung, zum Bremsen oder auch zur Beleuchtung der Fahrzeuge entwickeln. Eine Überleitung zu den Themenbereichen „Fahrrad“ und „Getriebe“ ist ebenfalls gut möglich.

### Weiterführende Hinweise und Informationen

Alle benötigten Materialien können über den Lehrmittelhandel kostengünstig bezogen werden, z. B. bei der Firma Traudl Riess: [www.traudl-riess.de](http://www.traudl-riess.de).

Bezug des Green-Cap-Kondensators über Conrad Electronic: [www.conrad.de](http://www.conrad.de)

Internetseite zur Kraftfahrzeugtechnik mit Animationen: [www.kfz-tech.de/benzDreirad.htm](http://www.kfz-tech.de/benzDreirad.htm)

Unterrichtseinheit zum Bau des Elektroautos: „Das Auto – eine Maschine verändert die Welt“.

[www.uni-muenster.de/imperia/md/content/fachbereich\\_physik/technik\\_didaktik/auto.pdf](http://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/fachbereich_physik/technik_didaktik/auto.pdf)



## Ziele und Intentionen

In unserer modernen Welt sind wir täglich von einer Vielzahl von Sensoren umgeben, die wir nicht als solche wahrnehmen, jedoch unbewusst nutzen. Die genannten Beispiele stammen aus dem Kraftfahrzeugbereich, sodass sie in Unterrichtseinheiten zu den Themenbereichen Fortbewegung und Verkehrssicherheit genutzt werden können.

In den in ihrer Komplexität ansteigenden Beispielen sind die wesentlichen Grundelemente der Sensortechnik enthalten. Die Schüler bauen Sensoren und verwenden handelsübliche, preiswerte Sensoren in einfachen Schaltungen. Wesentliche Unterrichtsziele bestehen im Planen und Konstruieren von Sensorschaltungen. Für die Dokumentation erstellen die Schüler elektrische Schaltpläne und einfache bemaßte technische Zeichnungen.

## Sachliche Voraussetzungen

Für alle drei Projekte sollten einfaches Lötwerkzeug, die entsprechenden Bauelemente und Platinen vorhanden sein. Im ersten Projekt ist zusätzlich eine Grundausrüstung für Holzbearbeitung und einfache Montage nötig (Bohrmaschine, Feinsäge, Schraubendreher ...).

## Inhaltliche Voraussetzungen

Um die Projekte bearbeiten zu können, benötigen die Schüler Grundkenntnisse aus der Mittelstufe im Fach Physik. Sie sollten den Aufbau elektrischer Schaltungen kennen und Kenntnisse der verwendeten Bauteile haben. In den beiden letzten Projekten sind Grundkenntnisse über Transistorschaltungen nötig. Hier wird der Einsatz des Feldeffekttransistors vorgeschlagen, weil er für die Steuerung von Aktoren hoher Leistung besser geeignet ist.

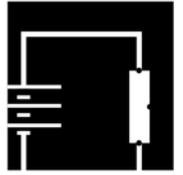
## TANKFÜLLSTANDESENSOR

### Mögliche Ergebnisse

Die Schüler bestimmen die Höhe des Wasserstands mit Hilfe des Drehwinkels des Potentiometers. Der Schwimmer wird an einem Ende einer Leiste befestigt, deren anderes Ende auf die Achse des Potentiometers montiert wird. Dazu wird die Leiste so aufgebohrt, dass sie kraftschlüssig auf dessen Achse passt. Wenn der Wasserspiegel steigt, dreht sich die Leiste um die Achse und der ohmsche Widerstand ändert sich. Aufwendigere Lösungen verwenden Hebelmechanismen. Eine seitliche Führung des Gestänges ist zweckmäßig, insbesondere wenn man an den Einsatz in einem Fahrzeug denkt.

Die äußeren Anschlüsse des Potentiometers werden an die Batterie angeschlossen, das Multimeter zwischen Mittelabgriff und Nullpotential (Minuspole der Batterie). Das Multimeter wird zunächst im größten Gleichspannungsmessbereich betrieben.

Der Messbereich wird so weit verkleinert bis er möglichst vollständig ausgenutzt wird. Wenn nur ein kleiner Teil des Messbereichs verwendet wird, kann ein Widerstand in der Größenordnung des Potentiometerwertes zwischen den Pluspol der Batterie und das Potentiometer geschaltet und der nächst kleinere Messbereich eingestellt werden.



Ist die Anzeige nicht linear, so empfiehlt es sich, eine Füllstandskala anzubringen. Der Nullpunkt kann durch Verdrehen des Potentiometers vor dem Fixieren des Bauteils nachjustiert werden.

## Weitere Lösungen

Mechanisch aufwendigere Konstruktionen mit Zahnrädern oder Gegengewichten sind denkbar und werden gerne gewählt. Auch Modelle mit Zahnstangen wurden gebaut; hierbei ergibt sich eine lineare Skalierung.

## Hinweise

Um die Batterie zu schonen, sollte ein Schalter eingebaut und möglichst ein hochohmiges Potentiometer verwendet werden (typisch sind 10k oder 100k). Sind Multimeter mit eingebautem Widerstandsmessbereich vorhanden, so kann auf die Batterie verzichtet werden. Der Widerstand des Potentiometers wird direkt gemessen und in eine Füllstandshöhe übersetzt. Das Multimeter kann nach Festlegung des Messbereichs durch ein eigenes festeinbaubares Messgerät ersetzt werden.

## AIRBAGAUSLÖSER

### Mögliche Ergebnisse

Beim Druck auf das Piezoelement ist ein Spannungsimpuls von über 5V zu beobachten. Dieser kann mit einem Multimeter nachgewiesen werden. Diese Vorarbeit ist sinnvoll, um die Polung des Elementes herauszufinden. Der Anschluss mit dem positiven Pol wird an das Gate des Feldeffekttransistors angeschlossen. Die üblichen Versorgungsleitungen vervollständigen die Schaltung.

### Optionen und Ergänzungen

Das am Transistor erzeugte Signal kann in verschiedener Form weiterverarbeitet werden. So kann durch Setzen eines Flip Flops ein Dauersignal erzeugt werden. Das Signal kann auch zur Steuerung eines Mikrocontrollers genutzt werden. Weitere Informationen zum Bau von Sensoren finden Sie unter: <http://chemie-schule.de/KnowHow/Piezoelektrizität>.

Piezoelemente sind preiswert zu erwerben (etwa 1 EUR).

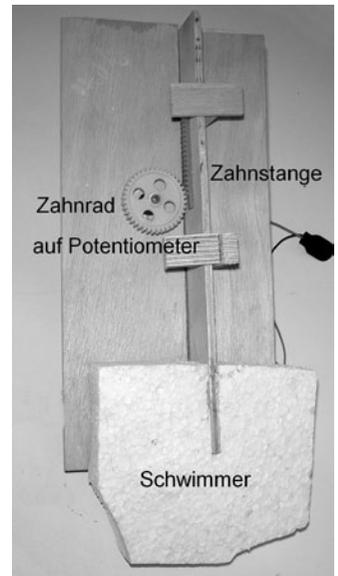
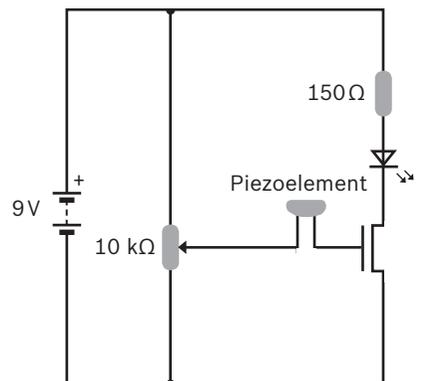
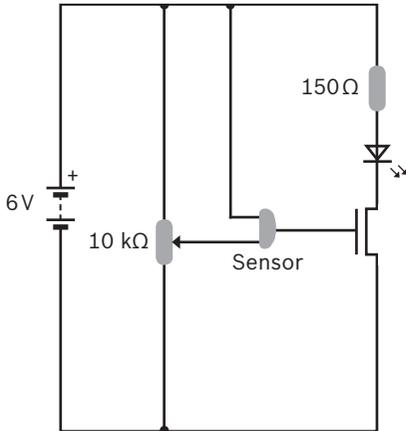


Foto: Werner Fick





## ABSTANDSSENSOR



### Mögliche Ergebnisse

Die Spannung in nebenstehendem Schaltplan kann je nach Quelle zwischen 5V und 6V gewählt werden. Zum Einrichten der Schaltung wird zur Grobjustierung am Potentiometer der Schaltpunkt des Feldeffekttransistors so eingestellt, dass die Leuchtdiode (LED) gerade noch ausgeschaltet ist. Sie kann nun durch Annäherung eines Objektes eingeschaltet werden. Die abschließende Feinjustierung auf den gewünschten Abstand wird am Potentiometer vorgenommen.

Die Montage des Sensors muss kippsicher und leicht fixierbar sein. Die Schüler haben den Sensor entweder auf einen Holzblock oder einen Kunststoffhalter geschraubt. Der Kunststoffhalter wird mit einem Heissbiegegerät geformt.

### Optionen und Ergänzungen

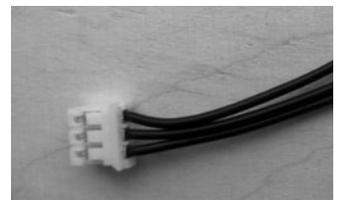
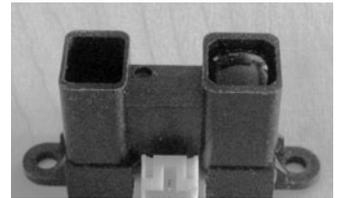
Je nach gewünschtem Messbereich sind unterschiedliche Geräte verfügbar (4 cm bis 30 cm bzw. 20 cm bis 150 cm). Die Beschaltung erfolgt häufig über eine Normbuchse. In diesem Falle empfiehlt es sich, ein für diese Buchse entsprechendes Kabel zu beschaffen. Die Sensoren können für viele weitere Projekte eingesetzt werden.

Der Bau eines Tankfüllstandsensors kann mit einem Abstandssensor erheblich vereinfacht werden. Er „schaut“ von oben auf die Flüssigkeitsoberfläche. Die abgelesene Spannung dient als Maß für die Füllstandhöhe.

Durch Einsatz eines Feldeffekttransistors ist es möglich, die Leuchtdiode durch andere Aktoren wie eine Hupe, (Gleichstrom-)Pumpe oder Ähnliches zu ersetzen. Die schaltbare Leistung ist im Wesentlichen durch das Netzgerät und die Größe und Qualität eines Kühlkörpers begrenzt, der zuvor an den Transistor geschraubt wird.

### Weiterführende Hinweise und Informationen

- [www.amsys.de](http://www.amsys.de) > Abstandssensoren bzw. Rubrik „Informationen“
- [www.amsys.de/sheets/amsys.de.wp01.pdf](http://www.amsys.de/sheets/amsys.de.wp01.pdf)
- <http://sensorlab.ims-chips.de/>
- [www.esensors.net/](http://www.esensors.net/)
- [www.schule-bw.de/unterricht/faecher/nwt/unterrichtseinheiten/einheiten/](http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/nwt/unterrichtseinheiten/einheiten/)



Fotos: Alexander Schäfer



## Ziele und Intentionen

Ein Windrad kennen die Schüler schon seit ihren Kindertagen. In dem hier vorgestellten Beispiel soll bei ihnen das Bewusstsein dafür geweckt werden, dass es sich bei dem „bunten Kinderspielzeug“ um ein vielfach modifizierbares und vielseitig einsetzbares technisches Gerät mit mehreren Funktionen handeln kann. Der Terminus *technicus* ist bewusst gewählt. Mit Windturbinen (Windrädern) kann man Luftströmungen nachweisen, Windgeschwindigkeiten messen, Wind als Energiequelle nutzen oder in Umkehrung der Funktion Luftströmungen erzeugen. Die Bauart kann variiert und der Zusammenhang zwischen Bauart und Funktionsprinzip untersucht werden. Beispiele können altersgemäß gestaffelt und in ihrer Komplexität gesteigert werden. Entsprechend gefächert sind die Unterrichtsziele und reichen vom Nachbau und einer rein phänomenologischen Betrachtung, wie hier für die Klassenstufen 5–7 vorgeschlagen, bis hin zum projektartigen „Forschen und Entwickeln“. Vergleiche mit technischen Umsetzungen z. B. bei Windenergieparks, Hubschraubern, Flugzeugturbinen, einem Bumerang, einem Windkanal sowie mit biologischen Flugobjekten bieten zahlreiche Bezüge zur realen Lebenswelt.

## Sachliche Voraussetzungen

Man benötigt Motoren mit geringem Anlaufwiderstand (z. B. Phywe Leichtlaufmotor oder Glockenankermotor), Glühlämpchen, Kabel, Radiallüfter oder Ventilator, Stativmaterial.

## Optionen und Ergänzungen

Es können Untersuchungen der Drehgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Rotorblätter (Form, Größe, Anzahl) durchgeführt werden. Dies kann mit der Entwicklung einer Messapparatur und/oder der Gestaltung einer möglichst effektiven Rotorfläche verknüpft werden. Für höhere Jahrgangsstufen wird der nachfolgend aufgeführte begleitende Unterrichtsgang vorgeschlagen. Dabei kann Holz oder Kunststoff als Material für die Rotoren bereitgestellt werden. Für die dargestellte Unterrichtseinheit ist ein ausgestatteter Werkraum mit Lötstationen sowie das übliche Handwerkszeug notwendig. Unterschiedliche Projektaufträge können sich auf die Zahl der Rotoren, ihre Form oder ihre Ausrichtung beziehen.

Inhalt	Bemerkungen
Exkursion zu einer Windkraftanlage oder ersatzweise Film hierzu	Exkursion mit Arbeitsaufträgen Daten erheben Problematisierung: Antrieb der Windräder, Lärm, Auswirkungen auf benachbarte Siedlungen usw.
Wiederholung: Windentstehung, Windstärken Geeignete Standorte in Deutschland	Unterricht
„Einfangen des Windes“	Untersuchungen im „Windkanal“
Auswertungen und Überlegungen	Welche Form ist optimal?
Konstruktion der Rotorblätter	Projektarbeit
Von der Drehbewegung zum elektrischen Strom	Projektarbeit
Konstruktion des Generators	Projektarbeit
Nutzung weiterer regenerativer Energieträger	Informationsbeschaffung zum Thema „Nutzung von Sonnenlicht und -wärme, Biogas, Wasser“



Eine differenzierte Betrachtung von Bau und Funktion eines Generators sowie Kompetenzen bezüglich einfacher Verkabelungen können in die Projektarbeit integriert und innerhalb dieser Thematik erarbeitet werden. Einfache Kenntnisse zu Magnetismus und Elektrizität wären hier Voraussetzung. Informationen hierzu finden Sie z. B. bei der interaktiven Lernplattform des Energieversorgers EnBW:

[www.enbw.com](http://www.enbw.com) > Engagement > Gesellschaft > Lehrer-Schüler-Information > Lernspiele > 7.–9. Klasse

## **Rotorblatt-Anzahl**

Bei großen Windkraftanlagen haben sich luvseitige (dem Wind zugewandte) Dreiblatt-Rotoren etabliert. In der Aufbruchzeit, etwa seit Mitte der 1970er-Jahre bis weit in die 1980er-Jahre hinein, wurden auch größere Anlagen mit einem (z. B. Monopteros) oder zwei Rotorblättern gebaut. Diese Anlagen haben eine noch höhere Schnelllaufzahl (bis zu 15\*). Anlagen mit mehr als drei Rotorblättern wurden nur in sehr kleinen Bauformen entwickelt.

Dreiblatt-Rotoren sind schwingungstechnisch einfacher beherrschbar als Ein-, Zwei- oder Vierblatt-Rotoren. Wenn ein Rotorblatt vor dem Turm durchläuft, nimmt es durch den Luftstau vor dem Turm (luvseitiger Windschatten) für einen Moment deutlich weniger Energie auf, weshalb die Rotorachse ungleich belastet wird. Ein linear gegenüberliegendes Blatt würde diese Kippkraft noch verstärken und erhöhte Anforderungen an Mechanik und Material stellen. Hinzu kommt, dass die Windgeschwindigkeit mit zunehmender Höhe steigt, sodass ein Rotorblatt in der oberen Position ohnehin mehr Kraft aufnimmt. Bei den heute üblichen Rotordurchmessern ist dieser Effekt mittlerweile sehr ausgeprägt und wird bei der Auslegung berücksichtigt.

Im Sinne einer möglichst gleichmäßigen Druckbelastung von Achse und Turm sind Rotoren mit einer geraden Zahl an Rotorblättern oder gar einem einzigen Blatt daher ungünstig – ein großer Zweiblattrotor muss zur Dämpfung des Windschatteneffekts senkrecht schwenkbar ausgeführt werden (Pendelnabe).

Fünf oder sieben Blätter würden zwar die Auswirkungen des Windschatteneffekts reduzieren, jedes weitere zusätzliche Blatt bedeutet aber Mehraufwand, der nicht durch die gewonnene Ertragssteigerung wieder eingebracht wird. Eine sehr hohe Blattanzahl führt daneben zu aerodynamischen Zuständen, die sich nur schwer mathematisch beschreiben lassen, da sich die Luftströmungen an den Blättern dann gegenseitig beeinflussen.

Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Windkraftanlage#Rotorblatt-Anzahl>

## **Weiterführende Hinweise und Informationen**

Bezug Elektromotor: <http://shop2.phywe.de/site/de/349/elektromotor-generator-lehrsysteme.html>  
[www.glockenankermotor.com/](http://www.glockenankermotor.com/)

[www.planet-schule.de/sf/04\\_mul\\_detail\\_07.php?projekt=windkraft](http://www.planet-schule.de/sf/04_mul_detail_07.php?projekt=windkraft)

[www.foerderkreis-ingenieurstudium.de/index.php?id=32](http://www.foerderkreis-ingenieurstudium.de/index.php?id=32)

[www.vision-ing21.de](http://www.vision-ing21.de)

\* <http://de.wikipedia.org/wiki/Schnelllaufzahl>



## Ziele und Intentionen

### Warum Farbstoff-Solarzellen?

Aus Licht kann man elektrischen Strom gewinnen. Auf vielen Dächern funktioniert das schon heute. Dort befinden sich Halbleiter-Solarzellen. Der Vorteil: Sie liefern Strom, der sich an die Stromversorger verkaufen lässt. Der Nachteil: Die Herstellung ist aufwendig und energieintensiv. Eine Solarzelle hat erst nach einigen Betriebsjahren mehr Energie bereitgestellt, als bei ihrer Herstellung aufgewendet wurde. Bei Farbstoff-Solarzellen ist das anders: Ihre Herstellung benötigt kaum Energie, sie werden aber erst in ein paar Jahren so robust sein, dass sie auf dem Dach über mehrere Jahrzehnte Wind und Wetter ausgesetzt werden können.

### Farbstoff-Solarzellen selber bauen

Die Arbeitsblätter beschreiben, wie Sie mit Ihren Schülern Farbstoff-Solarzellen im Unterricht bauen können. Sie haben die Möglichkeit, die benötigten Materialien problemlos über das Internet zu beziehen, z. B. über [www.mansolar.com](http://www.mansolar.com) bzw. [www.bionik-sigma.de](http://www.bionik-sigma.de).

Ob angelehnt an das Fach Physik (elektrischer Strom, Stromkreis, Messen von Strom und Spannung, Parallel- und Reihenschaltung), Chemie (Farbstoffe), Biologie (Fotosynthese) oder Technik (Energieversorgung der Zukunft) – es lassen sich vielfältige Anknüpfungspunkte an den Lehrplan finden. Wenn Ihre Schüler nur wenig fachliches Vorwissen haben, so nutzen Sie bitte die Materialien von ManSolar bzw. von Bionik Sigma. Fertig beschichtete Glasplatten, die fertig angerührte Titandioxidpaste, Elektrolytlösung und der Farbstoff (Malvenblüten) unterstützen Sie dabei, den Versuch erfolgreich durchzuführen.

Der Zusammenbau einer Farbstoff-Solarzelle mit einer Isolierglasscheibe, Zahnpasta oder Wandfarbe sollte nur nach einer erfolgreichen Versuchsdurchführung mit den fertigen Versuchssets erfolgen.

## Sachliche Voraussetzungen

### Materialien und Varianten

Sie haben grundsätzlich zwei Möglichkeiten der Umsetzung, was die Art der Materialien betrifft. Bei der „Einsteigervariante“ kaufen Sie möglichst viele Materialien, denn diese Variante funktioniert sicher und gut: Die beschichteten Glasplättchen sind fertig geschnitten, die Kanten gebrochen, (die Plättchen lassen sich nach Gebrauch reinigen und wieder verwenden), die Titan(IV)-oxid-Paste ist fertig angerührt, rein und konzentriert, der Iod-Elektrolyt ist genau für die Anwendung gemischt. (Reinen) Malvenblütentee gibt es im Supermarkt oder auf dem Wochenmarkt, ein Messinstrument in der Physiksammlung und eine starke Lampe ggf. beim Hausmeister. Rechnen Sie mit Kosten von ca. 4–5 Euro pro Zelle bei einmaligem Gebrauch der Glasplättchen.

Hat man die Farbstoff-Solarzelle mit diesen definierten Materialien im Griff, dann bietet es sich an, der Versuch mit weiteren Alltagsmaterialien durchzuführen. Statt die beschichteten Glasplättchen zu kaufen, können diese aus einer der Glasplatten eines Isolierglasfensters herausgeschnitten werden. Das Herausarbeiten der Scheibe und das Schneiden (Stücke zu ca. 20 x 40 mm) und Kantenbrechen durch einen Glaser, ist aber nicht kostengünstiger, als die fertigen Plättchen zu kaufen. Die Tatsache, dass die



beschichtete Oberfläche in diesem Fall sehr glatt sein kann, führt dazu, dass sich kaum Bleistiftmaterial auf der Kathode abreibt. In diesem Fall hilft stattdessen leichtes (!) Beruhen über einer Teelichtflamme. Statt der fertigen Titan(IV)-oxid-Paste kann man weiße Wandfarbe, Sonnenschutzmilch oder Zahnpasta verwenden, sofern Titan(IV)-oxid als Inhaltsstoff deklariert wird. Lassen Sie Ihre Schüler andere rote Naturfarbstoffe ausprobieren und vergleichen: Rote-Bete-Saft, Traubensaft, Himbeersaft, Johannisbeersaft usw. Als Elektrolyt eignet sich Iodtinktur aus der Apotheke oder Lugolsche Lösung aus der Biologie-Sammlung.

## Inhaltliche Voraussetzungen

### Arbeits- und Sozialform

Ideal ist (wie immer) eine projektartige Arbeitsform in Partnerarbeit. Für manche Arbeitsschritte (z. B. Kleben mit Tesafilm) werden vier Hände benötigt. Zwei Schüler stellen eine Zelle her. Dann reichen drei bis vier Klassensätze der restlichen Materialien: Multimeter, Krokodilklemmen-Kabel, Brenner, Lampe usw. Zeitlich reicht eine Doppelstunde aus, sofern die Schüler mit Grundfertigkeiten wie den Umgang mit Pipette und Spatel, Tiegelzange und Multimeter vertraut sind. Falls nicht, empfiehlt sich eine vorbereitende Stunde mit Übungen dazu und Materialvorstellung. Sorgfältiges Arbeiten geht auch hier vor Geschwindigkeit. Die gelieferte Spannung hängt wesentlich von der Güte der Titan(IV)-oxid-Schicht und dem genauen Befolgen der Anleitung ab.

Die vorliegenden Anleitungen sind bisher ab Jahrgangsstufe 5 eingesetzt worden. Dabei steht für die Jahrgangsstufen 5 bis 9 das Phänomen im Vordergrund (Abb. Blatt 2 der Versuchsanleitung): Aus beschichteten Glasplatten und ungefährlichen Alltagsstoffen lässt sich eine Vorrichtung zusammenbauen, mit der Licht in elektrischen Strom umgewandelt werden kann.

Ab Jahrgangsstufe 10 können Schüler auch verstehen, wie die Anordnung funktioniert (Abb. Blatt 3): Licht schlägt Elektronen aus dem Farbstoff heraus, das Titan(IV)-oxid schiebt die Elektronen weiter in die leitende Schicht der Glasplättchen (bzw. der Isolierrglasscheibe). Dort kann ein Verbraucher angeschlossen werden. Der Stromkreis muss danach über die leitende Schicht der zweiten Glasplatte (Isolierrglasscheibe) und die Iodtinktur geschlossen werden. Die Iodtinktur ist dabei so etwas wie ein „Elektronentank“, aus dem der Farbstoff sich bei Bedarf Elektronen holt und der am Ende des Stromkreises wieder aufgefüllt wird.

### Erfahrungen

Ein Kollege schreibt, nachdem er erstmalig mit einer Gruppe von Schülern der Unterstufe Grätzel-Zellen nach diesen Anleitungen hergestellt hat:

„Die Versuchsanleitung ist ausführlich und eindeutig in der Ausdrucksform. Die zusätzlich eingefügten Bilder ermöglichen auch einem Schüler der Jahrgangsstufe 7, welcher noch keine Chemie im Schulunterricht hatte, die Versuchsanleitung zu verstehen. An zwei Stellen muss man als Lehrkraft mit Hinweisen aktiv werden: Beim Föhnvorgang ist z. T. die Titan(IV)-oxid-Schicht weggeflogen. Die Ursache liegt in der zu dicken Schicht und/oder beim zu schnellen Abkühlen. Die richtige Handführung beim Auftragen der Schicht mit dem Objektträger sollte vorgemacht sowie die Schüler beim Abkühlprozess zur Geduld ermahnt werden.



Beim Punkt „Beschichten“ mit Kerzenruß haben die Schüler nach dem Motto „viel hilft viel“ sehr unterschiedlich stark berußt. Hier wäre eine Musterplatte, vom Lehrer gefertigt, hilfreich, von der die Schüler die „richtige“ Intensität ersehen können.

Die Schüler werden schnell und sicher beim Bau der Solarzelle angeleitet und es ist möglich, den Versuch in relativ kurzer Zeit (1 Doppelstunde) durchzuführen. Es bleibt der einzelnen Lehrkraft allerdings überlassen, ob es – zumindest bei älteren Schülern – Sinn macht, Lücken nach gewissen Arbeitsschritten einzufügen, um durch gezielte Fragestellungen eine Reflexion (ggf. in der Gruppe) anzuregen. In jedem Fall handelt es sich um eine sehr gelungene Versuchsanleitung, mit der Schüler auch ohne chemisches Vorwissen eine zukunftsweisende Solarzelle selber herstellen können. Die Thematik ist hochaktuell und bietet dem Schüler eine Möglichkeit, selber auf relativ einfache Art und Weise eine regenerierbare Energiequelle herzustellen.“

### **Weiterführende Hinweise und Informationen**

Die Materialien und weiterführende Informationen können Sie über folgende Adresse beziehen:

[www.mansolar.com](http://www.mansolar.com)

[www.bionik-sigma.de](http://www.bionik-sigma.de)

Informationen zum Unterrichtsprojekt Farbstoffzelle (Grätzelzelle):

[www.lehrer-online.de](http://www.lehrer-online.de) > Suche: Grätzelzelle

[www.nanoforschools.ch/versuche/](http://www.nanoforschools.ch/versuche/)

[www.science-forum.de/download/graetzelober.pdf](http://www.science-forum.de/download/graetzelober.pdf)



## Ziele und Intentionen

Der Bau und die Erprobung eines Solarbootes ist eine direkte Anwendung der Solarenergie. Mit Solarzellen wird der nötige Strom für den Bootsmotor erzeugt. Der Bau lässt viel Raum für eigene kreative Ideen.

## Inhaltliche Voraussetzungen

Geeignet ist dieser Solarbootbau für Schüler von Klasse 7 an aufwärts. In der Regel wird der Solarbootbau in der Mittelstufe durchgeführt. Die Schüler lernen direkt durch eigenes Handeln die Funktion von Solarzellen zur Stromgewinnung als regenerative Energiequelle kennen. Das Projekt passt generell zu allen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern, zu Umwelt- und Energieprojekten und Arbeitsgemeinschaften sowie Wahlpflichtunterricht in der Sekundarstufe I. Das Thema Energie, speziell regenerative Energie, ist heute in den Lehrplänen/Rahmenrichtlinien aller Bundesländer enthalten.

## Sachliche Voraussetzungen

Sie benötigen zum Bau des Solarbootes folgende Materialien:

1. Einen Bootskörper, der stabil schwimmt und nicht umkippen kann. Das kann ein Holzschiff sein, ein Bootskörper aus Styrodur oder zwei leere 0,5-Liter-Flaschen mit einer darauf liegenden Platte aus Holz, Plexiglas oder ähnlichem Material.
2. Einen Elektromotor, der schon ab 0,4V Spannung läuft, mit einer 2-mm-Achse, Typ RF 300. Diese Motoren gibt es im Lehrmittel- oder Elektronikhandel für wenige Euro. Kostenlos lassen sich diese Motoren aus alten Computern ausbauen, dort bewegen sie die Schubladenöffnungs-Mechanik bei CD- und DVD-Laufwerken, Schüler können alte Rechner zum Ausbau des Motors ausschachten.
3. Drei bis vier Solarzellen – im eigentlichen Sinne kleine Solarmodule, denn rohe Solarzellen sind sehr zerbrechlich und kaum geeignet. Die Solarzellen/Solarmodule gibt es auch im Lehrmittelhandel oder im Internet, sie sollten 0,5–0,6V Spannung haben und mindestens 400mA Stromstärke aufweisen, damit sie auch bei bedecktem Himmel genügend viel Strom liefern.
4. Einen 2- oder 3-flügeligen Luftpropeller, der auf die 2-mm-Achse des Motors passt.
5. Etwas Schalthdraht für die elektrischen Verbindungen und etwas stabiler Gartendraht für die Motorhalterung.

Der Bootskörper kann von den Schülern beliebig gestaltet werden, er sollte nicht zu schmal sein, damit das Boot nicht kippt, denn der Motor wird durch Wassereintritt zerstört.

Die Solarzellen werden in Reihenschaltung verbunden (Minuspol der ersten Zelle/des ersten Moduls an den Pluspol der zweiten Zelle/des zweiten Moduls, Minuspol der zweiten an Plus der dritten ... usw.). Der Pluspol der ersten Zelle und der Minuspol der letzten Zelle gehen mit Schalthdrähten zu den Anschlüssen des Motors und werden mit diesen verlötet oder mit kleinen Lüsterklemmen verbunden.

Manche Solarzellen haben kleine Schraubstutzen als Anschlüsse, andere Zellen haben Lötanschlüsse, die Pole sind jeweils gekennzeichnet. Ist die Solarzellenschaltung fertiggestellt, kann sie sofort mit einem Voltmeter getestet werden. Im Sonnenlicht oder im hellen Licht einer Halogenlampe sollte pro Solarzelle eine Spannung von ca. 0,5V anliegen, bei vier Zellen in Reihenschaltung sollte man also circa 2V messen, da sich bei Reihenschaltung die Spannungen addieren.



Der Motor wird hinten auf dem Rumpf befestigt, sodass sich der Propeller frei drehen kann und das Boot durch seine Schubkraft nach vorne schiebt. Die einfachste Motorhalterung ist eine enge Drahtschleife mit Gartendraht um den Motor, mit einer Zange fest verdrillt, sodass er stramm sitzt. Die unteren Drahtenden werden dann auf dem Rumpf befestigt, bei Styrodur einfach in das Material hineinsteckt. Es gibt aber andere Halterungsformen, der Fantasie ist da keine Grenze gesetzt.

Sobald alles montiert ist, muss sich der Motor im Sonnenlicht oder im Licht einer nahen Lampe schnell drehen. Dreht er sich falsch herum, sodass das Boot rückwärts fährt, sollte man einfach die Drähte der Motoranschlüsse umpolen, dann fährt es vorwärts! Um den Propellerantrieb zu testen, kann man auch eine 1,5-V-Mignonbatterie an den Motor anklemmen.

In den Solarzellen wird die Lichtstrahlung in elektrische Energie verwandelt. Die Reihenschaltung von Solarzellen erhöht die Spannung und Leistung, was zu einer schnelleren Motordrehung führt. An den Motor RF 300 dürfen bis zu 8 Solarzellen in Reihenschaltung angeschlossen werden.

Eine Solarzelle ist ein elektronisches Bauelement aus dem Halbleiter Silizium. Durch Bestrahlung mit Licht werden Elektronen aus dem Halbleiter gelöst, diese wandern zur Oberseite der Solarzelle, bilden dort einen Elektronenüberschuss, also einen Minuspol, und werden dort mit dünnen Silberelektroden (die hauchdünnen silbernen Linien auf der Solarzellenoberfläche) abgenommen. Der Pluspol ist die Unterseite der Solarzelle.

Der Elektromotor enthält in seinem Innern zwei starke Magnete und eine Drehspule, die sich bei Stromfluss dreht. Ihre Achse ragt aus der Vorderseite heraus, auf sie wird der Propeller aufgesteckt. Der Motor kann auch als Generator verwendet werden. Pustet man auf den Propeller, sodass sich der Motor dreht, wirkt er als Generator (Dynamo). Es entsteht an seinen Drähten eine Spannung von 1–3V, die man mit einem Voltmeter messen kann.

Je nach Bootstyp werden verschiedene Werkzeuge benötigt; sie sollten vor Baubeginn in ausreichender Anzahl bereitgestellt werden. Es empfiehlt sich auch, ein Musterboot vorher herzustellen und als Beispielobjekt bereitzuhalten. Auch die übrigen Materialien sollten vorher beschafft werden – zum Beispiel im Internet bestellen oder aus dem Elektronik- oder Baumarkt erwerben.

Nun kommt der große Moment. An einem schönen, sonnigen Tag wird das Boot zu Wasser gelassen. Es wird im Sonnenlicht schön auf dem Wasser dahingleiten; befestigen Sie aus einem Stück Blech oder Plastik ein bewegliches Steuerruder unter dem Rumpf, so wird es auch Kreise drehen. Parallel zum Motor kann auch ein Akku (1,2V) oder ein Goldcap-Kondensator mit 3,3F (bei Conrad Electronic wird er als Greencap-Kondensator bezeichnet – siehe auch Bau eines E-Autos) zum Laden angeschlossen werden, dann fährt das Boot auch bei stark bedecktem Himmel weiter und nimmt einen Teil der benötigten Energie aus dem Akku oder dem Kondensator. Bei richtigen Solarbooten auf Flüssen, Seen und dem Meer werden immer Akkus mit den Solarmodulen aufgeladen, sodass für den Motor zu jeder Tages- und Nachtzeit genügend Energie zur Verfügung steht.



## Weiterführende Hinweise und Informationen

Weitere Informationen finden Sie unter: [www.nils-isfh.de](http://www.nils-isfh.de) > Fotovoltaik

Hinweise zum Bau des Bootes: [www.nils-isfh.de/subsolarboot.pdf](http://www.nils-isfh.de/subsolarboot.pdf)

Bei Rückfragen zum Bau eines Solarbootes wenden Sie sich bitte an:

Wolf-Rüdeger Schanz

Oberstudienrat

Leiter Lernwerkstatt NILS am Solarforschungszentrum ISFH

[nils@isfh.de](mailto:nils@isfh.de)

[www.nils-isfh.de](http://www.nils-isfh.de)



## Ziele und Intentionen

Geschichten über Verborgenes, Unsichtbares, Rätselhaftes fesseln uns Menschen ebenso wie Geschichten mit kriminalistischem Hintergrund – egal in welchem Alter. Die Entdeckung der Einmaligkeit von Fingerabdrücken sowie die Techniken der Sichtbarmachung haben entscheidende Bedeutung bei der Überführung von Tätern.

In diesem Kontext detektivisch zu handeln, Fingerabdrücke zu entdecken und zu entschlüsseln ist für Schüler höchst motivierend. Sie sollen dabei auch ihre Kompetenzen in typischen naturwissenschaftlichen und technischen Denk- und Arbeitsweisen stärken, dabei z. B. exakt beobachten, sorgfältig arbeiten, auf Sauberkeit achten, Nachweismethoden kennen und anwenden, Systematisierung als Methode zum Ordnen, Orientieren und Wiedererkennen/Bestimmen kennen und nutzen. Das Erstellen einer Fingerabdruck-Datei fördert Kompetenzen im zielgerichteten Planen, Dokumentieren und Beurteilen.

Mit diesem Beispiel inhaltlich verknüpft ist Wissen über den Aufbau unserer Haut, warum Fingerabdrücke überhaupt entstehen und auf welchen Materialien/Oberflächen sich diese besonders abbilden. Daran anknüpfend kann hinsichtlich weiterer individueller Merkmale und Charakteristika sensibilisiert werden.

## Sachliche Voraussetzungen

Beim Arbeiten mit Grafitpulver sollten die Arbeitstische mit Zeitungspapier abgedeckt werden. Das Arbeiten mit Ninhydrinlösung in Ethanol ist schon ab Klasse 5 möglich, wir empfehlen aber einen Einsatz erst ab Klasse 8. Das Einsprühen und Trocknen der Fingerabdrücke mit Ninhydrinspray muss unter dem Abzug geschehen.

## Inhaltliche Voraussetzungen

Je nach Intention und Altersstufe können der Aufbau und die Funktionen der Haut vorausgehend oder in die Thematik eingebunden behandelt werden.

## Fachliche Hintergründe für Lehrer

Zwischen den Grafitkristallen und dem Fettanteil des Fingerabdrucks wirken zwischenmolekulare Kräfte (Van-der-Waals-Kräfte).

Ninhydrin bildet mit Aminosäuren, die im Schweiß des Fingerabdrucks enthalten sind, einen blauen Farbstoff. Ethanol ist ein Lösungsmittel für Ninhydrin. Achtung: Ninhydrin hinterlässt auf der Haut Flecken, die nach ein paar Tagen wieder verschwinden!

<http://de.wikipedia.org/wiki/Ninhydrin#Verwendung>

## Optionen und Ergänzungen – vertiefende Recherche

Gibt es weitere personentypische Merkmale, die eindeutig zuzuordnen sind?

Ein Forschungsauftrag (z. B. als Gruppenauftrag): Welche Materialien/Oberflächen eignen sich gut bzw. schlecht, um Fingerabdrücke abzunehmen?

Projektauftrag (z. B. als Wettbewerb): Erstelle eine Fingerabdruckdatei der Daumen deiner Mitschüler. Identifiziere damit einen Klassenkameraden.



## Fotografieren & digital am Computer nachbearbeiten

Der Fingerabdruck kann auch abfotografiert werden, z. B. mit einer Digicam. Idealerweise fotografiert man im Makromodus, damit das Bild des Fingerabdrucks nicht verschwommen ist. Das Bild wird dann auf den Computer geladen und dort mit einem Grafikbearbeitungsprogramm (z. B. Photoshop) bearbeitet. Hier kann man versuchen, die Verunreinigungen zwischen den Furchen des Fingerabdrucks zu löschen, damit man ein sauberes Bild des Fingerabdrucks erhält.

## Weiterführende Hinweise und Informationen

<http://de.wikipedia.org/wiki/Fingerabdruck>

[http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/proteinanalytik/chromatographie.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/proteinanalytik/methoden\\_protein/ninhydrin\\_reaktion.vscml.html](http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/proteinanalytik/chromatographie.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/proteinanalytik/methoden_protein/ninhydrin_reaktion.vscml.html)



## Ziele und Intentionen

Das Thema „Brücken“ eignet sich in besonderer Weise für den Unterricht in Naturwissenschaft und Technik. Verschiedene Brückenkonstruktionen stehen in jeder Region als Anschauungsobjekte zur Verfügung.

Im Unterrichtsgang werden vor dem Bau ausgewählte Inhalte behandelt, die beim Brückenbau in der Realität eine Rolle spielen. Hierzu gehören z. B. Geländeformen, Bautypen von Brücken, ein qualitativer Überblick über Kräftewirkungen an Brücken, Vermessungstechnik (hier Höhenmessung), Materialkunde, ein erstes „Gefühl“ für statische Probleme und kulturhistorische Aspekte.

Eine „Berechnung“ der Statik einer Brücke ist mit schulischen Mitteln nicht möglich. Jedoch können sich die Schüler durch eine grafische Bestimmung der Kräfte an Brücken (mit Hilfe des Kräfteparallelogramms) einer quantitativen Betrachtung nähern. Der Projektauftrag „Brückenbau“ (siehe Schülerarbeitsblätter) kann durch einen wettbewerbsartigen Charakter einen Höhepunkt der Unterrichtseinheit zum Brückenbau darstellen.

In dieser Unterrichtseinheit stehen selbstständige Schülertätigkeiten im Mittelpunkt. In jeder der drei Phasen müssen die Schüler allein, in Partnerarbeit oder in Gruppenarbeit Probleme lösen. Beim Bau der Brücken – ob als Papierbrücke oder als Holzbrücke – soll sich zeigen, was die Schüler zuvor über Kräftezerlegung, Druck- und Zugkräfte und stabile Dreiecke gelernt haben.

## Lernziele/Kompetenzen

Fachwissen: Der Einsatz von stabilen Dreiecken in der Architektur und in der Technik.  
Erkenntnisgewinn: Lösen von Problemen, Planen einer Partner- oder Gruppenarbeit.

## Sachliche Voraussetzungen

Für die dargestellte Unterrichtseinheit ist ein ausgestatteter Werkraum mit Tischbohrmaschinen und Dekupiersägen sowie dem üblichen Handwerkszeug notwendig. Als Material für den Brückenbau dient Papier (unterschiedlicher Grammatur) oder Holz.

## Inhaltliche Voraussetzungen

Aus der Mathematik sollten Strahlensatz und Kräfteparallelogramme, aus der Physik Kräftewirkungen bekannt sein. In jedem Fall sollte eine Absprache mit der Mathematik- und Physiklehrkraft erfolgen.

## Optionen und Ergänzungen

Nachfolgend finden Sie eine Übersicht über eine Unterrichtseinheit Brückenbau, die als Grundlage für die eigene Unterrichtsgestaltung dienen kann. Die hier vorgestellte Unterrichtseinheit einer 8. Klasse eines allgemeinbildenden Gymnasiums in Baden-Württemberg ist zwar auf die „längste überdachte Holzbrücke Europas“ in Bad Säckingen abgestimmt, kann aber leicht auf andere Brückenbauwerke übertragen werden. Die dargestellte Unterrichtseinheit soll als Anregung für eigene Entwicklungen und Schwerpunkte verstanden werden.



Std	Inhalt	Bemerkungen
2	Exkursion zur „Alten Holzbrücke“ und neuen Fridolinbrücke	Exkursion + Arbeitsauftrag: Daten erheben Problem: Wie hoch ist die Brücke?
3	Methodik der Höhenmessung: Visiereinrichtungen	Frontal-Unterricht
3	Bau eines Försterdreiecks	Planung und Anfertigung Umgang mit Dekupiersäge
2	Höhenbestimmung der Fridolinbrücke	HA: Auswertung Weitere Höhen bestimmen
2	Brückenbau mit Lochhölzern	Unterricht: Druck und Zugkräfte berechnen
	Brückenarten	Zirkelpraktikum
2	Kräfte-Messungen	Praktikum
2	Kräftebestimmungen Kräfteparallelogramm	Arbeitsblatt mit Übungen HA: Betonrezeptur
2	Hebelgesetze	Praktikum/Internet
2	Praktikum Betonieren	Unterricht Zeichnung der Armierungen
3	Betonzirkel	8 Stationen: Beton – Werkstoff unserer Zeit
2	Materialprüfung Beton	Presse, Bruchtest
4	Wettbewerb Brückenbau	Siehe Schülerarbeitsblätter

## Kompetenzen

Die Schüler können

- :: Beispiele der Bedeutung des Brückenbaus für die Kulturgeschichte der Menschen erläutern
- :: Grundbautypen von Brücken benennen und charakteristische Bauteile beschreiben
- :: Messverfahren zur Höhenbestimmung einer Brücke durchführen (z. B. Höhenmessung)
- :: Kräfte, die auf Brücken wirken, beschreiben
- :: resultierende Kräfte grafisch bestimmen
- :: die Eignung von Werkstoffen für den Brückenbau erläutern
- :: Holzverbindungen herstellen
- :: mit der Dekupiersäge und der Tischbohrmaschine sachgerecht umgehen
- :: eine Modellbrücke nach vorgegebenem Lastenheft konstruieren
- :: eine technische Skizze anfertigen

## Weiterführende Informationen und Hinweise

Unfallkasse Baden-Württemberg: [www.uk-bw.de](http://www.uk-bw.de)

Wikipedia – Thema Brückenbau: <http://de.wikipedia.org/wiki/Brückenbau>

Private Homepage eines Bauingenieurs: [www.bernd-nebel.de/bruecken](http://www.bernd-nebel.de/bruecken)

Homepage von Physiklehrern: [www.leifiphysik.de](http://www.leifiphysik.de)



## Ziele und Intentionen

Die Hautkrebsrate steigt in Australien, aber auch in Europa und Nordamerika, dramatisch an. Als Hauptursache gilt ultraviolette Strahlung (UV), die auf der Haut die Bildung von Hautkrebs auslösen kann. Eine Hypothese besagt, dass eine dünner werdende Ozonschicht in der Stratosphäre die Absorption eines Teils der UV-Strahlung der Sonne vermindert und somit UV-Strahlen vermehrt die Erdoberfläche erreichen.

Auch das besondere Freizeitverhalten der Menschen mit ausgiebigem Sonnenbaden und Urlaubsreisen in südliche Länder oder hochgelegene Regionen trägt zu einer verstärkten UV-Exposition bei. Nicht zuletzt verführt die gesellschaftliche Bewunderung des Schönheitsideals der gebräunten Haut zu verstärkter Sonnenanbeterei und der Nutzung von Sonnenstudios. Aus Gründen der Gesundheitsprophylaxe sollte die beschriebene Problematik im Unterricht thematisiert werden.

## Sachliche Voraussetzungen

Für die Versuche ist ein naturwissenschaftlicher Fachraum notwendig.

## Inhaltliche Voraussetzungen

Diese Unterrichtseinheit ist für die ausgehende Mittelstufe vorgesehen. Die Schüler sollten die üblichen Grundkenntnisse der Mittelstufe aus Geografie, Chemie, Biologie und Physik mitbringen.

## Optionen und Ergänzungen

Nachfolgend aufgeführter begleitender Unterrichtsgang wird vorgeschlagen.

Inhalt	Bemerkungen
Freizeitverhalten und die Folgen	Statistiken präsentieren UV-Index verschiedener Regionen
Der Ort des Geschehens	Aufbau der Haut, siehe Biologie
Vom Sonnenbrand zum Hautkrebs	Hypothesen zur Krebsentstehung Veränderung der DNA durch UV
Was ist UV-Strahlung	Elektromagnetisches Spektrum der Sonnenstrahlung
UV-A, UV-B	Wirkungen auf der Haut
Schutzmaßnahmen	Absorption, Reflexion
Hautcreme	Emulsionen, Dispersionen
Verfahrensschritte	Sonnenschutzmilch herstellen
Prüfverfahren „Stiftung Warentest“	s. Schülerblatt Versuchsanleitungen
Ergänzende Themen: „Ozonloch“ – Ursache und Wirkung Vorgänge auf der Sonne Technische Anwendung anderer Strahlungen (von der Mikrowelle zum Röntgengerät)	Evtl. Referate



## Hinweis

Eine Absprache mit den Fachlehrkräften der Biologie, Chemie und Physik ist vor der Versuchsdurchführung empfehlenswert.

## Weiterführende Hinweise und Informationen

UV-Testpapier ist erhältlich bei:

UV-IR Technology, 63128 Dietzenbach, Tel.: 06074-483079

E-Mail: [info@uv-ir-technology.de](mailto:info@uv-ir-technology.de)

[www.uv-ir-technology.de/entry71.htm](http://www.uv-ir-technology.de/entry71.htm)

Das Projekt Sonntaler.net verteilt in kleiner Stückzahl UV-Papier kostenfrei:

Projekt Sonntaler/La main à la pâte; E-Mail: [admin@sonntaler.net](mailto:admin@sonntaler.net)

[www.sonntaler.net/aktivitaeten/humanbio/gesundheit/leben\\_mit\\_der\\_sonne](http://www.sonntaler.net/aktivitaeten/humanbio/gesundheit/leben_mit_der_sonne)

Es ist auch möglich, UV-Testpapier relativ leicht selbst herzustellen. Für die benötigten Chemikalien (Sulfanilsäure und  $\alpha$ -Naphthylamin) besteht allerdings ein Verwendungsverbot in Schulen. Gegebenenfalls ist es möglich, hier ein Chemie-Institut an einer Universität um Hilfe zu bitten.

## Informationsquellen

[www.bfs.de](http://www.bfs.de) > Optische Strahlung > Informationskampagne: Sonne – aber sicher! > Unterrichtsmaterialien

<http://de.wikipedia.org/wiki/Ozonschicht>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Hautkrebs>

[www.uv-index.de](http://www.uv-index.de)

**Für Ihre Notizen**

---

## **Impressum**

Diese Ausgabe entstand in Zusammenarbeit mit der Robert Bosch Stiftung  
[www.bosch-stiftung.de](http://www.bosch-stiftung.de)

## **Redaktion**

Frank J. Richter, Peter Wiedemann, Zeitbild Verlag  
Louise Baker-Schuster, Robert Bosch Stiftung  
Pädagogische Arbeitsgruppe Naturwissenschaft und Technik (NwT), Baden-Württemberg

## **Gesamtherstellung**

Zeitbild Verlag und Agentur für Kommunikation GmbH  
[www.zeitbild.de](http://www.zeitbild.de)

## **Gestaltung**

siegel konzeption | gestaltung, Stuttgart

## **Druck**

vierC print, Berlin, 2010