

# pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

9-11  
Jahre

Hrsg. Jonathan Hense & Annette Scheersoi

## Materialien zum Forschenden Lernen in Grundschule und Orientierungsstufe

Der Inhalt dieses Dokuments gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wider. Die Europäische Union haftet nicht für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen.



Das Projekt Pri-Sci-Net wurde durch das siebte Europäische  
Forschungsrahmenprogramm (FP7 2007/13) unter der Fördernummer 266647 gefördert.





## 1. Einleitung

In dieser Hefreihe sind insgesamt 45 Unterrichtsvorschläge zum Forschenden Lernen, die im Rahmen des Pri-Sci-Net EU-Projekts entwickelt wurden, zur kostenlosen Nutzung durch Pädagogen in ganz Europa zusammengestellt. Sie richten sich speziell an Grundschullehrer/innen und Kindergartenpädagog/innen und können mit Kindern im Alter von 3 bis 11 Jahren durchgeführt werden (jeweils 15 Aktivitäten für die Altersstufen 3-5 Jahre, 6-8 Jahre und 9-11 Jahre). Die Vorschläge sind in erster Linie als Anregungen zu verstehen. Sie müssen nicht genau wie beschrieben durchgeführt werden, sondern können je nach Rahmenbedingungen flexibel eingesetzt und abgewandelt werden. Alle Untersuchungen sind in normalen Klassenräumen bzw. auf dem Kindergarten-/Schulgelände durchführbar, und es ist keine besondere wissenschaftliche Ausrüstung erforderlich. Man muss auch kein Wissenschaftler sein, um sie durchzuführen. Entscheidend ist, dass das forschende Lernen bei den Kindern gefördert wird.

Den Anstoß für die Entwicklung dieser Unterrichtsvorschläge gaben die europaweit vorhandenen Bedenken bezüglich Quantität und Qualität des naturwissenschaftlichen Unterrichts in den verschiedenen nationalen Schulsystemen. Naturwissenschaftslernen in Kindergarten und Primarstufe muss sich den ihm zustehenden Platz als Kernfach erst noch erobern. Es reicht nicht aus, dass Naturwissenschaften nach Lehrplan unterrichtet werden, sondern die Kinder brauchen eine positive Lernerfahrung. Naturwissenschaften sollten mithilfe eines untersuchungsbasierten Ansatzes unterrichtet werden, so dass die Kinder Fragen stellen und versuchen können, diese mit ihren eigenen Untersuchungen zu beantworten. Die vorliegenden Materialien liefern Ideen und eine Anleitung für die Durchführung solcher Untersuchungsaktivitäten.

## 2. Projektteam

Diese Materialien wurden vom Pri-Sci-Net Projektteam konzipiert. Im Rahmen dieser Kooperation haben 17 Partnereinrichtungen sowie zahlreiche praktizierende Lehrkräfte aus ganz Europa zusammen gearbeitet und ihre Erfahrung und ihr Fachwissen eingebracht, was sich in der Qualität der entwickelten Vorschläge widerspiegelt.

Folgende Einrichtungen wirken im Rahmen der Kooperation an der Entwicklung der Aktivitäten mit:

MCST	Malta Council for Science and Technology	Malta
HSci	Associação Hands-On Science	Portugal
KATHO	Katholieke Hogeschool VIVES	Belgien
YJU	Jyväskylä Yliopisto JYU	Finnland
UJEP	Univerzita Jana Evangelisty Purkyne v Usti Nad Labem	Tschechische Republik
UFR	Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt am Main	Deutschland
UCY	University of Cyprus	Zypern
BM:UKK	Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur	Österreich
UoC	Panepistimio Kritis (University of Crete)	Griechenland
PdF TU	Trnavska Univerzita v Trnave PdF TU	Slowakei
UM	Universidade do Minho	Portugal
IOE	Institute of Education, University of London	Vereinigtes Königreich
UOS	University of Southampton	Vereinigtes Königreich
MUGLA	MUGLA Universiteri	Türkei
UP8	Universite Paris 8 Vincennes Saint-Denis	Frankreich
UBO	Universität Bonn	Deutschland

Die Aktivitäten wurden von Angehörigen dieser Partnereinrichtungen konzipiert oder weiterentwickelt. Die Autoren der einzelnen Aktivitäten sind jeweils angegeben.

### 3. Welche Art des forschenden Lernens wird gefördert?

Der erste Schritt vor der Konzeption dieser Unterrichtsvorschläge beinhaltete die Diskussion und Formulierung einer gemeinsamen Definition dessen, was es heißt, mit Kindern Untersuchungen durchzuführen. Gemeinsam wurde zunächst ein Grundkonzept entwickelt, das während der Projektdauer fortlaufend angepasst und erweitert wurde.

#### **Forschendes Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht in Kindergarten und Grundschule beinhaltet für uns folgende Kriterien:**

##### Die **Kinder**

- sind aktiv in den Lernprozess eingebunden. Aktives Beobachten und Experimentieren der Kinder ist der Ausgangspunkt des Lernprozesses.
- lernen wissenschaftliche Fragen zu stellen, systematisch zu beobachten, die Beobachtungen festzuhalten und auf Basis der gesammelten Daten Schlussfolgerungen zu ziehen.
- arbeiten zunehmend selbständig an authentischen und problem-basierten Aktivitäten.
- lernen in der Gruppe. Soziale Interaktion, Diskutieren und Argumentieren sind zentrale Bestandteile forschenden Lernens.

**Lehrer/innen** verstehen sich beim Forschenden Lernen nicht nur als reine Vermittler/innen von Expertenwissen sondern auch als Vorbild (Role Model) für forschendes Lernen. Sie unterstützen und leiten den Lernprozess an, fördern die Diskussion von Ideen und helfen bei der Formulierung und Reflexion der Untersuchungsergebnisse.

Die **Leistungsmessung** erfolgt im Wesentlichen formativ durch Feedback zum Lehr- und Lernprozess für alle Beteiligten.

Alle entwickelten und hier vorgestellten Materialien wurden danach ausgewählt, in wieweit sie diesem gemeinsamen Verständnis von forschendem Lernen entsprechen.

## 4. Kennzeichen Forschenden Lernens

Um sicherzustellen, dass alle Materialien möglichst genau dem gemeinsamen Verständnis von forschendem Lernen entsprechen, hat das Projektteam eine Reihe von Indikatoren zusammengestellt. Diese wurden als Kriterien beim Auswahlverfahren zugrunde gelegt. Sie können dazu genutzt werden, besser zu verstehen, was den untersuchungsbasierten Ansatz eines Unterrichtsvorschlags ausmacht.

### 1) Authentische Aktivitäten:

Damit sich die Kinder tatsächlich mit einer wissenschaftlichen Fragestellung befassen wollen, muss diese authentisch sein. Das heißt, dass sich die Kinder die Fragestellung zu Eigen machen, und so den Wunsch haben, eine Lösung zu finden. Die Fragestellung muss für die Kinder bedeutsam sein, und sie müssen soweit wie möglich an ihrer Entwicklung beteiligt werden (vgl. auch Pollen, 2006). Wählen Sie daher einen Inhalt, der dem kulturellen Umfeld der Kinder und den Interessen der Kinder der entsprechenden Altersgruppe entspricht.

### 2) Untersuchungsbasierte Aktivitäten:

Das Lernen beginnt mit einem Problem, das gelöst werden soll. Manchmal beginnt die Unterrichtseinheit mit einer Frage. In diesem Fall ist die Formulierung der Ausgangsfrage wichtig. Sie ist so zu stellen, dass die Kinder angeregt werden, das Problem zu erkennen, die benötigten Informationen zu sammeln, mögliche Lösungen zu identifizieren, Optionen abzuwägen und Schlussfolgerungen zu ziehen. Die vorgestellten Problem-/Ausgangssituationen sollen stets zur Entwicklung einer Fragestellung führen und das Interesse der Kinder wecken. Forschungsbasierter Naturwissenschaftsunterricht ist ein problembasierter Ansatz, geht aber mit dem Stellenwert, der dem experimentellen Ansatz eingeräumt wird, noch darüber hinaus (vgl. Rochard-Report: Naturwissenschaftliche Erziehung jetzt. Eine erneuerte Pädagogik für die Zukunft Europas).

### 3) Aktive Mitwirkung der Kinder:

Die PriSciNet Materialien sollen die aktive Mitwirkung der Kinder beim Lernprozess fördern. Dafür müssen ihre Neugier geweckt und ihr Interesse gefördert werden.

Die Lernenden müssen aktiv in den Lernprozess einbezogen werden. „Aktiv“ bedeutet, dass jeder Schritt im Lernprozess einen speziellen Zweck im Hinblick auf die Durchführung einer Aktivität oder Maßnahme hat. In diesem Sinne ist „aktiv“ sowohl körperlich, z.B. Erledigung praktischer Aufgaben, als auch geistig, z.B. geistige Prozesse mit strategischem Denken und kritischer Reflexion, zu verstehen. Es reicht nicht aus, dass die Lernenden während einer wissenschaftlichen Untersuchung praktisch arbeiten („Hands-On“). Darüber hinaus ist der Vorgang des aktiven Denkens („Minds-On“) für den Erfolg der Lernerfahrung maßgeblich (Stipps, 2008, S. 32).

### 4) Zusammenarbeit in Gruppen:

Die PriSciNet Aktivitäten sollen die Zusammenarbeit der Kinder in Gruppen fördern.

Zusammenarbeit in Gruppen bedeutet zusammen mit Gleichaltrigen effektiv zu arbeiten. Die Unterrichtsvorschläge sollten den Kindern Gelegenheit zur Zusammenarbeit geben, und zwar durch die Übernahme verschiedener Rollen, Umgang mit und Toleranz anderen/r Meinungen und die gemeinsame Verwendung von Materialien zur Wissensbildung in einem sozialen Setting.

Ganz gleich ob die Kinder Experimente machen, Beobachtungen durchführen oder wissenschaftliche Themen erörtern: sobald dies in Gruppen geschieht, haben die Kinder dabei Gelegenheit, soziale Kompetenzen zu entwickeln. Diese Kompetenzen erstrecken sich vom Ausdruck der eigenen Gedanken, Ideen und Gefühle in der Gruppe bis hin zum Umgang mit Gleichaltrigen oder dem/der Lehrer/in bzw. anderen Erwachsenen im schulischen Umfeld (Stipps, 2008, S. 17).

### 5) Beobachtung:

Es gibt zahlreiche Fähigkeiten, die zum forschenden Lernen dazu gehören, wie z.B. Fragen stellen, Hypothesen formulieren, Untersuchungen konzipieren, Daten analysieren und Behauptungen mit Belegen stützen. Eine der wichtigsten Fähigkeiten ist es jedoch, genau zu beobachten und festzulegen, welche Beobachtungen wichtig sind. Ebenso wie Erwachsene beobachten Kinder viel, reagieren auf vieles und nehmen viele Dinge nicht wahr. Um etwas zu „sehen“, muss man jedoch wissen, wonach man Ausschau hält. Häufig werden Kinder einfach aufgefordert, etwas genau zu beobachten. Aber was heißt das? Viele von ihnen benötigen Anleitung. Beispielsweise ist es ein großer Unterschied, ob man aufgefordert wird, zwei Insekten zu beobachten, oder ob man zwei Insekten beobachten und die Gemeinsamkeiten und Unterschiede feststellen soll.

## 6) Bedeutung von Belegen:

Beobachtungen werden durchgeführt, um Daten zu sammeln. Ausgehend von diesen Daten bewerten die Kinder Sachverhalte und ziehen Schlussfolgerungen. Beim forschenden Lernen sollen die Kinder die erhobenen Daten als Belege nutzen, um mit ihrer Hilfe zu argumentieren.

Alle hier vorgestellten Aktivitäten sehen entsprechend vor, dass die Kinder ihre Beobachtungsergebnisse als Belege einsetzen. Die Schlussfolgerungen sollen, soweit wie möglich, zusammen mit den Belegen, auf denen sie beruhen, vorgestellt werden.

## 7) Diskursive Argumentation und Kommunikation:

Die PriSciNet Aktivitäten sollen die Kinder zu Gesprächen und zum Austausch über Untersuchungsergebnisse anregen. Forschendes Lernen wird manchmal als rein praktische Tätigkeit verstanden. Damit direkte Erfahrung zu Verständnis führt, sollten die Schüler/innen über Tun nachdenken, mit anderen diskutieren und die Ergebnisse festhalten. Die Vorstellungen, Theorien, Vermutungen, Gestaltungsideen für eine Untersuchung und die Schlussfolgerungen der Schüler/innen sollten alle explizit formuliert sowie mündlich und ggf. schriftlich ausgetauscht und erörtert werden. Häufig werden Verständnislücken erst erkannt, wenn man versucht, etwas zu erklären. Für viele Kinder (und Erwachsene) ist das Gespräch der erste Schritt. Wenn etwas gesagt wurde, kann es auch aufgeschrieben werden (Pollen, S. 13).

## 8) Eigenverantwortliches Lernen:

Die PriSciNet Aktivitäten sollen das eigenverantwortliche Lernen der Kinder fördern.

Forschendes Arbeiten fördert das eigenverantwortliche Lernen von Kindern, weil es zur aktiven Teilnahme am Lernprozess durch kognitive und metakognitive Strategien sowie Problemlösungsstrategien zur Überwachung des Verständnisses anregt (Dejonckheere et al., 2010).

Kognitive Strategien umfassen eine vielfältige Palette einzelner Handlungsweisen, die Schüler/innen und Lehrer/innen zur Verbesserung des Lernens einsetzen. Problemlösungsstrategien sind komplexer als kognitive Strategien und konzentrieren sich auf die Entwicklung einer Strategie zur Lösung eines wissenschaftlichen Problems (z.B. Forschungskreis). Metakognition bezieht sich auf das Wissen über Lernen und die Regulierung von Lernvorgängen (Schraw & Moshman, 1995; Dejonckheere et al., 2009). Wissen über Kognition bezieht sich auf deklaratives, prozedurales und konditionales Wissen. Die Regulierung von Lernvorgängen umfasst die Planung, Überwachung und Bewertung (Schraw, 2006).

Der Grad der notwendigen Unterstützung während Aktivitäten forschenden Lernens hängt von der Erfahrung und geistigen Entwicklung der Kinder ab. Mit der Entwicklung ihrer Fähigkeiten und des Vertrauens sollten die Kinder ihre Untersuchungen zunehmend eigenständig durchführen. Daher obliegt es dem/der Lehrer/in:

- den Stand der Forschungskompetenz der Kinder zu ermitteln.
- Unterstützung und Strategien für die Kinder bei der Durchführung ihrer eigenen Untersuchungen bereitzustellen.
- erfahrenen Lernenden Gelegenheit zur Durchführung ihrer eigenen Untersuchungen zu geben.

Die Lehrer sollen Gelegenheiten erhalten, die Fähigkeiten der Kinder, wie systematische und genaue Beobachtung, Formulierung von Fragestellungen, Entwicklung von Hypothesen, Planung, Untersuchung, Auswertung und Deutung von Daten, Modellierung, Kommunikation und Erläuterung der Ergebnisse gegenüber Gleichaltrigen, zu fördern. Es ist äußerst wichtig, dass der/die Lehrer/in dafür sorgt, dass die Kinder die Problemstellung erkennen und formulieren, denn Wissenschaft basiert auf Problemen, die es zu lösen gilt, und nicht nur auf reinen Beobachtungen.

Daher müssen die Aktivitäten dem/der Lehrer/in Gelegenheiten bieten, die Kinder mit relevanten Problemstellungen zu konfrontieren und auf diese Weise herauszufordern, Problemlösestrategien zu entwickeln (Stipps, 2008). Der/die Lehrer/in bezieht die Kinder in die Planung ihrer Untersuchungen ein. Das Ziel ist die größere Selbstständigkeit der Lernenden.

Die hier vorgestellten Aktivitäten orientieren sich an diesen acht Indikatoren. Als Kennzeichen forschenden Lernens können sie aber auch dazu genutzt werden, zu prüfen, ob andere Aktivitäten der oben formulierten Definition entsprechen.

## 5. Einsatz der Aktivitäten

Pädagogen sind aufgerufen, die Aktivitäten so einzusetzen, wie es ihnen am besten erscheint. Die Erfahrung des Projektteams hat gezeigt, dass sie Zeit und Übung benötigen, ehe sie sich bei der Durchführung forschungsbasierter Unterrichts mit Kindern wohl und sicher fühlen. Die Aufgabe ist nicht einfach, aber auch nicht unmöglich. Um den Einstieg zu erleichtern, wurden alle Aktivitäten mit einer möglichst praktischen Anleitung formuliert und so konzipiert, dass sie mit Alltagsmaterialien durchgeführt werden können.

## 6. Literatur

Projekt-Website: [www.prisci.net](http://www.prisci.net)

Internetplattform zum Austausch von Ideen und Materialien: [www.social.prisci.net](http://www.social.prisci.net)

[www.stipps.info](http://www.stipps.info) (Wie Kinder Wissenschaft lernen, interaktives STIPPS-Modell)

[www.pollen-europa.net](http://www.pollen-europa.net) (Materialien)

Rochard-Report (2007): Europäische Kommission. Expertengruppe für naturwissenschaftlichen Unterricht. Naturwissenschaftliche Erziehung jetzt. Eine erneuerte Pädagogik für die Zukunft Europas. [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_de.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_de.pdf).

Carin, A., Bass, J., Contant, T. (2005): Teaching science as inquiry. Pearson. Upper Saddle River, New Jersey.

Dejonckheere, P.J.N., Van de Keere, K., & Mestdagh, N. (2009). Training the scientific thinking circle in pre- and primary school children. The Journal of Educational Research, 103, 1-16.

Dejonckheere, P.J.N., Van De Keere, K. & Tallir, I. (2011): Are fourth and fifth grade children better scientists through metacognitive learning? Electronic journal of research in educational psychology. 9(1) - Issue Online 23 (April 2011).

Minner, D.D., Levy, A.J., Century, J. (2009): Inquiry-Based Science Instruction – What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. Journal of research in science teaching, 47. 474-496.

Li, J., Klahr, D. (2006): The psychology of scientific thinking: Implications for science teaching and learning. In J. Rhoton & P.Shane (Hrsg.) Teaching science in the 21st Century. NSTA Press.

Schraw, G., Crippen, K., Hartley, K. (2006): Promoting Self-Regulation in Science Education: Metacognition as Part of a Broader Perspective on Learning. Research in science education, 36. 111-139.

Schraw, G., & Moshman, D. (1995): Metacognitive theories. Educational Psychology Review, 7(4), 351-371.



9-11  
Jahre

pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

**Inhalt:**

Naturwissenschaften

**Zielkonzepte/-fähigkeiten:**

Die äußere Morphologie, Fortbewegung und Ernährung der Schnecke.

**Altersgruppe:**

9-11 Jahre

**Dauer:**

2 Stunden

**Zusammenfassung:**

Die Eigenschaften einer Schnecke bieten sich hervorragend für Experimente im Klassenzimmer an: Es ist ein Tier, das Kinder in der Regel gerne mögen, es ist harmlos, von geringer Größe, mit sehr eingeschränkter Mobilität und kann daher ruhig beobachtet werden. In dieser Lernaktivität haben die SchülerInnen also die Möglichkeit, die wesentlichen Aspekte des äußeren Körperbaus der Schnecke, ihre Art der Fortbewegung, ihre Größe zu beobachten und schließlich zu forschen, um die folgende Frage zu beantworten: Bevorzugt die Schnecke Kohl oder Salat? Dabei sollen die SchülerInnen das Experiment möglichst eigenständig planen und durchführen.

**Ziele:**

Am Ende der Aktivität sollten die Kinder folgendes gelernt haben:

- Beobachtung und Beschreibung der Morphologie der Schnecke.
- Beobachtung der Muskelstruktur des Schneckenfußes.

- Beobachtung des Schneckenhauses, die Spiralstruktur und die Richtung der Spirale (direkt oder gegenläufig).
- Beobachtung und Differenzierung zwischen dem Körper und der Schale der Schnecke: hart/weich, abgerundet/länglich, rau/glatt, und Unterschiede in Farbe und Struktur.
- Beobachtung der beiden Fühler der Schnecke.
- Beobachtung und Beschreibung der Art der Fortbewegung, die Bildung und Nützlichkeit des abgesonderten Schleims.
- Messung der Schnecke hinsichtlich Länge bzw. Größe.
- ein Experiment planen und durchführen, um herauszufinden, welches Gemüse die Schnecke bevorzugt und wie viel sie davon am Tag frisst.

**Materialien:**

- Ein Terrarium, das nach oben hin offen ist (es kann auch eine Glasschale aus der Küche sein);
- Ein Stück perforierter Pappkarton, um das Terrarium zu bedecken;
- Zwei Schnecken pro Gruppe, die im Terrarium gehalten werden sollen;
- Eine Lupe für jeden Schüler;
- Ein Glas für jede Gruppe;
- Nahrung für die Schnecke: Salat und Kohl.

# Bevorzugt die Schnecke Kohl oder Salat?

**Autoren:** P. Varela & J. Sá, Hands on Science, Portugal

Der Inhalt dieses Dokuments gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wider. Die Europäische Union haftet nicht für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen.



Das Projekt Pri-Sci-Net wurde durch das siebte Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7 2007/13) unter der Fördernummer 266647 gefördert.



# Bevorzugt die Schnecke Kohl oder Salat?

## 1. Einstieg (Hypothesenbildung)

- Die Lehrkraft bittet die SchülerInnen die Schnecke zu beobachten.
- Aufträge, um das genaue Beobachten zu fördern, z.B.: - Was kann man an den verschiedenen Teilen des Körpers der Schnecke beobachten? - Wie sieht das Haus der Schnecke aus? Form und Farbe?, ...
- Diskussion zur Funktion der Fühler der Schnecke herstellen.
- Die Lehrkraft soll die Aufmerksamkeit der SchülerInnen auch auf die Atemöffnung (Luftloch) der Schnecke lenken (Abb. 1).
- Am Ende dieser Beobachtungsphase bittet die Lehrperson die SchülerInnen, eine möglichst genaue Zeichnung von der Schnecke anzufertigen.
- Die Gruppen werden gebeten, die Schnecke in ein Glas zu legen und ihre Bewegungen zu beobachten: - Wie bewegt sich die Schnecke? - Welche Besonderheiten erkennt man unten am Fuß? etc.

## 2. Erforschen (Planung und Durchführung von Untersuchungen)

- Die Lehrkraft stellt das Experiment vor: - Bevorzugt die Schnecke Kohl oder Salat?
- Die SchülerInnen sollten sich in Gruppen aufteilen und ihre Hypothesen formulieren.
- Die Lehrkraft bespricht mit den Schülern die Planung eines Experiments, um die Hypothesen zu prüfen.
- Die SchülerInnen präsentieren ihre Ideen zum Experiment, und die Lehrkraft fördert und unterstützt diese Ideen etwa durch Fragen, wie: - Was sollen wir tun, um zu wissen, ob die Schnecke lieber Salat oder Kohl mag? - Wo sollen wir die Schnecke hinsetzen? Können wir es mit einer Pappkartonschachtel versuchen? - Was sollen wir in diese Schachtel geben? - Wo sollen wir diese Schachtel dann hinstellen? Für wie lange? - Ist es richtig, der Schnecke mehr Salat als Kohl zu geben? - Wie groß soll die Menge an Salat bzw. Kohl sein?, ...
- Die SchülerInnen sollen ein Verfahren zur Messung der verzehrten Blätter (Salat, Kohl) entwickeln und anwenden: - Wie können wir den Verzehr von Salat und Kohl durch die Schnecke messen? Eine gute Möglichkeit, die Verzehrmenge genau zu bestimmen ist, das Gemüseblatt vor der Untersuchung auf ein kariertes Blatt zu legen und den Umriss aufzuzeichnen (vgl. Abb. 2). Anhand der Kästchenzahl kann dann später verglichen werden, wieviel des Blattes gefressen wurde.
- Am besten wird eine Schnecke für einen bestimmten Zeitraum zwischen jeweils ein Stück Salat und Kohl gesetzt, beispielsweise für einen Tag. Wenn diese Zeit verstrichen ist, werden die SchülerInnen sehen, wie viel von jedem Gemüse verzehrt worden ist. Da die Schnecke Feuchtigkeit benötigt, sollte der Boden des Behälters mit einer angefeuchteten Papierserviette bedeckt werden (vgl. Abb. 3).
- Die Lehrkraft soll die SchülerInnen bei der Planung des Experiments, insbesondere im Hinblick auf die Messungen und Aufzeichnungen der Ergebnisse, begleiten.
- Die festgelegte Vorgangsweise sollte auch schriftlich festgehalten werden.
- Während der Durchführung des Experiments sollten die Daten in einer Tabelle (vgl. Vorlage in Tab. 1) aufgezeichnet werden.

## 3. Auswerten (Auswertung der Ergebnisse)

Am Ende diskutieren die Gruppen untereinander die Ergebnisse und ziehen ihre Schlussfolgerungen. Die SchülerInnen werden sehen, welche Lebensmittel die Schnecke bevorzugt (gemessen an der verzehrten Menge).

Man sollte betonen, dass diese Schlussfolgerungen nur dann Gültigkeit haben, wenn das Experiment (und auch das Ergebnis) mehrere Male wiederholt wird. Da die Untersuchung aber von

verschiedenen Gruppen von SchülerInnen durchgeführt wird, ergeben sich daraus genügend Informationen, um Schlüsse zu ziehen, ohne dass der Versuch von der gleichen Gruppe wiederholt werden muss. Es kann allerdings vorkommen, dass die Ergebnisse nicht identisch sind in allen Gruppen. Dies soll diskutiert werden.

# Bevorzugt die Schnecke Kohl oder Salat?



## Material

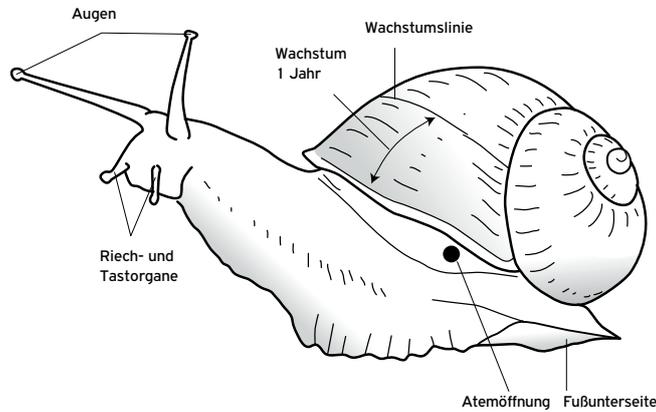


Abb. 1 Körperbau der Schnecke

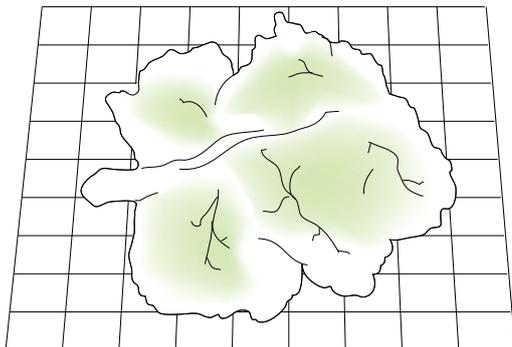


Abb. 2 Messmethode

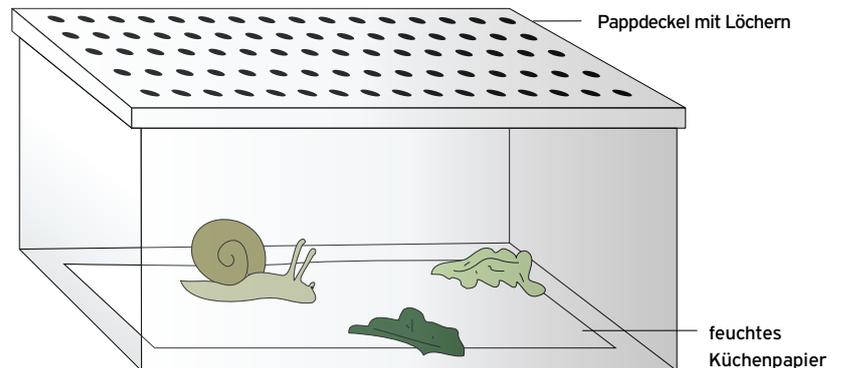


Abb. 3 Versuchsaufbau

Gemüsesorte	Kästchenzahl zu Beginn	Kästchenzahl am Ende (nach 24h)	Differenz
Kohl			
Salat			

Tab. 1 Mustertabelle zur Datendokumentation



9-11  
Jahre

pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

**Inhalt:**

Physik

**Zielkonzepte/-fähigkeiten:**

Luft als Gas mit verschiedenen physikalischen Eigenschaften verstehen

**Altersgruppe:**

9-11 Jahre

**Dauer:**

2 Unterrichtseinheiten – Experimente können auch einzeln durchgeführt werden

**Zusammenfassung:**

Schüler/innen begreifen Luft als Gasgemisch mit bestimmten physikalischen Eigenschaften. Schüler/innen führen Experimente mit unterschiedlichem Fokus aus: a) Luft ist mehr als „Nichts“ (Experiment 1-5) und b) Luft dehnt sich aus, wenn sie erwärmt wird (Experiment 6-7).

**Ziele:**

Am Ende der Einheiten sollen die Schüler/innen:

- Luft als Gasgemisch erkennen, das mehr als „Nichts“ ist.
- die Unterschiede zwischen warmer und kalter Luft erkennen und beschreiben können.
- die Ausdehnung der Luft beim Erwärmen erkennen können.

**Materialien:**

**Experiment 1:**

1 Schüssel mit Wasser gefüllt, 1 Strohhalm, 1 Heft, 1 Luftballon, 1 kleine Glasflasche

**Experiment 2-5:**

1 Plastikschiessel, 1 Teelicht, 1 Glas, 1 Glasflasche, 1 Luftballon, 1 kleiner Trichter, Knetmasse, Wasser, 2 Gummibärchen, 2 Plastikflaschen (1 Liter)

**Experiment 6-7:**

1 Luftballon, 1 Plastikflasche, 1 Plastikschiessel mit heißem Wasser, 1 Plastikschiessel mit kaltem Wasser, Fön, Maßband bzw. Schnur

# Luft – mehr als nichts!

**Autor:** Christian Bertsch, Pädagogische Hochschule Wien, Österreich

Der Inhalt dieses Dokuments gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wider. Die Europäische Union haftet nicht für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen.



Das Projekt Pri-Sci-Net wurde durch das siebte Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7 2007/13) unter der Fördernummer 266647 gefördert.



# Luft- mehr als nichts!

## 1. Einstieg (Hypothesenbildung)

Die Lehrperson teilt die Klasse in Kleingruppen (4-5 Schüler/innen) und teilt die Arbeitsblätter aus. Alle Aktivitäten starten mit einer Frage, und die Schüler/innen sollen diese Fragen auf Basis ih-

res Vorwissens diskutieren. Die Schüler/innen stellen Hypothesen auf. Wir empfehlen, erst dann die Materialien für die Experimente auszuteilen.

## 2. Erforschen (Planung und Durchführung von Untersuchungen)

Nachdem die Schüler/innen Vorhersagen getroffen haben, beginnen sie mit den Experimenten. Sie beobachten, manipulieren,

messen und zeichnen ihre Versuchsanordnungen auf den Arbeitsblättern ein.

## 3. Auswerten (Auswertung der Ergebnisse)

Experiment 1-5: Schüler/innen kommen zu dem Schluss, dass Luft mehr als "Nichts" ist und Raum einnimmt. Nach den fünf Experimenten schreiben sie in ihren eigenen Worten auf, was sie herausgefunden haben. Diese Aufzeichnungen können abschließend im Plenum verglichen werden.

Experiment 6-7: Schüler/innen kommen zu dem Schluss, dass Luft sich ausdehnt, wenn sie erwärmt wird. Gemeinsam mit der Lehrperson wird dieses Phänomen mit dem Teilchenmodell erklärt. Nach den zwei Experimenten schreiben sie in ihren eigenen Worten auf, was sie herausgefunden haben. Diese Aufzeichnungen können abschließend im Plenum verglichen werden.

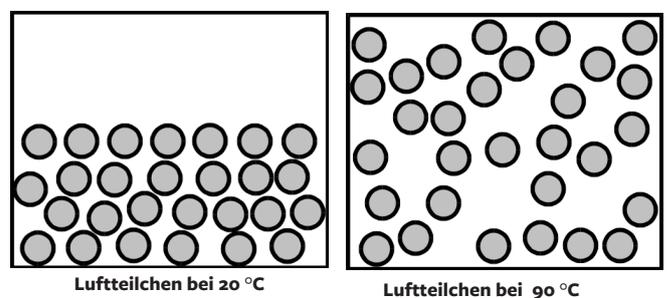
## Hintergrundinformation

Luft ist nicht Nichts, obwohl wir sie nicht sehen können. Luft ist ein unsichtbares, geruch- und geschmackloses Gasgemisch, welches uns auf der Erdoberfläche umgibt und aufgrund seiner Zusammensetzung wichtigste Voraussetzung für ein Leben auf der Erde ist. Luft ist aus mehreren einzelnen Gasen mit unterschiedlichen physikalischen und chemischen Eigenschaften zusammengesetzt. Die beiden Hauptbestandteile trockener Luft sind Stickstoff ( $N_2$ ; 78 %) und Sauerstoff ( $O_2$ ; 21%). Der Rest besteht aus Argon, Kohlendioxid ( $CO_2$ ), Neon und Helium (1%), wobei  $CO_2$  zu etwa 0,03% enthalten ist. Feuchte Luft kann bis zu 4 % Wasserdampf enthalten. Für Wetterphänomene ist dieser Wasserdampf von großer Bedeutung.

Auf Meeresniveau beträgt die Dichte der Luft etwa 1,293 g/Liter, mit anderen Worten: ein Liter Luft wiegt etwa 1,3 g (entspricht dem Gewicht von ca. 13 Streichhölzern) bzw. ein  $m^3$  Luft wiegt 1,3 kg.

Die Luft ist zwar unsichtbar, beansprucht aber trotzdem Raum. Die Luft besteht aus verschiedenen kleinen Gasteilchen (Atome und Moleküle), die nicht aneinander gebunden sind und sich mit hoher Geschwindigkeit – bei Zimmertemperatur bis 500 m/s – in relativ großem Abstand frei bewegen und dabei ständig miteinander zusammenstoßen.

Erwärmt sich Luft, z.B. über einem von der Sonne beschienenen Felsen oder über einer Flamme, dann dehnt sie sich aus, da sich die Luftmoleküle schneller bewegen. Durch die Ausdehnung nimmt die Dichte ab, und die erwärmte Luft erfährt einen Auftrieb, wenn sie von kälterer Luft umgeben ist. Dieser Auftrieb kann so stark sein, dass ein Heißluftballon mit angehängter Gondel nach oben getragen werden kann.



# Luft- mehr als nichts!

# pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

## Experiment 1: Kann man Luft sehen, hören oder spüren?

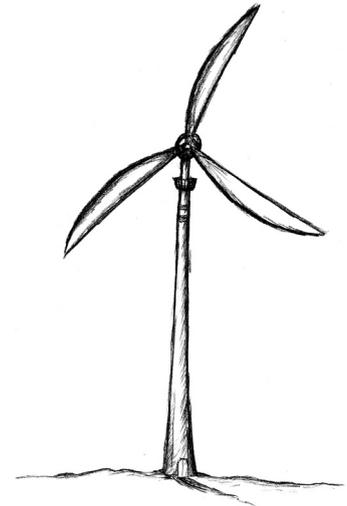
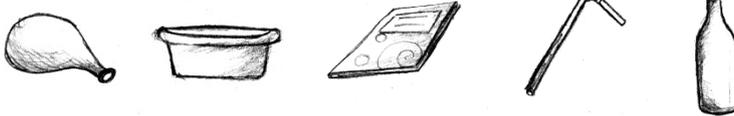
Hast du Luft schon einmal gehört, gespürt oder sogar gesehen? Schreibe deine eigenen Erfahrungen dazu auf:

---

---

---

Versuche nun, Luft sichtbar, hörbar und spürbar zu machen. Dazu hast du folgende Materialien:  
1 Schüssel mit Wasser gefüllt, 1 Strohhalm, 1 Heft, 1 Luftballon, 1 kleine Glasflasche



Wie kann man Luft sichtbar machen?

---

---

Wie kann man Luft spürbar machen?

---

---

Wie kann man Luft hörbar machen?

---

---

# Luft- mehr als nichts!

# pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

Was passiert wenn ich die mit Luft gefüllte Glasflasche unter Wasser halte. Zeichne deine Beobachtungen ein.

Mit welchen Versuchen konntest du Luft spürbar, hörbar oder sichtbar machen. Kreuze an.

Hier konnten wir Luft			
			
			
			
			

Das Wichtigste, das ich heute herausgefunden habe, ist:

---



---



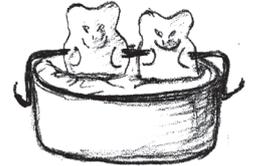
---

# Luft- mehr als nichts!



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

## Experiment 2: Gummibärchen auf Tauchstation



Materialien: 1 Schüssel mit Wasser gefüllt,  
1 Glas, 2 Gummibärchen in einem Boot (Teelicht)

**Forschungsfrage:** Hast du eine Idee, wie die Gummibärchenforscher den Meeresgrund erforschen können, ohne dabei nass zu werden?

Zeichne auf, wie es funktionieren könnte.

Überprüfe jetzt deine Vermutung.

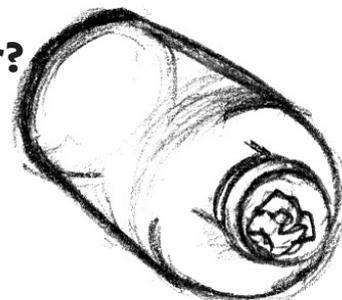
Wie sind die Gummibärchen an den Boden der Schüssel gekommen ohne nass zu werden? Kannst du erklären, wieso sie nicht nass wurden? Schreibe auf!

# Luft- mehr als nichts!

## Experiment 3: Ist die leere Flasche wirklich leer?

Materialien: 1 leere Glasflasche, 1 kleine Papierkugel

Lege das Papierkugelchen wie abgebildet in den Flaschenhals der waagrechten Flasche.



**Forscherfrage:** Wie könntest du das Papierkugelchen in die Flasche bekommen, ohne die Flasche oder das Kugelchen zu berühren?  
Schreibe deine Vermutung auf **bevor** du es ausprobierst.

---

---

---

---

---

---

### Versuche es nun und beobachte!

Was passiert:

---

---

---

---

---

---

Hast du eine Erklärung dafür?

---

---

---

---

---

---

# Luft- mehr als nichts!



## Experiment 4: Wie schwer ist es, einen Ballon aufzublasen?

Material: 1 Luftballon, 1 Plastikflasche, 1 Schere

Stecke einen Luftballon wie auf dem Bild in eine Flasche und stülpe ihn außen über das Gewinde. Gelingt es dir, den Luftballon in der Flasche aufzublasen. Einigt euch in der Gruppe, bevor ihr den Versuch durchführt!



- Ja, der Luftballon in der Flasche kann aufgeblasen werden
- Nein, der Luftballon in der Flasche kann nicht aufgeblasen werden

Versuche nun, den Luftballon aufzublasen! Schreibe auf, was du beobachtest.

---

---

---

Versuche, deine Beobachtung zu erklären.

---

---

---

Wie könnte es dir gelingen, den Luftballon in der Flasche aufzublasen? Versuche eine Lösung zu finden und zeichne diese Lösung auf.

Tipp: die Schere kann dir dabei helfen.

# Luft- mehr als nichts!



## Experiment 5: Wasser umfüllen – gar nicht so leicht!

Material: Kunststoffflasche, 1 Glas Wasser, einen kleinen Trichter, Knetmasse

Gib den Trichter in die Kunststoffflasche und gieße langsam das Wasser in den Trichter.

Was kannst du beobachten?

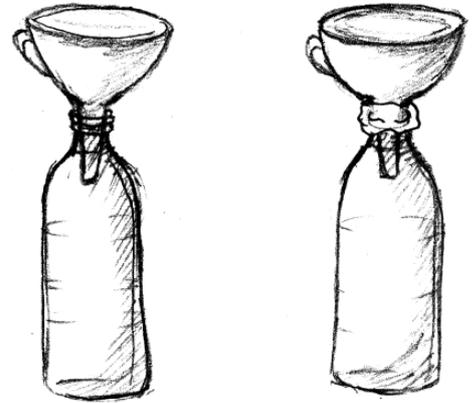
---

---

---

---

---



Verschließe die Flaschenöffnung, auf der der Trichter ist, ganz dicht mit Knetmasse und gieße langsam Wasser in den Trichter. Was kannst du beobachten? Zeichne deine Beobachtung auf!

Wie kannst du dir das erklären?

---

---

---

Das Wichtigste, das ich heute herausgefunden habe, ist:

---

---

---

# Luft- mehr als nichts!

## Experiment 6: Unterscheiden sich warme und kalte Luft?

Material: Luftballon, Fön, Maßband (oder Schnur und Lineal)

Blase einen Luftballon (nicht ganz) auf und miss seinen Umfang mit dem Maßband! Trage den Umfang in die Tabelle ein. Erwärme den Luftballon mit einem Fön und miss den Umfang noch einmal. Trage den Umfang in die Tabelle ein. Warte ein paar Minuten und miss erneut. Trage den Umfang in die Tabelle ein.

Luftballon mit normaler Luft:

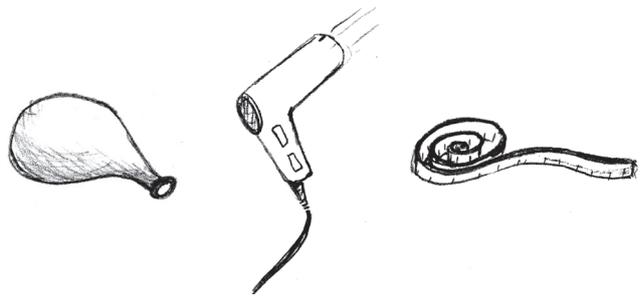
\_\_\_\_\_ cm Umfang

Luftballon mit erwärmter Luft:

\_\_\_\_\_ cm Umfang

Luftballon mit wieder abgekühlter Luft:

\_\_\_\_\_ cm Umfang



Schau dir deine Tabelle an. Unterscheidet sich warme und kalte Luft? Schreibe den Unterschied auf:

---

---

---

---

Nimm den Luftballon mit nach Hause und lege ihn in den Kühlschrank oder das Gefrierfach. Nach einer Stunde kannst du den Umfang messen. Stelle aber zuerst eine Vermutung auf, wie groß der Umfang sein wird.

Luftballon mit kalter Luft:

Meine Vermutung:

\_\_\_\_\_ cm Umfang

Meine Messung:

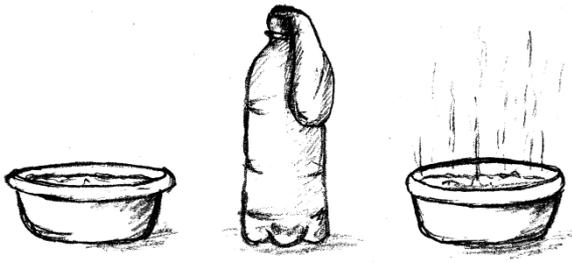
\_\_\_\_\_ cm Umfang

# Luft- mehr als nichts!



## Experiment 7: Der Flaschengeist

Material: 1 Plastikflasche, 1 Luftballon, 1 Schüssel mit heißem Wasser, 1 Schüssel mit kaltem Wasser



Stülpe den Luftballon wie auf dem Bild über die Flasche. Was glaubst du passiert, wenn du die Flasche abwechselnd in die Schüsseln mit heißem und kaltem Wasser stellst?

Führe den Versuch nun durch und zeichne auf, was passiert.

Wenn Luftteilchen erwärmt werden, bewegen sie sich schneller hin und her und brauchen mehr.....  
Luft dehnt sich bei Erwärmung..... .Wenn die erwärmte Luft wieder abkühlt, zieht sie sich..... und braucht ..... Platz.

9-11  
Jahre

**Inhalt:**

Physik, Robotics

**Zielkonzepte/fähigkeiten:**

Robotics:  
Sensoren, universelle Roboter, Verhaltens-Programmierung

Physik:

Natürliche und künstliche Lichtquellen  
Ton: Geräusche im Klassenzimmer  
Temperatur: Temperaturregulierung im Klassenzimmer

**Altersgruppe:**

9-11 Jahre

**Dauer:**

Mindestens 3 Stunden

**Zusammenfassung:**

Kinder werden in die Robotics mit experimentellen Analogien von menschlichen Sinnen und Robotersensoren eingeführt:

- Lichtsensoren und Sehen
- Tonsensoren und Hören
- Temperatursensoren und Fühlen

Sinne und Sensoren nehmen wahr. Sensoren sind unseren Sinnen sogar überlegen, indem sie die Genauigkeit messen und auch außerhalb eines Körpers so wie die menschlichen Sinne funktionieren. Während die menschlichen Sinne einzelne Geräusche, Bilder und Temperaturunterschiede wahrnehmen können, müssen Roboter allerdings erst programmiert werden, um das zu können. Außerdem können wir Menschen unsere Sinne steuern: z.B. können wir entscheiden, was wir gerade sehen, hören oder fühlen möchten. Sensoren müssen instruiert werden um das zu tun.

**Ziele:**

In dieser Aktivität werden Kinder angeleitet ein Lego Mindstorm NXT® Robotics Kit als Forschungswerkzeug zu verwenden, um physikalische Untersuchungen und Beobachtungen zu Licht, Schall und Temperatur durchzuführen. Sie lernen logisches Schlussfolgern, problembezogene Fähigkeiten, technologische Fähigkeiten (Programmierung und Konstruieren von Robotern). Die Physikalischen Beobachtungen finden statt, indem die Kinder Begriffe (warm, rot, etc.) in numerische Werte (in Form von Skalen) und ihrer Ausprägung (z.B. > 25°) festhalten und diese in Beziehung setzen. Logisches Schlussfolgern wird durch das Programmieren trainiert. Außerdem erwerben die Kinder problembezogene Fertigkeiten.

Wissenschaftliche Methoden erlernen die Kinder durch systematisches Beobachten, Hinterfragen, Messen, Vorhersagen, Informationen sammeln und dokumentieren, arbeiten in der Gruppe, Berichten und Diskutieren.

Technologische Fähigkeiten werden durch die Beschäftigung und die Programmierung des Roboters und der Erhebung von physikalischen Messgrößen erworben.

**Materialien:**

Für die Klasse:

- A3 Papier und Kleber oder Magnettafel und Magneten
- Ausgedruckte Bilder von Robotern, Automaten und Maschinen

Pro Gruppe:

- Ein Lego Mindstorm NXT® Kit
- Lego Mindstorm NXT® Software
- Einen Computer
- Sehen: Ein leeres Glas, eine leere Plastikflasche, buntes Zeichenpapier
- Hören: Eine Trillerpfeife, eine Holzflöte
- Fühlen: Temperatursensoren (nicht Teil des Lego Mindstorm Kits), Wasserkocher, Eiskwürfel, Eimer

# Menschliche Sinne und Robotersensoren

**AutorInnen:** Ilaria Gaudiello, Elisabetta Zibetti & Charles Tijus, Université Paris 8, Frankreich

Der Inhalt dieses Dokuments gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wider. Die Europäische Union haftet nicht für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen.

## 1. Einstieg (Hypothesenbildung)

### Erste Stunde (25 Minuten: 10 Minuten Präsentation + 15 Minuten Einführung in Robotics)

#### Präsentation (10 Minuten):

Die Lehrperson stellt die Stunde vor: Entdecken von Robotern, um die Eigenschaften von Licht, Schall und Temperatur zu verstehen. Die Erforschung eines speziellen Robotertyps ("Ubiquitäre Roboter"), die im Klassenzimmer eingesetzt werden um, die Lichtmenge, Temperatur und den Geräuschpegel zu messen. Die Lehrperson regt die Kinder an, Fragen über Roboter und im Speziellen über ubiquitäre Roboter zu stellen. Es sollen keine Definitionen sondern lediglich Anregungen und Ideen gegeben werden.

#### Einführung in Robotics (15 Minuten)

Mit einem Spiel lernen die Kindern den Roboter, und wie sie mit ihm interagieren sollen, verstehen. Dazu werden ausgedruckte Bilder von einem Roboter, einem Automaten und einer Maschine in drei Reihen aufgelegt. Die Kinder diskutieren die Unterschiede, und die Lehrperson führt sie langsam zu den folgenden Definitionen: Haushaltsmaschinen können mechanisch, elektronisch oder automatisch funktionieren und sie können nur gewisse Funktionen erfüllen, die man meistens auch nicht mehr ändern kann (z.B. Mixen, Zerkleinern, etc.). Automaten sind meistens mechanisch und können nur eine einzige Aufgabe erledigen (z.B. Fahrkartentwerter - Fahrkarte entwerter). Roboter können mehrere Aufgaben ausführen und auch aus ihnen lernen, wenn wir ihnen bestimmte Regeln beibringen. Es gibt verschiedene Typen von Roboter (humanoide, animalische oder ubiquitäre). Mit dem Lego-Baukasten können wir verschiedene Legosteine zusammenbauen und einen Roboter programmieren. Jetzt füllen die Kinder das Arbeitsblatt 1 aus. Danach diskutieren die Kinder gemeinsam, und die Lehrperson erklärt ihnen, dass sie nun lernen, wie sie einen Roboter programmieren. So können die Kinder z.B. gewisse Regeln festlegen, wie die Roboter auf Licht-, Geräusch- oder

Temperaturänderungen im Klassenraum reagieren. Zum besseren Verständnis, wie ubiquitäre Roboter funktionieren, kann die Lehrerin/der Lehrer die Analogie von menschlichen Sinnen und Robotersensoren erklären. Die Kinder diskutieren anschließend die Unterschiede zwischen den Sinnen und den Sensoren: Was funktioniert genauer? Wie messen die Sensoren? Die Lehrperson kann unterstützend erklären, dass Sensoren viel genauer messen als unsere Sinne, dass sie unabhängig von einem Körper funktionieren und, dass sie durch Programmierung lernen können. Die Lehrerin/der Lehrer fragt die Kinder, ob sie wissen, was der Unterschied zwischen hören und zuhören ist und zwischen sehen und beobachten? Nach einer gemeinsamen Diskussion erklärt die Lehrperson den Unterschied zwischen Willkür und Intention. Beobachten und zuhören setzen eine bewusste Intention voraus, sehen und hören kann auch nebenbei passieren. Danach erhalten die Schüler und Schülerinnen die Aufgabe den Roboter dazu zu bringen, seine Sinne in der Umgebung zu „verteilen“. Dazu müssen sie: a) das Problem von Störungen lösen und b) eine Methode vorschlagen, die Roboter dazu bringt, ihre Sensoren intentional einzusetzen.



## Zweite und dritte Stunde (100 Minuten)

### Forschungsfrage - Herausforderung:

Die Kinder werden in Gruppen geteilt. Die Herausforderung besteht darin, intelligente Tischlampen mit den Lichtsensoren oder einen Geräuschdetektor mit den Geräuschsensoren oder ein Klassenzimmerheizungssystem mit den Temperatursensoren zu entwickeln.

### Hard- und Softwarevoraussetzungen:

Das Lego-Kit: seine mechanischen (Legosteine), elektronischen (Motoren, Sensoren) und Informatikkomponenten (Prozessor, Interface).

Bevor mit den Experimenten begonnen wird, kann die Lehrperson Probedurchgänge mit den vorinstallierten Trainingsprogrammen absolvieren. Diese Programme beeinflussen meist, wie der Roboter auf bestimmte Ereignisse reagiert, z.B. er bewegt sich schneller, wenn jemand in die Hände klatscht. Die Kinder können das Verhalten des Roboters mehrmals beobachten bzw. das Programm selbst mehrmals hintereinander ausführen.

Die Kinder sollen nun die Verhaltensregel herausfinden. Wann bewegt sich der Roboter schneller? Tut er das bevor oder nachdem ihr in die Hände geklatscht habt? Was passiert, wenn ihr einmal in die Hände klatscht und sofort danach aufhört? Wie hängen das Klatschen und die Geschwindigkeit des Roboters zusammen?

Die Antworten der Kinder geben der Lehrerin/dem Lehrer bereits einen Eindruck über das Verständnis und eventuelle Fehlannahmen der Kinder. Die Schüler und Schülerinnen sollen ihre Vorhersagen schließlich überprüfen, in dem sie andere Geräusche und die Reaktion des Roboters darauf überprüfen. Sie werden angeleitet: 1) die dem Verhalten des Roboters zugrunde liegende Regel durch ihre Versuche zu formulieren, 2) die Regel zu verallgemeinern (zu verstehen, dass das Verhalten des Roboters auf dem Prinzip "Reizaufnahme-Verarbeitung-Reaktion" beruht. Der Roboter nimmt die Umgebungsreize wahr (Input) und reagiert (Output) entsprechend der aufgestellten Regeln (Verarbeitung).

### Verhaltensprogrammierung

"Reizaufnahme-Verarbeitung-Reaktion"

#### (input-process-output):

Die Kinder sollen sich nun eine eigene Verhaltenssequenz überlegen. Die Lehrerin/der Lehrer sammelt die Vorschläge der Kinder ein. Welcher Plan ist umsetzbar? Warum können manche Pläne nicht programmiert werden? Die Lehrperson erinnert die Kinder noch einmal an das zuvor Beobachtete und wie die Roboter funktionieren und, dass sie zuerst die Regel herausfinden müssen. Mit Flussdiagrammen kann die Lehrperson z.B. die Beziehungen und so einen möglichen Verhaltensprogrammier-Plan darstellen.

Bild 1



Bild 2



Bild 3



Bild 4



Programm



Abbildung 1: Dieses Programm veranlasst den Geräuschsensor dazu, bei Geräuschpegel über 50db die Motorenleistung auf 70db zu erhöhen. Im Normalfall bleibt die Motorenleistung bei 20db.

### Versuche/Durchläufe:

Die Kinder können in Gruppen verschiedene Programmierpläne ausprobieren um sicherzugehen, dass sie die dahinterliegenden

Prinzipien verstanden haben und, um Fehlannahmen sichtbar zu machen.

## Vierte Stunde (45 Minuten: 30 Minuten Experimente + 15 Minuten Auswertung)

### Herausforderungen und Hypothesen:

Sobald die Kinder die Grundprinzipien der Programmierung von Verhaltenssequenzen verstanden haben, schlägt ihnen die Lehrperson vor, neue Dinge auszuprobieren. Was können sie noch über Licht, Schall und Temperatur herausfinden? Es werden ihnen die folgenden drei Herausforderungen angeboten:

a. Lichtsensoren-Experiment: Wie müsst ihr den Roboter programmieren, damit er sich automatisch einschaltet und künstliches Licht produziert, sobald das natürliche Licht im Klassenzimmer unter einen vorgegebenen Wert fällt?

b. Geräuschsensoren-Experiment: Wie findet ihr heraus, ob Jungen in der Pause lauter sind als Mädchen?

c. Temperatursensoren-Experiment: Wie verwendet ihr einen Temperatursensor, um die Wärmeentwicklung der Klassenzimmerheizung (oder eines Heizkörpers) zu überwachen?

Je nach Interesse bilden die Kinder Gruppen, um an je einer der Herausforderungen zu arbeiten. Um die Aufgaben zu lösen, müssen sie: a) das Problem von Störungen lösen und b) eine Methode vorschlagen, die Roboter dazu bringt ihre Sensoren intentional einzusetzen.

## 2. Erforschen (Planung und Durchführung von Untersuchungen)

Zuerst sollen die Kinder ihre Ideen und Vorhersagen formulieren und diskutieren.

- Wieviel natürliches Licht gibt es über den Tag verteilt?
- Sind Jungen in der Pause lauter als Mädchen oder ist es umgekehrt?
- An welchem Tageszeitpunkt ist die Temperatur im Klassenzimmer am höchsten?

Die Schüler und Schülerinnen sollen sich überlegen, ob es einen Einfluss hat, wo die Sensoren angebracht werden und welche Tageszeit gerade ist:

- An manche Plätzen gelangt mehr Licht hin als an andere.
- Es gibt verschiedene Geräusche je nach Tageszeit.
- Es gibt Plätze, die je nach Tageszeit mehr oder weniger der Wärme des Heizkörpers ausgesetzt sind.

Die Lehrerin/der Lehrer fragt die Kinder, wie sie Licht/Temperatur/Geräusche messen wollen. Die Kinder diskutieren die Vorgehensweise in ihrer Gruppe und präsentieren sie dann der ganzen Klasse. Die Lehrperson kommentiert die Vorschläge und hilft ihnen gegebenenfalls beim Verfeinern: sie erklärt z.B. wie man einen Durchschnittswert berechnet, wie sie die geringsten und höchsten Messwerte festhalten, etc.

Die Kinder füllen ihre erhobenen Messwerte in die Arbeitsblätter 2a-c ein.

Anschließend sollen sie sich überlegen wie sie die Sensoren dazu bringen könnten, intentional Geräusche, Wärme oder Licht wahrzunehmen. Die Kinder diskutieren wieder die Vorgehensweise in ihrer Gruppe und präsentieren sie dann der ganzen Klasse. Es kann wieder der Durchschnittswert als Grenzwert verwendet werden. Die Lehrperson kann ihnen das Prinzip des Grenzwerts z.B. mit den Aggregatzuständen erklären: Wasser ändert seinen Zustand, wenn sich die Temperatur ändert. Es wird durch Verdunstung gasförmig, wenn es die Temperatur von 100° Celsius überschreitet und es gefriert bei Temperaturen unter 0° Celsius.

- Wenn ein bestimmter Helligkeitsgrenzwert überschritten wird, löst der Sensor des Roboters einen Alarm (z.B. Lichtblitz) aus.
- Wenn eine bestimmte Tonstärke überschritten wird, löst der Sensor des Roboters einen Alarm aus. (z.B. der Ausruf "Ruhe!", der bereits vorprogrammiert ist).
- Wenn eine bestimmte Temperatur überschritten wird, löst der Sensor des Roboters einen Alarm aus. (z.B. das Alarmgeräusch, das bereits vorprogrammiert ist).

Auf diesem Weg haben die Kinder ein Programm entwickelt, das die jeweilige Variable simuliert und somit intentional agiert.

Die folgende Seite stellt die Programme bildlich dar.

# Menschliche Sinne und Robotersensoren



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

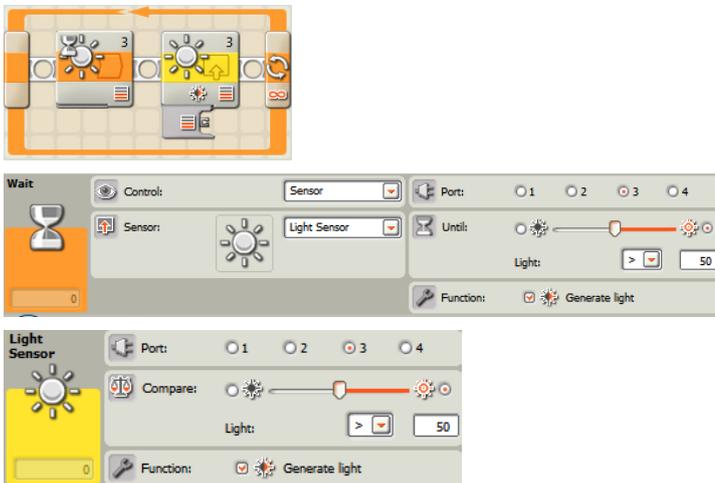


Abb.1 Das Programm erzeugt künstliches Licht, wenn ein bestimmter Grenzwert von 50 im Raum unterschritten wird. Die zweite Abbildung in der Schleife führt den Befehl "erzeuge Licht" aus.



Abb.2 Der Sensor überwacht den Geräuschpegel im Raum und meldet sich mit "Ruhe!", wenn der Grenzwert überschritten wird.

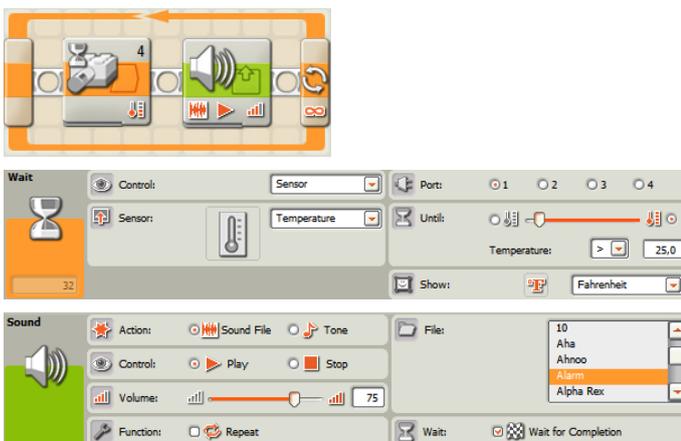


Abb.3 Wenn die Raumtemperatur 25°C überschreitet meldet sich der Sensor mit einem Alarmsignal.

Am Ende des Experiments vergleichen die Kinder ihre Ergebnisse mit den Vorhersagen und füllen die Arbeitsblätter 3a-c aus.



## 3. Auswerten (Auswertung der Ergebnisse)

Die Arbeitsblätter 3a-3c werden besprochen. Die Lehrerin/der Lehrer moderiert die Gruppendiskussion und hilft den Kindern, Schlussfolgerungen zu ziehen.

Am Ende der Aktivität erhalten die Kinder weiterführend eine Hausaufgabe (vgl. Arbeitsblätter 4a-4d).

Zusätzliche Aktivitäten können geplant werden: Gibt es noch andere menschliche Sinne, die von Sensoren reproduziert werden können? Die Schüler und Schülerinnen können diskutieren, wie sie Geschmackssensoren, Tastsensoren entwickeln könnten.

### Hinweise für den Lehrer:

Vor dem Experimentieren:

- Vergewissern Sie sich, dass alle Materialien zur Verfügung stehen. Computer und Arbeitsmaterialien sind meist in der Schule verfügbar, die Roboter können entweder gekauft oder z.B. von anderen Schulen, pädagogischen Zentren, etc. ausgeborgt werden.
- Installieren Sie die Lego Software frühzeitig genug und überprüfen Sie, ob alles korrekt funktioniert. Eventuell den EDV-Beauftragten der Schule zur Hilfe holen. Vergewissern Sie sich, dass alle Teile des Lego-Kits funktionieren und es vollständig ist. Organisieren Sie Ladegeräte, Batterien, Kabel, zusätzliche Legosteine falls notwendig.
- Versuchen Sie mit der Step-by-Step Anleitung selbst, ein paar Programmsequenzen zu programmieren.
- Bereiten Sie das Klassenzimmer für die Experimente vor i) Platz für die einzelnen Legokisten, ii) Einen großen Arbeitsbereich für jede Gruppe, um den Roboter zu bauen, iii) Computerplatz, iv) Arbeitsblätter
- Ziehen Sie das integrierte Hilfemenü sowie die Online Community bei Schwierigkeiten oder Fragen zu Rate.
- Keine Angst vor den Grundprinzipien von Robotics und Programmierung. Alles Wesentliche finden sie in der Beschreibung der Aktivität oder lernen Sie bei der Verwendung der Roboter. Wichtig ist nicht alles besser zu können, sondern ein gemeinsames Verständnis der Grundregeln zu erlangen und Fehlannahmen auszuräumen.

Zwischen der Phase des Neugierdeweckens und der Beobachtungsphase kann nach eine Phase eingebaut werden, in der die Kinder die einzelnen Teile der Roboter kennen lernen. Speziell die Hard- und Software kann hierbei interessant sein: Interface, Sensoren, Aktoren und Prozessoren.

### Interface

Wenn sie die Anwendung starten, öffnet sich ein Fenster mit der Aufforderung, ein neues Projekt zu starten und es zu benennen. Im selben Fenster können sie das Tutorial aufrufen, um eine kurze Einführung zu erhalten.



Abb.7 Die Lego NXT Anwendung: (1) Das Tutorial "Getting started", (2), Ein neues Fenster öffnen und (3) Das Robo-Centre mit Bau- und Programmieranleitung.

# Menschliche Sinne und Robotersensoren



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

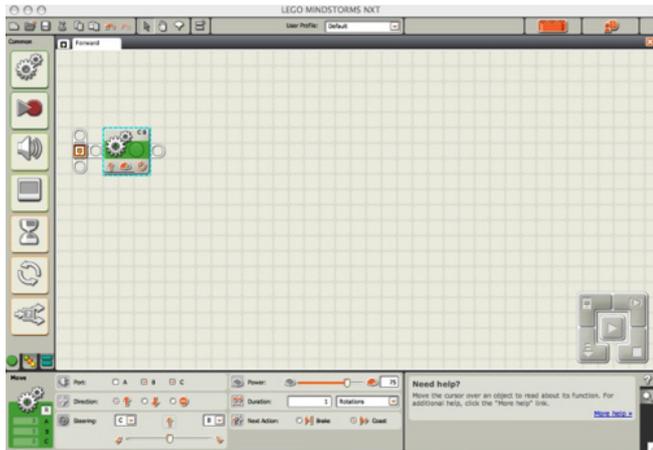


Abb.8 Lego NXT Interface bei Start eines neuen Projektes: (1) Die Icon-Palette, (2) Die Arbeitsumgebung, (3) Die Signalanzeige, (4) Die Parameterleiste, (5) Die NXT Knöpfe (6) Das Hilfemenü

## Sensoren

Licht, Ton, Ultrasonic, haptische- und Rotationssensoren sind im Robotic Kit enthalten (die Temperatursensoren sind extra). Die Rolle der Sensoren ist es, ein Signal aus der Umgebung aufzunehmen und dieses an das Kontrollzentrum zu schicken (Tabelle II). Das Signal wird auf dem Interface sichtbar.

Sensoren	Entsprechendes NXT Programmsymbol	Funktion
		Der Lichtsensor enthält einen Lichtprojektor und eine Linse, die das Umgebungslicht und Lichtstrahlen einfangen können.
		Der Geräuschsensor nimmt Geräusche unterschiedlicher Stärke auf (dB oder dBA).
		Der Ultraschallsensor misst die Zeit, die eine Schallwelle zu einem Objekt und wieder zurück braucht.
		Der Berührungssensor erfasst drei Arten von Berührung: schlagen, drücken und loslassen.
		Der Temperatursensor erfasst Temperaturen von unterschiedlicher Intensität, gemessen in Fahrenheit oder Celsius.

Tabelle II Die Legosensoren: ihre Programmsymbole auf der Interface und ihre Funktionen..

# Menschliche Sinne und Robotersensoren



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

## Aktuatoren:

Aktuatoren ermöglichen den Robotern Aktionen, z.B. Bewegungen, durchzuführen. Deshalb hat der Roboter einen Motor, der Energie produziert, und Räder, die Energie in die einzelnen Legosteine übertragen. Aktuatoren sind die mechanischen Bestandteile des Roboters. Das Lego Mindstorm NXT® Kit enthält drei Servomotoren mit eingebautem Rotationssensor.

Aktuatoren	Entsprechendes NXT Programmsymbol	Funktion
		Aktuatoren wandeln ein elektrisches Signal in ein mechanisches.

## Prozessor:

Senoren und Aktuatoren sind mit einem Prozessor verbunden, dem "intelligenten Baustein", der die entwickelte Programme speichert. Die Programme können auch direkt am Computer oder an einem mobilen Gerät erstellt und anschließend via Bluetooth übertragen werden.



Abb.9 Links: Der Lego Mindstorm NXT® Prozessor Baustein, der ein Display mit mehreren Übungsprogrammen enthält. Mit den Pfeiltasten können die Menüs durchsucht werden, und mit dem orangenen Knopf wird eine Porgamm gestartet. Mit dem grauen Knopf darunter kommt man einen Schritt zurück oder schaltet den Roboter ab. Rechts: Mit dem Prozessor verbundene Sensoren and Motoren.

## Literatur

- Alimisis, D. (ed.) (2009). TERECOP Project: Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods. School of Pedagogical and Technological Education, ASPETE, Greece.
- Datteri, E., Zecca, L., Laudisa, F., Castiglioni, M. (2011) Explaining robotic behaviors: a case study on science education“. Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics - Integrating Robotics in School Curriculum, Rivadel Garda (Trento, Italy) April 20, 2012, pp. 134-143.
- Demo, G.B., Moro, M., Pina, A., Arlegui, J. (2012). In and out of the School Activities Implementing IBSE and Constructionist Learning Methodologies by Means of Robotics. In B. Barker, G. Nugent, N. Grandgenett, & V. Adamchuk (Eds.), Robots in K-12 Education: A New Technology for Learning (pp. 66-92). IGI Global
- Druin, A., & Hendler, J. (Eds.) (2000). Robots for Kids: Exploring New Technologies for Learning. San Diego: Academic Press.
- Eguchi, A., & Uribe, L. (2012). Educational Robotics Meets Inquiry-Based Learning: Integrating Inquiry-Based Learning into Educational Robotics. In L. Lennox, & K. Nettleton (Eds.), Cases on Inquiry through Instructional Technology in Math and Science (pp. 327-366).
- Resnick, M. (1990). MultiLogo: A Study of Children and Concurrent Programming. Interactive Learning Environments, vol. 1, no. 3, 153-170.
- Gelin, R. (2006). Le robot ami ou ennemi? Edition Le Pommier.
- Sullivan, F.R. (2008). Robotics and Science Literacy: Thinking Skills, Science Process Skills and Systems Understanding, Journal of research in science teaching, vol. 45, no. 3, pp. 373-394.

## Online Literatur

- Labview website: <http://www.ni.com/labview/f/>
- Lego Mindstorm Website: <http://www.legomindstorms.com/>
- Lego Mindstorm NXT® Community: <http://us.mindstorms.lego.com/en-us/Community/NXTLog/Default.aspx>
- Light, sound, temperature notions: <http://www.physicsclassroom.com/>
- Official guide to Lego Mindstorm NXT®: [http://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&cad=r-ja&ved=0CB4QFJAA&url=http%3A%2F%2Fcache.lego.com%2F%2Fsc%2F-%2Fmedia%2Flego%2520education%2Fhome%2F-downloads%2Fuser%2520guides%2Fglobal%2Fmindstorms%2Fts.20101019t110252.9797\\_lme\\_use](http://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&cad=r-ja&ved=0CB4QFJAA&url=http%3A%2F%2Fcache.lego.com%2F%2Fsc%2F-%2Fmedia%2Flego%2520education%2Fhome%2F-downloads%2Fuser%2520guides%2Fglobal%2Fmindstorms%2Fts.20101019t110252.9797_lme_use)
- Unofficial guide to Lego Mindstorm NXT®: <http://www.andyworld.info/legolab/Download/Books/The%20Unofficial%20Guide%20To%20Lego%20Mindstorms%20Robots.pdf>



## Arbeitsblatt 1: Roboter, Maschinen und Automaten

Schau dir die ausgelegten Bilder an und diskutiere mit den anderen, welches Bild zu den "Maschinen", "Automaten" oder "Robotern" gehört. Die folgenden Beispiele helfen dir bei der Einordnung.



Abb. 4 Vier Maschinen: Waschmaschine, Verkehrsampel, automatische Türen, Kinderkarussell.

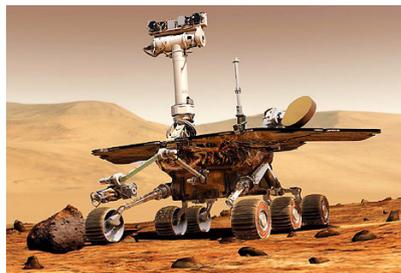


Abb. 5 Nao, Lego und Mars Rover sind Roboter.



Abb.6 Ein Automat.

## Arbeitsblatt 2: Licht, Schall und Temperatur

2a. Verwende den Lichtsensor, um die Oberfläche der drei abgebildeten Objekte zu ermitteln. Notiere unter jedem Objekt die ermittelte Lichtintensität.

Lichtsensor			
Untersuchte Objekte	Transparentes Objekt	Durchscheinendes Objekt	Undurchsichtiges Objekt
	ein Glas 	Ein Plastikbecher 	Buntes Papier 
<b>Lichtintensität</b>			

2b. Verwende den Geräuschsensor, um die Geräusche in den drei Situationen wie unten abgebildet festzuhalten. Notiere die jeweilige Lautstärke in dBA.

Geräuschsensor			
Untersuchte Objekte	Hoher Ton	Mittlerer Ton	Tiefer Ton
	z.B. Trillerpfeife 	z.B. Holzflöte 	z.B. Kinderflüstern 
<b>Lautstärke</b>			

2c. Verwende den Temperatursensor, um die Temperatur der unten abgebildeten Objekte zu messen und notiere die dazugehörigen Temperatur in Celsius.

Temperatursensor			
Untersuchte Objekte	Heisse Objekte	Objekte mit Raumtemperatur	Kalte Objekte
	Kochendes Wasser 	Wasser bei Raumtemperatur 	Eiswürfel 
<b>Temperatur</b>			

# Menschliche Sinne und Robotersensoren



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

## Arbeitsblatt 3:

### 3a. (Untersuchung mit dem Lichtsensor) Beantworte die folgenden Fragen gemeinsam mit deiner Gruppe:

Was war eure ursprüngliche Vermutung?

---

---

Wie habt ihr die durchschnittliche Lichtintensität in eurem Klassenraum gemessen?

---

---

Wie habt ihr eure Vermutung überprüft?

---

---

Hat der Versuch eure Vermutung bestätigt?

---

---

### 3b. (Untersuchung mit dem Geräuschsensor) Beantworte die folgenden Fragen gemeinsam mit deiner Gruppe:

Was war eure ursprüngliche Vermutung?

---

---

Wie habt ihr die durchschnittliche Lautstärke in eurem Klassenraum gemessen?

---

---

Wie habt ihr eure Vermutung überprüft?

---

---

Hat der Versuch eure Vermutung bestätigt?

---

---

# Menschliche Sinne und Robotersensoren



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

## 3c. (Untersuchung mit dem Temperatursensor). Beantworte die folgenden Fragen gemeinsam mit deiner Gruppe:

Wie habt ihr die Durchschnittstemperatur im Klassenzimmer gemessen?

---

---

Wie habt ihr gemessen, wieviel Wärme beim Heizen des Klassenzimmers verloren geht?

---

---

Was habt ihr herausgefunden?

---

---

Wie könnte man den Verlust von Wärme verhindern?

---

---

## Arbeitsblatt 4: Wissensfragen

4a. Lichtsensor-Experiment: Lies dir die Fragen aufmerksam durch und kreuze die richtige Antwort an. Auf jede Frage gibt es nur eine richtige Antwort.

### Licht

Wie bewegt sich das Licht fort?

- a) in geradlinigen Bahnen
- b) in Spiralen
- c) als Blitz
- d) Licht bewegt sich nicht

Ein undurchsichtiges Objekt...

- a) lässt kein Licht durch
- b) muss vorher gereinigt werden
- c) lässt Licht durch
- d) absorbiert Farben

Ein durchscheinendes Objekt...

- a) lässt kein Licht durch
- b) lässt ein wenig Licht durch
- c) wird nicht für Experimente verwendet
- d) ist gefährlich

Ein durchsichtiges Objekt...

- a) lässt Licht durch
- b) ändert alle 2,5 Minuten die Farbe
- c) wird nicht für Experimente verwendet
- d) lässt ein wenig Licht durch

4b. Geräuschemotor-Experiment: Lies dir die Fragen aufmerksam durch und kreuze die richtige Antwort an. Auf jede Frage gibt es nur eine richtige Antwort.

### Geräusche

Wie misst du Geräusche?

- a) In Grad Celsius
- b) In Dezibel (dB/dBA)
- c) Wir können nur Ultraschallgeräusche messen
- d) Mit einer Glocke

Was ist der Unterschied zwischen zuhören und hören?

- a) Zuhören ist etwas aufmerksam hören und Hören ist etwas wahrnehmen
- b) Das ist dasselbe
- c) Zuhören ist Geräusche ohne Kopfhörer wahrnehmen und Hören mit Kopfhörer

4c. Temperatursensor-Experiment: Lies dir die Fragen aufmerksam durch und kreuze die richtige Antwort an. Auf jede Frage gibt es nur eine richtige Antwort.

### Temperatur

Wie misst du die Temperatur?

- a) In Grad Celsius
- b) In Dezibel (dB/dBA)
- c) In Meter
- d) mit einem Motor

Ab welcher Temperatur kocht Wasser?

- a) Ab 50° C
- b) Ab 100° Celsius
- c) Ab 0° Celsius
- d) Ab 32

# Menschliche Sinne und Robotersensoren



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

4d. Lies dir die Fragen aufmerksam durch und beantworte sie.

**Was hast du in der Roboter-Einheit zum Bereich „Naturwissenschaften“ gelernt?**

Antwort:

---

---

**Was ist ein Roboter? Erläutere:**

Antwort:

---

---

**Kannst du erklären, wie ein Roboter funktioniert?**

Antwort:

---

---

Du hast Roboter kennen gelernt, die sehen, fühlen und hören können.

**Wie könntest du einen Roboter entwickeln, der schmecken kann? Oder wie würdest du ihn entwerfen, damit er riechen kann?**

Antwort:

---

---

---

---

---

---

---



9-11  
Jahre

# pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

**Inhalt:**

Physik

**Zielkonzepte-/fähigkeiten:**

Länge, Masse, Gewichtskraft, Zeit, Volumen und Temperatur

**Altersgruppe:**

9-11 Jahre

**Dauer:**

2 Stunden

**Zusammenfassung:**

Diese Aktivität führt Kinder in die Messung von physikalische Größen ein. An verschiedenen Stationen demonstrieren die Schüler und Schülerinnen ihre Fähigkeit, unterschiedliche Messungen vorzunehmen (Länge, Masse, Gewichtskraft, Zeit, Volumen und Temperatur). Dazu verwenden sie verschiedene Messinstrumente. An jeder Station wird die Verwendung der Messgeräte auf einem Poster mit Notizen und Bildern erklärt.

**Ziele:**

Nach Durchführung der Aktivität können die Kinder:

- die Länge und Höhe eines Objektes mit dem Lineal messen
- mit einer Schieblehre den Innen- und Außendurchmesser ermitteln
- mit einer Waage die Masse eines Objektes ermitteln
- mit einer Federwaage die Gewichtskraft eines Objektes messen
- mit einer Stoppuhr die Zeit messen;
- mit einem Messbecher das Volumen von Flüssigkeiten ermitteln

- mit einem Thermometer die Temperatur von Flüssigkeiten messen
- entscheiden, welches Messinstrument für welche Messung am besten geeignet ist

**Materialien:****Längenmessung:**

1 Zirkel, 1 Lineal, 1 Stift und 1 Reagenzglas

**Messung der Masse:**

1 Waage mit zwei Schalen, Gegengewichte mit unterschiedlichem Gewicht, Pinzetten und Objekte unterschiedlichen Gewichts

**Messung der Gewichtskraft:**

1 Federwaage und Objekte mit unterschiedlichem Gewicht.

**Zeitmessung:**

1 Stoppuhr and 1 Schlagpendel.

**Volumenmessung:**

Messbecher mit unterschiedlichen Skalierungen.

**Temperaturmessung:**

1 Thermometer und ein Gas Wasser.

# Messen

**AutorInnen:** Sahide Maral & Ayse Oguz-Unver, Mugla Sitki Kocman University, Türkei  
Kemal Yurumezoglu, Dokuz Eylul University Izmir, Türkei

Der Inhalt dieses Dokuments gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wider. Die Europäische Union haftet nicht für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen.



Das Projekt Pri-Sci-Net wurde durch das siebte Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7 2007/13) unter der Fördernummer 266647 gefördert.



# Messen

## 1. Einstieg (Hypothesenbildung)

Um die Neugierde der Kinder zu wecken bereitet die Lehrperson verschiedene Messinstrumente (Lineal, Balkenwaage, Federwaage, Stoppuhr, Schieblehre und Thermoter) aus. Danach teilt sie die ersten Arbeitsblätter aus. Die Schüler und Schülerinnen notieren unter jedes Messinstrument seinen Namen und wofür sie glauben, dass es verwendet wird. Sie tragen ihre Vermutungen auf den Arbeitsblättern ein.



Messinstrumente

## 2. Erforschen (Planung und Durchführung von Untersuchungen)

Die Lehrperson baut sechs Stationen auf, die von allen Kindern im Rotationsprinzip absoviert werden. Dadurch werden sie mit verschiedenen Masseinheiten und Messinstrumenten vertraut. Vor jedem Stationswechsel teilt die Lehrperson das Arbeitsblatt 2 aus.

### Station- 1 (Länge):

Messen der Länge und des inneren und äußeren Durchmessers eines Messröhrchens.

### Station-2 (Masse):

Messen der Masse von verschiedenen Objekten.

### Station-3 (Gewichtskraft):

Messen des Gewichts von verschiedenen Objekten.

### Station-4 (Zeit):

Messen der Zeit eines Schlagpendels.

### Station-5 (Volumen):

Messen des Volumens eines Wasserglases.

### Station-6 (Temperatur):

Messen der Wassertemperatur.

Die erhobenen Messwerte werden von den Kindern nach jeder Station in die Arbeitsblätter eingetragen. Die Lehrperson unterstützt die Kinder bei Fragen oder Schwierigkeiten.

### Längenmessung:

Wird die Schieblehre für die Ermittlung des Aussendurchmessers verwendet? Wie wird die Schieblehre gehalten? Wird die Schieblehre für die Ermittlung des Innendurchmessers verwendet? Wird ein Lineal zum Messen der Höhe verwendet?

### Messung der Masse:

Wird dafür eine Balkenwaage verwendet? Ist die Waage richtig ausbalanciert? Wo auf der Waage wird das Objekt hingelegt? Wo werden die Gegengewichte platziert?

### Messung der Gewichtskraft:

Wird dafür die Federwaage verwendet? Wie wird sie verwendet? Wie wird die Gewichtskraft abgelesen? Wird das Objekt auf die Federwaage gestellt?

### Zeitmessung:

Wird die Stoppuhr verwendet? Wann wird sie gestartet? Wann wird sie gestoppt? Wurden die Knöpfe an der Stoppuhr richtig gedrückt? Wie wird eine Durchschnittszeit berechnet?

### Volumenmessung:

Wird der Messbecher verwendet? Wird der Messbecher auf eine ebene Oberfläche gestellt? Wie werden die Messwerte abgelesen? Wird exakt abgelesen?

### Temperaturmessung:

Wird das Thermometer verwendet? Wird das Thermometer richtig in die Flüssigkeit getaucht? Wird verhindert, dass es die Seiten des Bechers berührt? Wird es korrekt abgelesen?

### 3. Auswerten (Auswertung der Ergebnisse)

Nachdem die Schüler und Schülerinnen ihre Messungen beendet haben, diskutieren sie mit der ganzen Klasse was sie herausgefunden haben. Die Aufzeichnungen und Messungen werden verglichen.

Zur Vertiefung der Diskussion kann die Lehrperson Fragen formulieren: "Woher weißt du das?", "Wie hast du das herausgefunden?", "Glaubst du, dass du genau gemessen hast?"

## Hintergrundinformation

Für exakte Messungen sollten folgende Fragen geklärt werden:

1) Welches Messinstrument sollst du verwenden? 2) Wie verwendest du das Messinstrument?

Die Länge wird mit einem Lineal oder einer Schieblehre gemessen. Während z.B. die Länge eines Bleistifts mit dem Lineal gemessen wird, misst du den Durchmesser eines Zylinders mit einer Schieblehre. Der Grund dafür ist, dass du den Durchmesser mit der Schieblehre viel genauer messen kannst als mit dem Lineal.

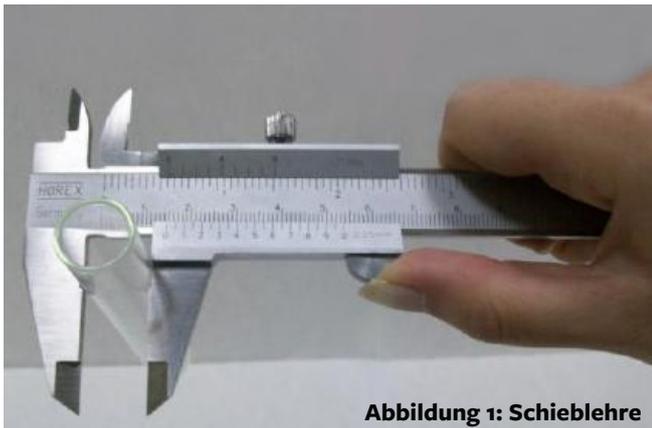


Abbildung 1: Schieblehre



Abbildung 2: Waage

#### 1. Längenmessung

- a) Wie verwendest du ein Lineal?
  - Stelle das Objekt auf einen geraden Untergrund
  - Das Lineal wird bei 0 angelegt
  - Halte das Lineal flach
- b) Wie verwendest du eine Schieblehre?
  - Öffne die Schieblehre durch Drehen am Rädchen
  - Das Objekt wird in die Zange eingespannt
  - Die Zentimetermarkierung auf dem Messschieber ablesen

#### 2. Messung der Masse

Wie verwendest du eine Balkenwaage?

- Gib das zu messende Objekt in die linke Waagschale
- Gib das Gegengewicht in die rechte Waagschale. Es soll genauso viel wiegen wie das Objekt
- Das Objekt wird in der Mitte der linken Waagschale platziert
- Die Waage entsperren und die Waagschalen beobachten
- Wenn die Waage nicht ausbalanciert ist, dann gib mehr Gewichte in die rechte Waagschale oder nimm welche heraus
- Wenn die Waage ausbalanciert ist, notiere das Gewicht der Gegengewichte in Gramm

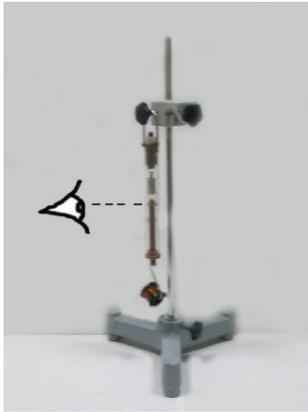


Abbildung 3: Gewichtskraft



Abbildung 4: Volumen



Abbildung 5: Zeit



Abbildung 6: Temperatur

### 3. Messung der Gewichtskraft

Wie verwendest du die Federwaage?

- Schraube die Halterung am Tisch fest
- Hänge das Objekt an der Federwaage ein
- Lies den Messwert wird mit den Augen ab

### 4. Volumenmessung

Wie verwendest du den Messbecher?

- Wähle einen Messbecher/ ein Messröhrchen der passenden Größe aus und stelle es auf eine flache Oberfläche
- Fülle die Flüssigkeit ein
- Lies die höchste Markierung, bis zu der die Flüssigkeit reicht, ab

### 5. Zeitmessung

Wie verwendest du eine Stoppuhr?

- Drücke auf den "Reset-Knopf"
- Wenn die Bewegung beginnt, drücke auf den Startknopf
- Wenn das Pendel aufhört zu schwingen, drücke auf den Stoppknopf
- Lies den Messwert auf der Stoppuhr ab

### 6. Temperaturmessung

Wie verwendest du ein Thermometer?

- Das Thermometer wird fest montiert
- Tauche das Thermometer in das Wasseglas, ohne die Ränder des Glases zu berühren
- Lies den Messwert mit den Augen vom Thermometer ab

# Messen

## Arbeitsblatt 1

Trage zu jedem Messinstrument die dazugehörige Abbildungsnummer ein.

Messinstrument	Abbildungsnummer
Thermometer	
Schieblehre	
Balkenwaage	
Lineal	
Messbecher	
Stoppuhr	
Federwaage	

		
1	2	3
		
4	5	6
		
7	8	9
		
10	11	12
		
13	14	

# Messen

## Arbeitsblatt 2

### Station 1

Welches Messinstrument hast du zum Messen der Bleistiftlänge verwendet? Warum dieses?

---

---

Welches Messinstrument hast du zum Messen des äußeren und inneren Durchmessers des Reagenzglases verwendet? Warum dieses?

---

---

### Station 2

Welches Messinstrument hast du zum Wiegen der Masse des Objekts verwendet? Warum dieses?

---

---

### Station 3

Welches Messinstrument hast du zum Messen der Gewichtskraft verwendet? Warum dieses?

---

---

### Station 4

Welches Messinstrument hast du zum Messen des Volumens im Glas verwendet? Warum dieses?

---

---

### Station 5

Welches Messinstrument hast du zum Messen der Zeit, die das Pendel schwingt, verwendet? Warum dieses?

---

---

### Station 6

Welches Messinstrument hast du zum Messen der Wassertemperatur verwendet? Warum dieses?

---

---

# Messen

Was misst du?	Messinstrument	Messergebnis	Maßeinheit
Bleistiftlänge			
Äußerer Durchmesser			
Innerer Durchmesser			
Masse			
Gewichtskraft			
Wasservolumen im Glas			
Zeitdauer des Pendelschwingens			
Wassertemperatur			



9-11  
Jahre

pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

**Inhalt:**

Chemie

**Zielkonzepte/-fähigkeiten:**

Farbe, Pigmente, Mischung/Auftrennung

**Altersgruppe:**

9-11 Jahre

**Dauer:**

90 Minuten

**Zusammenfassung:**

SchülerInnen machen sich aufgrund von eigenen Experimenten und Beobachtungen mit der Tatsache bekannt, dass viele im täglichen Leben vorkommende Pigmente eine Mischung aus mehreren Grundfarben sind. Das gewonnene Wissen kann auf die detaillierte Untersuchung von Pflanzenpigmenten (Chlorophyll, Xanthophylle, Carotine), die mit Photosynthese verbunden sind, übertragen werden.

**Ziele:**

Am Ende der Einheit können die SchülerInnen:

- Farbmischungen mit Hilfe einer einfachen Methode in einzelne Farben auftrennen,
- Pigmente als Farbbestandteile erkennen.

**Materialien:**

- Tafelkreide
  - brauner Filzstift (auf Alkoholbasis)
  - denaturierter Alkohol (Ethanol)
  - kleine Glasschüssel oder Petrischale
  - Stoppuhr
  - Buntstifte
- Alternative Methode (Filterpapier / dicke Küchenrolle) und Wasser

# Pigment- forschung

**Autoren:** Jiří Škoda & Pavel Douřk, PF UJEP, Ústí nad Labem, Tschechische Republik

Der Inhalt dieses Dokuments gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wider. Die Europäische Union haftet nicht für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen.



Das Projekt Pri-Sci-Net wurde durch das siebte Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7 2007/13) unter der Fördernummer 266647 gefördert.



## 1. Einstieg (Hypothesenbildung)

### Die Lehrkraft:

Formuliert die Fragestellung, wie zum Beispiel: Handelt es sich bei der braunen Filzstiftfarbe um nur eine Farbe oder eine Mischung aus mehreren Farben? Da sie SchülerInnen bereits Erfahrungen mit Farbmischungen gemacht haben (z.B. im Umgang mit Wasserfarben), liegt die Vermutung, dass es sich auch bei der Filzstiftfarbe um eine Mischung handeln kann, nicht ganz fern. Doch wie kann man die Vermutung überprüfen? Die Lehrperson erklärt den SchülerInnen, dass es eine Methode gibt, um Farbstoffe aufzutrennen.

### Die SchülerInnen:

Die SchülerInnen überlegen, ob Pigmente von einer einzelnen Farbe gebildet werden oder ob sie eine Mischung aus mehreren Farben sein können. Basierend auf dieser Grundlage formulieren die SchülerInnen eine Hypothese. Die SchülerInnen testen dann die Hypothese, indem sie das Experiment zur Kreidchromatographie durchführen (= Trennung von Farbstoffen mit Hilfe von Schulkreide).

## 2. Erforschen (Planung und Durchführung von Untersuchungen)

Mit Hilfe des Experiments identifizieren die SchülerInnen einzelne Farben, welche gemeinsam das braune Pigment des Filzstifts bilden. Die SchülerInnen entdecken, dass die Pigmente eine Mischung aus verschiedenen Farben sein können.

Die SchülerInnen erörtern mögliche Schlussfolgerungen innerhalb ihrer Gruppe (z. B.: Wie hat sich die Trennung der Filzstiftpigmente vollzogen? Welche Farben enthält der Filzstift? Sind die Farben bei allen Schülergruppen gleich?).

## 3. Auswerten (Auswertung der Ergebnisse)

Aufgrund des eigenen Experimentierens und der eigenen Beobachtung ziehen die SchülerInnen ihre Schlüsse, die sie im Folgenden mit denen der anderen SchülerInnen abgleichen und diskutieren.

Den SchülerInnen wird bewusst, dass einige aus dem täglichen Leben bekannte Pigmente eine Mischung aus mehreren verschiedenen Farben sein können.

### Weiterführende Aktivität (optional):

Die Lehrperson formuliert eine neue Fragestellung: Warum verfärben sich die Blätter im Herbst gelblich? Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen, kann nun eine neue Hypothese formuliert werden, nämlich dass das grüne Pigment von Pflanzen eine Mischung aus verschiedenen Farben ist.

Die Lehrperson erklärt, dass auch Pflanzenpigmente mit einem ähnlichen Verfahren aufgetrennt werden können (Trennung von Pflanzenpigmenten durch Chromatographie) und erläutert dies ggf. mit Hilfe von Abbildungen. Die SchülerInnen folgen diesem „virtuellen Experiment“, bei dem die Trennung der Pflanzenpigmente (Chlorophyll A, Chlorophyll B, Xanthophylle und Carotine) stattfindet, und können so ihre Hypothese überprüfen.

Für die abschließende Diskussionen können die Schüler Informationen zur herbstlichen Blattfärbung recherchieren oder die Lehrperson erläutert das Phänomen (= die Blätter werden gelb, weil nach Abbau des grünen Blattfarbstoffes Chlorophyll die orange-gelblichen Farbstoffe Carotin und Xanthophylle im Blatt dominieren).

Basierend auf 'Teaching science as inquiry' (Carin et al., 2005) ; 'Inquiry-based science instruction – What is it and does it matter?' (Minner et al., 2009) ; 'The psychology of teaching Scientific Thinking: implications for science teaching and learning'. (Li, Klahr, 2006)

## Hinweise für den Lehrer: Trennung des braunen Farbpigments auf Kreide

Können Pigmente aus mehreren einfachen Farben bestehen?

### Materialien:

- Kreide
- brauner Filzstift (auf Alkoholbasis)
- denaturierter Alkohol (Ethanol)
- kleine Glasschüssel oder Petrischale

Alternative Methode (Filterpapier / dicke Küchenrolle) und Wasser

### Hinweise für LehrerInnen:

- Ziehen Sie einen Streifen mit dem braunen Filzstift auf der Oberfläche des Kreidestabs etwa 2 cm über dem Boden der Kreide.
- Geben Sie etwa 1 – 1,5 cm Ethanol in die kleine Glasschüssel (Petrischale).
- Stellen Sie die Kreide senkrecht in die Schüssel/Schale mit Ethanol – der braune Streifen unten. Der Streifen darf nicht in den Alkohol eingetaucht werden!
- Beobachten Sie den Verlauf des Versuches.
- Sobald die mobile Phase (Befeuchtung der Kreide) etwa 1 cm unterhalb der oberen Kante der Kreide reicht, muss die Kreide aus dem Ethanol genommen und getrocknet werden. Der Versuch kann jedoch früher beendet werden, wenn die Trennung des Pigments in einzelnen Farbbestandteilen offensichtlich genug ist.



### Anmerkungen und Tipps:

- Der Versuch kann in Gruppen von 4 bis 5 Schülern ausgeführt werden.
- Es ist am besten einen einfachen, günstigen, auf Alkohol basierenden braunen Filzstift zu verwenden.
- Die Trennung des Pigments in einzelne Farbbestandteile ist manchmal auch mit schwarzem Filzstift möglich, aber es hängt von der Art des beim Filzstift verwendeten Pigments ab. Bitte zuerst auszuprobieren!
- Die Trennung des Pigments auf Kreide dauert etwa 15 Minuten, je nach der Art der Kreide.
- Das braune Pigment sollte in 4-5 einfache Farben, je nach der Art des Filzstifts, getrennt werden.

## Arbeitsblatt – Lösung

### Aufgabenstellung - Prozess - Problemlösung

- Schüler kennen Pigmente aus dem täglichen Leben. Sie benutzen Buntstifte, Malkreiden, Filzstifte, Wasserfarben usw.
- Einzelne Pigmente enthalten scheinbar nur eine Farbe.
- Schüler erkennen nicht automatisch, dass das Pigment aus mehreren Bestandteifarben bestehen kann.
- Mit der Verwendung des Alkohols, kann das vom Filzstift auf Kreide aufgebraute, braune Pigment getrennt werden.
- Der Verlauf des Versuchs sieht folgendermaßen aus:



Zu Beginn



nach 5 Minuten



nach 10 Minuten



nach 15 Minuten

Das braune Pigment trennt sich in 5 verschiedene Einzelfarben (rosa, rot, gelb, grün, blau).

### Was haben wir von diesem Experiment gelernt?

- Alkohol löst das braune Pigment vom Filzstift auf, und die einzelnen Farben, aus denen es besteht, werden sichtbar.
- Das braune Pigment vom Filzstift löst sich in Alkohol auf.
- Das braune Pigment vom Filzstift trennt sich in 5 Einzelfarben auf.
- Der Alkohol steigt in der Kreide auf und trägt die verschiedenen Farbstoffe unterschiedlich weit mit sich.
- Ein Pigment kann aus mehreren Einzelfarben bestehen.



## Arbeitsblatt 1

### Können Pigmente aus mehreren Einzel- farben bestehen?

#### Materialien:

- 1 Stück Tafelkreide
- 1 brauner Filzstift (auf Alkoholbasis)
- denaturierter Alkohol (Ethanol)
- 1 kleine Glasschüssel oder Petrischale

#### Durchführung:

- Male mit dem braunen Filzstift einen Streifen um das Kreidestück herum, etwa 2 cm vom Rand aus entfernt.
- Gib vorsichtig Ethanol bis zu einer Höhe von 1 – 1,5 cm in die kleine Glasschüssel/Petrischale.
- Stelle die Kreide senkrecht in den Ethanol (siehe Bild). Der Streifen darf nicht in den Alkohol eingetaucht werden!
- Beobachte 15 Minuten lang, was geschieht. Notiere deine Beobachtungen alle 5 Minuten.
- Nimm die Kreide dann sofort aus dem Alkohol und lege sie auf den Tisch zum Trocknen.

**Zur Dokumentation deiner Beobachtungsergebnisse kannst du das zweite Arbeitsblatt verwenden.**

**Bevor (!) du den Versuch durchführst:  
Notiere hier, was deiner Meinung nach, mit der braunen  
Farbe passieren wird. Du kannst es auch aufzeichnen.**





## Arbeitsblatt 2

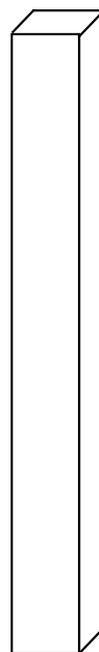
Zeichne auf, wie die Kreide jeweils aussieht. Verwende hierfür Buntstifte.



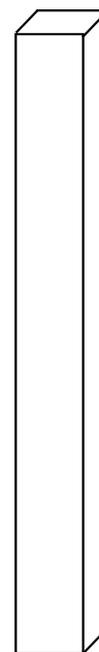
zu Beginn



nach 5 Minuten



nach 10 Minuten



nach 15 Minuten

### Diskussion:

Was ist mit dem braunen Filzstift-Pigment während des Experiments passiert?

---

In wie viele Farben wurde das braune Pigment aufgetrennt?

---

Aus welchen Farben besteht das braune Pigment in deinem Filzstift?

---

Was haben wir aus diesem Experiment gelernt?

---

---

---

9-11  
Jahre

pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

**Inhalt:**

Chemie

**Zielkonzepte/-fähigkeiten:**

pH-Wert, sauer, neutral, basisch, Indikator

**Altersgruppe:**

9 - 11 Jahre

**Dauer:**

1 – 1½ Stunden

**Zusammenfassung:**

SchülerInnen sollen ihr Wissen über Säuren, Basen und Indikatoren erweitern. Die SchülerInnen sollen untersuchen, was es bedeutet, wenn ein Stoff sauer, neutral oder basisch ist. Die Kinder werden gefragt, was wohl passieren wird, wenn saure oder basische Stoffe auf Pflanzen geraten. Auf diese Weise wird das Thema „saurer Regen“ eingeführt. Die Kinder führen selbst Versuche durch, bei denen getestet wird, wie sich die Farben von Blütenblättern verändern, wenn saure oder basische Flüssigkeit mit ihnen in Verbindung kommt. Anschließend werden umweltbiologische Aspekte behandelt.

**Ziele:**

Am Ende der Aktivität sollten Kinder in der Lage sein:

- saure, basische und neutrale Substanzen zu identifizieren
- aus Naturprodukte Indikatoren herzustellen
- Naturprodukte als Indikator zu verwenden

**Material:**

- ein Plastik-Tablett mit Behältern zum Testen
- Pipetten
- Petrischalen oder Tellerchen
- Einige saure Substanzen / Stoffe: zB. Essig
- Laugen: Flüssigseife oder flüssiges Waschmittel (aufgelöst in einer kleinen Menge Wasser), flüssiges Geschirrspülmittel, etc.

# sauer – neutral – basisch

## Finde deinen eigenen Indikator aus der Natur

**Autorin:** Tuula Asunta, Jyväskylä University, Finland

Der Inhalt dieses Dokuments gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wider. Die Europäische Union haftet nicht für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen.



Das Projekt Pri-Sci-Net wurde durch das siebte Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7 2007/13) unter der Fördernummer 266647 gefördert.



sauer – neutral – basisch  
Finde deinen eigenen Indikator aus der Natur

pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

## 1. Einstieg (Hypothesenbildung)

### Stimulus:

Organisieren Sie verschiedene Blumen und Blätter von einem Blumengeschäft oder aus dem Garten (zB. dem Ihrer Schule).

### Hypothese:

SchülerInnen können ihre Hypothese formen: Verändern Pflanzen ihre Farbe, wenn sie in Berührung mit einer Säure oder Base gelangen?

Die SchülerInnen sollen während des Versuchs die Veränderungen genau beobachten: Warum verändern die Blumen ihre Farbe? Oder warum nicht?

## 2. Erforschen (Planung und Durchführung von Untersuchungen)

### Beobachtung und Schlussfolgerung

- Testen Sie die Hypothese
- Planen und führen Sie das Experiment zum Test der Hypothese durch.
- Die Kinder machen Beobachtungen

- Sammlung der Daten / Ergebnisse: Die SchülerInnen können dafür ihre eigenen Tabellen oder die Tabelle 1 verwenden.

## 3. Auswerten (Auswertung der Ergebnisse)

- Vergleich von verschiedenen Ergebnissen und Methoden der einzelnen Gruppen
- Diskussion der Ergebnisse

Was geschieht mit der Natur in einem Umfeld, das sauer oder basisch ist?

## Hinweise für den Lehrer

### Hintergrund

Die SchülerInnen sollen auch außerschulische Lernumgebungen kennenlernen und nutzen. Mögliche Fragen: Was passiert in der Natur, wenn sich die Umstände ändern? Wie beeinflusst saurer Regen Pflanzen?

Erklären Sie Ihren SchülerInnen, was saurer Regen ist. In der Natur gibt es viele Pflanzen, die sich als Indikator eignen: sie reagieren mit einer Farbveränderung, wenn sich die natürlichen Umstände in ihrer Umgebung ändern.

### Alltagsvorstellungen der SchülerInnen

Halten Sie zuerst die Ideen der SchülerInnen zum Thema fest: Was wissen die Kinder bereits zu diesem Thema? Folgende Fragen könnten dabei helfen:

- Habt ihr schon von saurem Regen gehört?
- Wisst ihr, warum Fabriken schlecht für die Umwelt sein könnten?
- Wisst ihr, was ein Indikator ist?

Erklären Sie diese Dinge, und diskutieren Sie sie mit Ihren SchülerInnen.

### Forschungsfragen

Geben Sie ihren SchülerInnen folgende Aufgabenstellungen:

- Was würde dem Veilchen, Hahnenfuß, Tulpe etc. passieren, wenn es einen sauren Regen geben würde?
- Und was würde passieren, wenn aus einer Fabrik Chemikalien in das Wasser laufen würden, das die Pflanzen aufnehmen?

Lassen Sie den SchülerInnen dazu Hypothesen aufstellen, mögliche Experimente dazu überlegen und anschließend feststellen, ob die Hypothese belegt werden konnte oder nicht.

Lassen Sie die SchülerInnen nun ihre Beobachtungen durchführen und Daten / Ergebnisse sammeln.

Die SchülerInnen sollten schließlich ihre Ergebnisse in eine Tabelle eintragen.

### Materialien

Für die ganze Klasse:

Stellen Sie verschiedene Blumen und Blätter aus einem Blumengeschäft oder aus dem Garten (z.B. dem Ihrer Schule) zur Verfügung: Veilchen, Tulpen, etc.

### Untersuchung

Helfen Sie Ihren SchülerInnen die Untersuchung (das Experiment) durchzuführen (siehe Leitfaden für SchülerInnen).

Die Untersuchungen sollten in Gruppen von 2-3 SchülerInnen durchgeführt werden.

Sie können Ihre SchülerInnen in die Natur entlassen, um dort nach geeigneten Pflanzen für das Experiment zu suchen.

Lassen Sie Ihre SchülerInnen ihre Hypothesen, Erwartungen, Beobachtungen und Ergebnisse miteinander teilen bzw. diskutieren.

### Es gibt keine falsche Antworten!

Tragen Sie Ihren SchülerInnen auf, dass sie jede der gefunden Blumen in eine eigene Schale geben, und anschließend jeweils 4-6 Tropfen

- A) Säure
- B) Base (Lauge)

darauf geben und beobachten, was passiert.

Genau wie in der Natur geschehen Veränderungen in der Forschung auch langsam. Wenn möglich, sollten SchülerInnen ihre Beobachtungen einige Minuten, Tage und wenn möglich einige Monate später nochmals begutachten.

Dies ist in der Schule vielleicht nicht möglich. Die SchülerInnen können ihre Beobachtungen allerdings auch zuhause fortführen, ihre Ergebnisse aufschreiben und später dann auch in der Schule diskutieren.

Sie können Ihren SchülerInnen auch erklären, dass Forschung immer ein langwieriger Prozess ist und Geduld braucht.

### Beispielergebnisse

#### Säure:

ein blaues Veilchen wird rot.

#### Base (Lauge):

ein blaues Veilchen wird gelb.

### Diskussion

Nachdem die SchülerInnen ihre Untersuchungen abgeschlossen haben, diskutieren Sie gemeinsam mit ihnen die Ergebnisse. Lassen Sie die Kinder ihre Ergebnisse untereinander vergleichen und erklären Sie ihnen auch, warum manche vielleicht unterschiedliche Ergebnisse erhalten haben.

Wenn Sie noch Zeit haben, geben Sie den Kindern noch ein Stück pH-Papier und erklären Sie Ihnen, wie es funktioniert. Die SchülerInnen können so die Ergebnisse ihrer Untersuchungen kontrollieren und überprüfen inwiefern die Ergebnisse mit ihren Hypothesen übereinstimmen.

Sie können Ihren SchülerInnen auch noch erklären, dass starke Säuren und Laugen sehr gefährlich sind.

Weiterführendes Diskussionsthema: Warum ist es wichtig, die Natur zu schützen?

# sauer – neutral – basisch

Finde deinen eigenen Indikator aus der Natur



## Arbeitsblatt

### Materialien

- ein Tablett mit Behältern zum Testen (siehe Abb.1)
- Pipetten (Abb. 1)
- Rotkohlsaft
- Petrischalen oder Tellerchen
- Leitungswasser
- Einige saure Substanzen / Stoffe: zB. Essig
- Laugen : Flüssigseife oder flüssiges Waschmittel (aufgelöst in einer kleinen Menge Wasser), flüssiges Geschirrspülmittel, etc.

### Untersuchung (Experiment)

Geh in den Garten deiner Schule und versuche zum Beispiel folgende blühende Pflanzen zu finden:

- Veilchen
- Hahnenfuß
- Tulpe
- Buschwindröschen
- Heidelbeere
- Hagebutte, etc.

Wenn du keine Blüten im Garten deiner Schule finden kannst, geh zum nächsten Supermarkt oder Blumenladen, und sieh nach, ob du dort welche besorgen kannst.



Abb. 1: Ein Tablett mit kleinen Behältern, Pipetten und einer pH-Papier

### Forschungsfragen

- Was würde dem Veilchen, Hahnenfuß, Tulpe etc. passieren, wenn es einen sauren Regen geben würde?
- Und was würde passieren, wenn aus einer Fabrik Chemikalien in das Wasser laufen würden, das die Pflanzen aufnehmen?

Stelle eine Hypothese dazu auf, überleg dir mögliche Experimente dazu und stelle anschließend fest, ob deine Hypothese belegt werden konnte oder nicht.

Dokumentiere deine Ergebnisse.

Blüte	Farbe zu Beginn	Farbe in neutralem Umfeld / Leitungswasser	Farbe in Laugen - Umfeld / Flüssigseife	Farbe in saurem Umfeld / Essig
Tulpe				
Veilchen				
...				

9-11  
Jahre

pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

**Inhalt:**

Chemie

**Konzepte:**

pH Wert: sauer – neutral – basisch. Grundbegriffe der Chemie und die Bedeutung dieser Konzepte im Alltag der SchülerInnen.

**Alter:**

9-11 Jahre

**Dauer:**

2 Stunden

**Zusammenfassung:**

Die SchülerInnen sollen untersuchen, was es bedeutet, wenn ein Stoff sauer, neutral oder basisch ist. Als erstes werden die SchülerInnen gefragt, was sie bereits über dieses Thema wissen. Können sie Substanzen nennen, die sauer sind? Können sie Substanzen nennen, die basisch sind? Wenn ja, werden diese für alle sichtbar niedergeschrieben. Anschließend soll der Ansatz des Forschenden Lernens zum Einsatz kommen, indem die SchülerInnen einige Substanzen selbst untersuchen. Doch vor diesem praktischen Teil werden sie noch gebeten, Hypothesen aufzustellen und diese mit ihren MitschülerInnen zu diskutieren (siehe Unterrichtsplan).

**Ziele:**

Am Ende der Aktivität sollten die Kinder in der Lage sein:

- im Mikro-Maßstab - etwa mit Pipetten - zu arbeiten,
- genaue Beobachtungen zu machen,
- Hypothesen zu bilden,
- aus den Beobachtungen Schlussfolgerungen zu ziehen,
- Untersuchungen durchzuführen, um zu testen, ob Substanzen sauer oder basisch sind.

**Materialien:**

Für die ganze Klasse:

- 1 Rotkohlr
- 1 Messer
- 1 größerer Becher oder Topf (Abb. 1)
- 1 Sieb (Abb. 1)
- Alltagsubstanzen (Stoffe), die untersucht werden sollen: Leitungswasser, Milch, Tee, Kaffee, Apfelsaft, Orangesaft, Backpulver, Coca-Cola, Spülmittel, Essig, etc.

Für jede Gruppe:

- kleine Behälter aus Plastik (Abb. 1)
- Pipetten (Abb. 1)
- ggf. pH-Papier (Abb. 1)

# Sauer, neutral oder basisch?

**AutorInnen:** Ilaria Gaudiello, Elisabetta Zibetti, Charles Tijus, Université Paris 8, Frankreich

Der Inhalt dieses Dokuments gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wider. Die Europäische Union haftet nicht für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen.



Das Projekt Pri-Sci-Net wurde durch das siebte Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7 2007/13) unter der Fördernummer 266647 gefördert.





## Sauer, neutral oder basisch?

### 1. Einstieg (Hypothesenbildung)

1. Die Lehrperson fragt die SchülerInnen nach Beispielen für saure, neutral und basische Substanzen. Alle Antworten werden auf die Tafel oder am Computer niedergeschrieben und mit den SchülerInnen besprochen.
2. Die Lehrperson gibt einige Beispiele zu sauren, basischen und neutralen Substanzen (falls die SchülerInnen nicht genug erwähnen) und kann die praktische Bedeutung dieser Begriffe erklären und Beispiele nennen (z.B.: Essig ist sauer, Backpulver ist basisch, reines Wasser ist neutral).
3. Die Lehrperson führt die SchülerInnen in den Umgang mit Pipetten ein. Sie wird dann erklären, wie man eine Rotkohl-Indikatorflüssigkeit herstellt. Die Lehrperson kann dies die SchülerInnen tun lassen oder sie vorbereiten.
4. Die Lehrperson soll demonstrieren, wieviel Rotkohllindikator und wieviel Testsubstanz in den Behälter kommt. Anschließend wird gemeinsam beobachtet, wie sich die Farbe des Indikators verändert, basierend auf der Zugabe von Essig oder Zitronensaft.
5. Die Lehrperson präsentiert das Forschungsproblem: Kann man bei Substanzen aus dem Haushalt (Beispiele wie Essig, Zitronensaft, Spülmittel, Wasser, Apfelsaft etc.) feststellen, welche sauer, neutral oder basisch sind?
6. Die Lehrperson verteilt Arbeitsblätter und bittet die SchülerInnen, Hypothesen zu den Substanzen aufzustellen (die Lehrperson sollte erklären, was eine Hypothese ist). Die SchülerInnen können in Kleingruppen diskutieren.
7. Die SchülerInnen sollten mindestens 10 verschiedene Substanzen untersuchen, um die Ausgangsfrage beantworten zu können.
8. Die SchülerInnen führen ihre Experimente / Untersuchungen durch, und werden dabei von der Lehrperson unterstützt. Die Kinder sollten für ihre Untersuchungen ausreichend Zeit bekommen und zwischen den Substanzen auswählen dürfen.

### 2. Erforschen (Planung und Durchführung von Untersuchungen)

Nachdem die SchülerInnen ihre Hypothesen über die Stoffe, die sie untersuchen wollen, aufgestellt haben, sollen sie in Gruppen arbeiten (untersuchen), um die Antwort auf die Fragestellung zu erhalten. In Tabelle 1 soll von den 10 verschiedenen Substanzen notiert werden, wie sich die Farbe verändert.

Die Lehrperson geht währenddessen von Gruppe zu Gruppe, um eventuelle Fragen zu beantworten. Jeder Schüler soll seine Beobachtung in die Tabelle eintragen, auch wenn sie innerhalb ihrer Gruppe unterschiedlicher Meinung sind. Die SchülerInnen sollten für ihre Beobachtungen unbedingt genügend Zeit erhalten. Nach der Durchführung der Untersuchung werden die SchülerInnen dazu ermutigt, sich über die Ergebnisse ihrer Untersuchung auszutauschen. Stimmen die Ergebnisse mit dem überein, was die

SchülerInnen zuvor bereits gewusst oder vermutet haben?

Nachdem alle SchülerInnen mit ihren Untersuchungen bzw. Diskussionen fertig sind, dürfen sie die Ergebnisse (etwa die Farbveränderungen des Rotkohls) an der Tafel bzw. Computer notieren.

Die Lehrperson kann währenddessen zum Beispiel fragen, was die SchülerInnen über die Zitrone denken: ist die Zitrone sauer oder basisch und was passiert mit der Farbe des Rotkohls, wenn Zitronensaft hinzugefügt wird? Diese und ähnliche Fragen sollen die Gespräche auf die zentrale Forschungsfrage lenken.

Die Lehrperson sollte auch erklären, warum einige SchülerInnen vielleicht unterschiedliche Ergebnisse bei der gleichen Untersuchung erhalten haben (unsaubere Pipetten oder Behälter).

### 3. Auswerten (Auswertung der Ergebnisse)

Um das Experiment bzw. die Untersuchung abzuschließen und das Forschungsproblem zu lösen, fragt die Lehrperson die SchülerInnen: Was habt ihr herausgefunden?

Sind sich die SchülerInnen ihrer Antwort nicht sicher, kann ihnen die Lehrperson pH-Papier geben, ihnen die Funktionsweise erklären und die SchülerInnen anschließend ihre Ergebnisse mit denen des pH-Papier-Indikators vergleichen lassen.

Die Ergebnisse können dann erneut diskutiert werden. Die ganze Klasse, auch die Lehrperson, sollte sich daran beteiligen. Es kann zum Beispiel überlegt werden, ob es sinnvoll ist, noch weitere Substanzen zu untersuchen.

Weiterführende Fragen könnten lauten

- Ist saure Milch sauer?
- Warum ist es wichtig, etwas über saure und basische Eigenschaften zu wissen?

## Sauer, neutral oder basisch?

### Hinweise für den Lehrer

Erklären Sie grundlegende Konzepte der Chemie: sauer – neutral – basisch (pH-Wert). Säure und Base ist ein Gegensatzpaar, das die Eigenschaften von Chemikalien beschreiben kann. Die pH-Skala misst, wie sauer oder basisch eine Substanz ist. Die pH-Skala reicht von 0 bis 14: pH-Wert 7 ist neutral, pH-Wert von weniger als 7 ist sauer und ein pH-Wert, der größer als 7 ist, ist basisch.

#### Beispiele:

Reines Wasser ist neutral. Aber wenn Chemikalien mit Wasser gemischt werden, kann das Gemisch entweder sauer oder basisch werden. Essig und Zitronensaft sind sauer, und einige Seifen und Waschmittel sind basisch.

Zu Ihrer Information:

Definition von pH: pH wird mathematisch als negativer Logarithmus (Basis: 10) der  $H_3O^+$  (Oxonium-Ion) Konzentration bestimmt.

$$pH = -\log [H_3O^+] \quad (\text{Brønsted-Lowry})$$

$$2H_2O \leftrightarrow H_3O^+ + OH^-$$

#### Eigenschaften von basischen Stoffen:

- Sie schmecken bitter
- Sie fühlen sich rutschig (glitschig) an
- Starke Basen sind sehr gefährlich und können die Haut verbrennen

Ein Indikator ist eine spezielle Art von Verbindung, die die Farbe ändert, wenn sich der pH-Wert einer Lösung ändert. Sie können die am häufigsten verwendeten Indikatoren etwa im Internet finden: <http://www.elmhurst.edu/~chm/vchembook/images2/186indicators.jpg>

In der Primarstufe verwendet man meist natürliche Indikatoren: zB. Rotkohl, Heidelbeer Saft, etc.

#### Alltagsvorstellungen der SchülerInnen

Halten Sie zuerst die Ideen der SchülerInnen zum Thema fest: Was wissen die Kinder bereits zu diesem Thema? Folgende Fragen könnten dabei helfen:

- Kennt ihr saure Substanzen (Stoffe)? Wenn ja, welche?
- Kennt ihr basische Substanzen (Stoffe)? Wenn ja, welche?

Möglicherweise werden Begriffe wie Apfel, Zitrone, Preiselbeeren etc. fallen, wenn es um saure Dinge geht, und Begriffe wie Waschmittel oder Seife, wenn es um basische Stoffe geht.

#### Forschungsfragen:

Geben Sie Ihren SchülerInnen folgende Aufgabenstellungen:

- Wie sieht die Farbe eines neutralen Stoffes aus?
- Ihr habt mindestens 10 verschiedene Substanzen (Stoffe) zu untersuchen (siehe Tabelle auf dem Arbeitsblatt). Welche dieser Stoffe könnten sauer oder basisch sein?
- Welche Stoffe aus dem Haushalt sind sauer, welche basisch?



Abb. 1: Ein Tablett mit kleinen Plastikbehältern, Pipetten und pH-Papier zum Testen; ein Behälter und Sieb

#### Herstellung und Gebrauch von Rotkohl-Indikatorflüssigkeit

Sie können den Rotkohlsaft für die SchülerInnen vorbereiten oder die SchülerInnen selbst machen lassen. Schneiden Sie den Rotkohl mit einem Messer in kleine Stücke. Geben Sie den geschnittenen Rotkohl in einen großen Becher oder Topf und gießen Sie warmes Wasser darüber (ca. 1l Wasser für einen kleinen Rotkohl). Rühren Sie gut um und lassen Sie den Topf anschließend für 15-30 Minuten stehen. Sieben Sie dann die Rotkohlstücke aus dem Topf, sodass nur noch der Saft übrig bleibt.

Erklären Sie Ihren SchülerInnen, dass wenn sie nicht-flüssige Stoffe untersuchen wollen (z.B. Backpulver), sie erst eine Lösung herstellen müssen. Dafür muss die Substanz in Wasser aufgelöst werden (ca. 1 Teelöffel in 10ml Wasser).



## Sauer, neutral oder basisch?

### Leitfaden für SchülerInnen

#### Hintergrund

“Sauer”, sagte der Fuchs in Äsops Fabel über Vogelbeeren! Bereits in der Antike wurde das Konzept von Säure verwendet.

Die meisten von euch haben bestimmt schon bemerkt, dass einige Äpfel anders als andere schmecken und dass eine Zitrone “sauer” ist. (Vogelbeeren enthalten übrigens Sorbinsäure und Gerbsäure, also hatte der Fuchs Recht!).

Überleg mal: Welche Stoffe könnten sauer und welche basisch sein?

#### Forschungsfragen

1. Wie sieht die Farbe eines neutralen Stoffes aus?
2. Welche Substanzen aus dem Haushalt könnten sauer, welche basisch sein?
3. Untersucht mindestens 10 verschiedene Substanzen (Stoffe) (nutzt die Tabelle auf dem Arbeitsblatt). Welche dieser Stoffe könnten sauer oder basisch sein?

#### Materialien

- Ein Tablett mit kleinen Behältern aus Plastik
- Pipetten
- Rotkohlsaft
- Substanzen (Stoffe), die du untersuchen möchtest: z.B. Leitungswasser, Milch, Tee, Kaffee, Apfelsaft, Orangesaft, Backpulver, Coca-Cola, Spülmittel, Essig..



Abb 2: Vogelbeeren



## Sauer, neutral oder basisch?

### Arbeitsblatt

1. Suche bei dir zuhause nach Stoffen, die du untersuchen möchtest, also zB. Apfelsaft, Orangensaft, Backpulver, Coca-Cola, Spülmittel, Essig, etc.
2. Stelle jeweils eine Vermutung (= Hypothese) auf:
  - Denkst du, dass der Stoff, den du untersuchen möchtest, sauer, neutral oder basisch ist? Markiere die Dinge mit A (sauer), N (neutral) oder B (basisch) in der Tabelle.
3. Nimm dir ein paar kleine Plastik-Behälter und gib jeweils 10-12 Tropfen Rotkohlsaft in jeden der Behälter – die Behälter benennst du am besten mit A1, A2,..B1,B2,.. C1, C2, etc. Für jeden Stoff (Substanz), den du untersuchen möchtest, benötigst du einen eigenen Behälter.
4. Nimm einen Stoff nach dem anderen (die du untersuchen möchtest) und gib ein wenig davon in einen der Behälter mit Rotkohlsaft. Und jetzt beobachte, was passiert!
5. Vergiss nicht, dir die Nummer des Behälters (A1, A2, B1, etc.) zu notieren, in welchen du einen speziellen Stoff dazu gegeben hast (z.B. Apfelsaft zum Rotkohlsaft).
6. Notiere deine Beobachtungen in der Tabelle (zB. ob sich die Farbe der Flüssigkeit verändert).
7. Versuche folgende Fragen zu beantworten:  
Welche Farben stehen für saure, welche für basische Stoffe? Diskutiere das mit deinen Klassenkameraden! Kommt ihr alle zum gleichen Ergebnis?

### Beantworte folgende Forschungsfragen:

1. Kannst du die Stoffe, die du aus deiner Küche von zuhause mitgenommen hast, einordnen (sauer / neutral / basisch) ?  
 Ja       Nein
2. Du hast mindestens 10 verschiedene Stoffe untersucht (siehe Tabelle). Kannst du aufgrund der erzielten Farbe feststellen, ob die Substanzen zu Säuren oder Basen zählen?

---

---

---

---

3. Welche Farbe haben neutrale Stoffe?

---

---

---

---



9-11  
Jahre

pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

**Inhalt:**

Physik

**Zielkonzepte/-fähigkeiten:**

Dichte von Flüssigkeiten und Festkörpern

**Altersgruppe:**

9-11 Jahre

**Dauer:**

3 Stunden

**Zusammenfassung:**

Schüler/innen erforschen das Konzept Dichte. Sie stellen einen Zusammenhang zwischen Volumen und Gewicht her und verstehen, dass gleich große Gegenstände unterschiedlich schwer sein können, da sie eine unterschiedliche Dichte haben. Die Schüler/innen beobachten das Verhalten von Wasser mit unterschiedlichen Temperaturen und verstehen, dass eine Erwärmung von Wasser zu einer Verringerung der Dichte führt.

**Ziele:**

Am Ende der Einheiten sollen die Schüler/innen:

- das Konzept Dichte verstehen
- verstehen, dass unterschiedliche Flüssigkeiten eine unterschiedliche Dichte haben können
- verstehen, dass die Temperatur die Dichte von Wasser beeinflusst

**Materialien:**

Experiment 1:

- 3 Plastikgefäße mit Deckel, Sand, Mehl, Federn (altes Kissen)
- 1 Schüssel mit Wasser

Experiment 2:

- 1 Schraubdeckelglas
- Speiseöl, farbiger Sirup, Wasser
- 1 Büroklammer, 1 Traube, 1 Schraube, 1 Korken
- 1 Löffel

Experiment 3:

- 1 großes Glasgefäß mit kaltem Wasser
- heißes Wasser
- Tinte
- 1 kleine Flasche
- 1 Trichter

# Unterwasser- vulkan

**Autor:** Christian Bertsch, Pädagogische Hochschule Wien, Österreich

Der Inhalt dieses Dokuments gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wider. Die Europäische Union haftet nicht für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen.



Das Projekt Pri-Sci-Net wurde durch das siebte Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7 2007/13) unter der Fördernummer 266647 gefördert.



## 1. Einstieg (Hypothesenbildung)

Die Lehrperson teilt die Klasse in Kleingruppen (4-5 Schüler/innen) und teilt die Arbeitsblätter aus. Alle Aktivitäten starten mit einer Frage, und die Schüler/innen sollen diese Fragen auf Basis

ihres Vorwissens diskutieren. Die Schüler/innen stellen Hypothesen auf. Wir empfehlen, erst danach die Materialien für die Experimente auszuteilen.

## 2. Erforschen (Planung und Durchführung von Untersuchungen)

Nachdem die Schüler/innen Vermutungen geäußert haben, beginnen sie mit den Experimenten. Sie beobachten, manipulieren, messen und zeichnen ihre Versuchsanordnungen auf den Arbeitsblättern ein

## 3. Auswerten (Auswertung der Ergebnisse)

Experiment 1: Schüler/innen verstehen, dass gleich große Objekte unterschiedlich schwer sein können. Gemeinsam mit der Lehrperson wird das Konzept Dichte als Materialeigenschaft diskutiert. Schüler/innen verstehen, dass nicht die Größe eines Gegenstandes, sondern seine Dichte bestimmt, ob der Gegenstand in Wasser schwimmt oder sinkt.

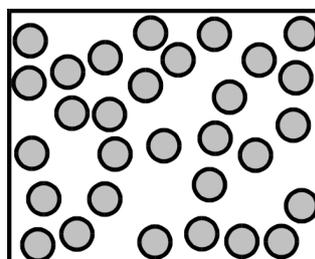
Experiment 2: Schüler/innen verstehen, dass Flüssigkeiten eine unterschiedliche Dichte haben können und ordnen Gegenstände in Bezug auf ihre Dichte.

Experiment 3: Schüler/innen verstehen, dass die Temperatur von Wasser die Dichte beeinflusst. Gemeinsam mit der Lehrperson wird eine Erklärung auf Basis des Teilchenmodells (s.u., Hintergrundinformation) erarbeitet

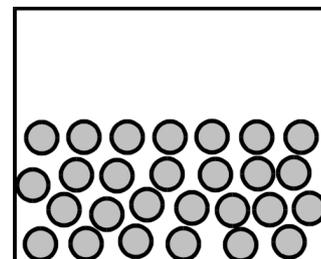
## Hintergrundinformation:

Die Dichte gibt die Masse eines Stoffes für ein bestimmtes Volumen an. Die Einheit ist  $\text{g/cm}^3$ . Vergleicht man die Dichte verschiedener Stoffe mit der des Wassers, so kann man vorhersagen, welche Stoffe auf dem Wasser schwimmen und welche nicht. Kindern veranschaulicht man das Prinzip der Dichte am besten, indem man gleich große Gefäße (z.B. das Innere eines Überraschungseies) mit verschiedenen Stoffen füllt (Sand, Mehl, Holzspäne, Eisenspäne,...). Obwohl das Volumen immer gleich groß ist, sind manche Stoffe schwerer als andere. Die Dichte verschiedener Stoffe nimmt bei Erhöhung der Temperatur im Normalfall ab. Aus diesem Grund steigt warme Luft in einer Umgebung aus kühlerer Luft auf, und in Seen sinkt das kalte Wasser aufgrund der höheren Dichte nach unten. Dieses Phänomen lässt sich ebenfalls mit dem Teilchenmodell erklären. Je höher die Temperatur eines Stoffes ist, umso schneller bewegen sich die Teilchen, aus denen er aufgebaut ist. Sie beanspruchen dann auch mehr Raum (Wärmeausdehnung der Stoffe). Diese Wärmeausdehnung führt zu einer Verringerung der Dichte, da dieselbe Masse mehr Raum einnimmt (Dichte = Masse/Volumen).

Dichte verschiedener Stoffe bei 20 °C	
Stoff	Dichte ( $\text{g/cm}^3$ )
Fichtenholz	0,43
Eichenholz	0,65
Wasser	0,998
Aluminium	2,67
Gold	19,30
Blei	11,35



Wassermoleküle (80 °C)



Wassermoleküle (20 °C)

### Dichte von Wasser bei verschiedenen Temperaturen

T (°C)	$\rho$ ( $\text{g/cm}^3$ )
100	0,9584
20	0,9982
4	1,000
0	0,9168

## Dichteanomalie von Wasser:

Bei der Erwärmung von Stoffen nimmt deren Dichte aufgrund der Wärmeausdehnung der Stoffe ab und beim Abkühlen nimmt deren Dichte zu (siehe oben). Wasser zeigt bezüglich seiner Dichte beim Abkühlen unter 4 °C eine Anomalie, die man als Dichteanomalie bezeichnet.

Die Dichte des Wassers nimmt – im Unterschied zu fast allen anderen Flüssigkeiten – beim Abkühlen nicht stetig zu. Sie nimmt zu, bis die Temperatur des Wassers 4 °C erreicht hat. Bei 4 °C ist die Dichte des Wassers am größten. Kühlt man es unter 4 °C ab, wird seine Dichte wieder geringer.

Beim Gefrieren von Wasser bildet sich ein Kristall, der ein größeres Volumen einnimmt. Daher dehnt sich Wasser beim Gefrieren schlagartig um fast ein Zehntel seines Volumens aus, wodurch die Dichte um fast ein Zehntel abnimmt. Darum schwimmt Eis auf Wasser. Die Dichteanomalie ist ebenso der Grund dafür, dass in einem See nach dem Abkühlen unter 4 °C das kältere Wasser nach oben steigt. An der Oberfläche trifft es auf kalte Luft, die es gefrieren lässt. Aufgrund seiner geringeren Dichte bleibt das Eis an der Oberfläche über dem 4 °C kalten Wasser. Ein See kann also niemals vom Grund her gefrieren.

# Unterwasser- vulkan

# pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

## Experiment 1: Dichte

Material: 3 gleich große Plastikgefäße mit Deckel (ganz gefüllt mit Sand, Mehl, Federn), 1 Wanne mit Wasser



Was glaubst du: Welche Eigenschaft entscheidet, ob ein Gegenstand sinkt oder schwimmt? Schreibe auf.

---

---

---

---

---

Welches der Gefäße wird sinken, welches schwimmen? Notiere erst deine Vermutung, bevor du es ausprobierst!

Material	Meine Vermutung		Meine Beobachtung	
Gefäß gefüllt mit Sand	Sinkt	Schwimmt	Sinkt	Schwimmt
Gefäß gefüllt mit Mehl	Sinkt	Schwimmt	Sinkt	Schwimmt
Gefäß gefüllt mit Federn	Sinkt	Schwimmt	Sinkt	Schwimmt

Obwohl sie gleich groß sind, gehen manche Gefäße unter und andere schwimmen. Wieso ist das so? Hast du eine Idee?

---

---

---

---

### Lösungshinweise

Gleich große Gegenstände können unterschiedlich schwer sein. Wie schwer ein Gegenstand ist, hängt von seiner Dichte ab. Gold hat zum Beispiel eine viel höhere Dichte als Wasser, deshalb geht eine Goldmünze in Wasser unter. Fichtenholz hat eine geringere Dichte als Wasser, deshalb schwimmt ein Baumstamm auf dem Wasser.



Das Projekt Pri-Sci-Net wurde durch das siebte Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7 2007/13) unter der Fördernummer 266647 gefördert.





## Experiment 2: Dichte unterschiedlicher Flüssigkeiten

Material: 1 Schraubdeckelglas, Speiseöl, farbiger Sirup, Wasser, 1 Büroklammer, 1 Traube, 1 Schraube, 1 Korke, 1 Löffel

1. Gieße Öl in eine Glas, sodass es ungefähr 5 cm gefüllt ist.
2. Gieße jetzt langsam gleichviel Wasser dazu.
3. Und zum Schluss noch einmal gleich viel Sirup
4. Lege nun mit dem Löffel die einzelnen Gegenstände auf die Flüssigkeiten

**Zeichne auf, was du beobachtest! Zeichne genau auf, wo die einzelnen Gegenstände liegen bleiben.**



**Zeichne die verwendeten Materialien und Flüssigkeiten nach ihrer Dichte geordnet auf folgendem Pfeil:**

Geringere Dichte

Höhere Dichte



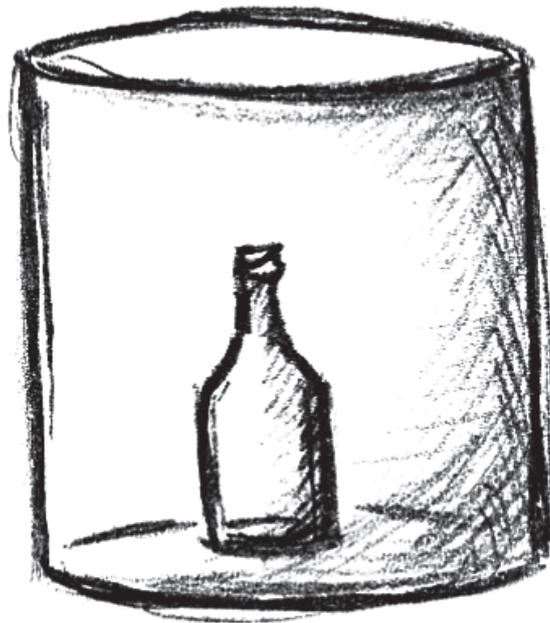


## Experiment 3: Unterwasservulkan

Material: ein großes Glasgefäß mit kaltem Wasser, eine kleine Glasflasche, heißes Wasser, kleiner Trichter, Tinte

Bist du in einem See schon einmal nach unten getaucht? Wo ist das Wasser kälter? An der Oberfläche oder tiefer unten?

Mische das heiße Wasser mit Tinte und fülle es mit dem Trichter in die kleine Glasflasche. Stelle die Flasche in das Glas mit der kalten Flüssigkeit (die Flasche muss ganz unter Wasser stehen). Zeichne auf, was du beobachtest.



Kannst du deine Beobachtung erklären?

**!!Warmes Wasser hat eine \_\_\_\_\_ Dichte als kaltes Wasser!!**

9-11  
Jahre

pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

**Inhalt:**

Physik

**Zielkonzepte/-fähigkeiten:**

Dichte und Auftrieb

**Altersgruppe:**

9-11 Jahre

**Dauer:**

3 Stunden

**Zusammenfassung:**

In diesen Einheiten erforschen Schülerinnen und Schüler, weshalb manche Gegenstände schwimmen und andere nicht und stellen dabei einen Bezug zur Dichte des Gegenstandes her. Dafür werden sehr schwere Gegenstände ausgesucht, die trotzdem im Wasser schwimmen können, wie ein großes Schiff aus Eisen, und im Gegensatz dazu leichte Gegenstände, die sinken, wie kleine Nägel aus Eisen (1. Versuch). Diese Versuche sollen helfen, den Kindern begreifbar zu machen, dass die Dichte ausschlaggebend dafür ist, ob ein Gegenstand schwimmt oder sinkt und, dass man die Dichte anhand des Gewichts (eig. Masse) durch das Volumen bestimmen kann.

**Ziele:**

Was Schülerinnen und Schüler am Ende der Einheit können sollen:

- Sie sollen verstehen, dass die Masse (und Größe) alleine nicht bestimmt, ob ein Gegenstand schwimmt oder nicht.
- Sie sollen verstehen, dass das Volumen nicht alleine bestimmt, ob ein Gegenstand schwimmt oder nicht.
- Sie sollen das Verhältnis von Masse und Volumen anhand unterschiedlicher Gegenstände ermitteln.
- Sie sollen verstehen, dass der Auftrieb von der Dichte des Objekts und der Dichte der Flüssigkeit abhängt.

**Material:**

- Wasserbecken oder Schüssel
- mehrere Gegenstände mit unterschiedlichen Formen und unterschiedlichem Gewicht
- eine Küchenwaage
- drei Boxen mit Legosteinen in unterschiedlichen Größen und mit unterschiedlichem Gewicht
- Lineal
- Messbecher oder großes Gefäß (1000 ml)
- Messbecher 500 ml
- Luftballon (Wasserbombe)

# Wasser, Eisberge und Boote

**Autor:** Mário Rui da Cunha Pereira, Hands on Science, Portugal

Der Inhalt dieses Dokuments gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wider. Die Europäische Union haftet nicht für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen.



Das Projekt Pri-Sci-Net wurde durch das siebte Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7 2007/13) unter der Fördernummer 266647 gefördert.



## Unterrichtsplanung

Die Lehrperson bittet die Kinder unterschiedliche Gegenstände von zu Hause mitzubringen, die in Gewicht, Größe und Form variieren und nass werden dürfen. Die Lehrperson teilt die Kinder in Dreiergruppen ein.

### 1. Untersuchung: Schwimmen oder Sinken – leichte und schwere Gegenstände

Jede Gruppe bekommt ein Wasserbecken und eine Waage. Drei Gegenstände werden für die Untersuchung ausgesucht. Nachdem die Kinder die Gegenstände gewogen haben, fragt die Lehrperson: Welche Gegenstände werden schwimmen und welche sinken? Was glaubst du? Danach testen es die Schüler und Schülerinnen in den Gruppen. Sie sollen dabei erst aufschreiben, was sie glauben, dass mit dem jeweiligen Gegenstand passieren wird (Hypothese) und dann das beobachtete Verhalten damit vergleichen. Anhand einer Tabelle lässt sich dies gut dokumentieren. Danach folgt eine Diskussion über die Vermutungen und was wirklich eingetroffen ist.

Wenn ausreichend Zeit vorhanden ist, bietet es sich auch an, eine entsprechende Untersuchung speziell zum Schwimmen oder Sinken von großen und kleinen Gegenständen durchzuführen, um zu zeigen, dass die Größe alleine nicht ausschlaggebend ist.

### 2. Untersuchung: Schwimmen oder Sinken - Dichte

Jede Gruppe bekommt drei geschlossene Boxen, mit unterschiedlich großen und schweren Legosteinen darin. Sie fangen damit an, die Dimensionen der Box zu vermessen und ihr Gewicht zu bestimmen. Danach wird die Box mit Wasser gefüllt und die Wassermenge anhand eines Messbechers bestimmt und das Gewicht der Box wird abgewogen. Die Schüler und Schülerinnen werden nun gefragt, von welchen Boxen sie glauben, dass sie schwimmen werden. Die Boxen werden von den Kindern nacheinander ins Wasser gelegt und es wird dokumentiert, welche schwimmen und welche sinken. Für jede Box wird das Verhältnis von Masse zu Volumen, also die Dichte, berechnet. Dies geschieht auch mit den Wassermengen. Danach werden die Schüler und Schülerinnen gefragt, ob sie mit den erhaltenen Werten, vorhersagen könnten, ob eine Box schwimmt oder nicht, ohne es zu testen.

### 3. Untersuchung: Was wird schwimmen und was sinken?

Die Schüler und Schülerinnen werden dazu herausgefordert, mit den bereits gelernten Methoden zu bestimmen, ob ein Gegenstand schwimmen wird oder nicht, ohne ihn ins Wasser zu geben. Dazu werden wieder die mitgebrachten Gegenstände herangezogen. Die Kinder brauchen für diese Untersuchung ein Wasserbecken, einen Messbecher und einen normalen Becher, in den der Gegenstand hinein passt. Sie fangen damit an, das Gewicht des Gegenstands mit der Waage zu bestimmen und das Volumen des Gegenstands zu bestimmen anhand der Wassermenge, die von dem Gegenstand verdrängt wird, wenn er komplett eingetaucht ist. Dafür werden Becher und Wasserbecken benötigt. Der Becher wird bis an den Rand mit Wasser gefüllt und in das leere Becken gestellt. Dann wird der Gegenstand in den Becher gelegt. Dadurch wird Wasser verdrängt, welches im Becken landet. Dieses Wasser muss nun in einen Messbecher gefüllt werden, um das Volumen des Gegenstandes zu bestimmen und abgewogen werden, um das Gewicht der Wassermenge zu bestimmen. Denn nun werden Wasserdichte und die Dichte des Gegenstandes ausgerechnet und verglichen. Die Ergebnisse der Schüler und Schülerinnen werden überprüft, indem sie die Gegenstände ins Wasser legen. Dann wird besprochen, inwiefern die Berechnungen gestimmt haben. Danach werden die Kinder gefragt, was passieren würde, wenn man einen Gegenstand ins Wasser legen würde, der eine gleich große Dichte wie Wasser hat. Es wird gemeinsam überlegt, wie man das ausprobieren könnte. Ein mit Wasser gefüllter Luftballon wird ins Wasser gelegt. Schüler und Schülerinnen erklären, was sie dabei beobachten können.

# Wasser, Eisberge und Boote

## 1. Einstieg (Hypothesenbildung)

Stimulus: Die Kinder werden gefragt, was passiert, wenn man einen Gegenstand ins Wasser gibt.

Danach fragt die Lehrperson: Wieso schwimmen manche Gegenstände und andere sinken?

- Können wir anhand seiner Eigenschaften vorhersehen, ob ein Körper schwimmen oder sinken wird?

- Bestimmt die Masse des Körpers, ob er an der Wasseroberfläche schwimmt?
- Bestimmt das Volumen des Körpers, ob er schwimmt?
- Könnte es eine andere Eigenschaft des Körpers sein, die dafür entscheidend ist?

## 2. Erforschen (Planung und Durchführung von Untersuchungen)

**Untersuchung: Wie können wir herausfinden, weshalb ein Körper schwimmt oder sinkt?**

Um diese Frage zu beantworten, sollen die Kinder Untersuchungen durchführen und dabei unterschiedliche Hypothesen testen. Dafür brauchen sie Körper mit:

1. unterschiedlicher Masse (Größe).
2. unterschiedlichem Volumen.

Die Lehrperson erklärt, wie man eine Tabelle anlegt, um Beobachtungen und Ergebnisse zu dokumentieren. Die Kinder führen eine neue Untersuchung durch, um Masse (Größe) und Volumen in ein Verhältnis zu bringen.

3. Sie messen die Masse (eig. das Gewicht) und das Volumen von unterschiedlichen Körpern.
4. Sie messen Gewicht und Volumen von unterschiedlichen Wassermengen.

Zum Schluss werden die Kinder gebeten, eine Untersuchung zu planen, bei der sie herausfinden sollen, ob ein Körper schwimmt oder nicht.

## 3. Auswerten (Auswertung der Ergebnisse)

Die Ergebnisse aller Gruppen werden jeweils von einem Gruppenmitglied präsentiert. Durch die gesammelten Daten sollten Schüler und Schülerinnen diese Schlüsse ziehen:

- Weder die Masse noch das Volumen eines Körpers bestimmen alleine, ob ein Körper im Wasser schwimmt oder sinkt.
- Das Verhältnis von Masse und Volumen ist konstant für Wasser bei gleich bleibender Temperatur
- Nur Körper mit niedrigerer Dichte als Wasser schwimmen an der Wasseroberfläche.
- Wenn man die allgemeine Dichte eines Körpers und die Wasserdichte kennt, kann man vorhersagen, ob er im Wasser schwimmen oder sinken wird.

**Weiterführend:** Was geschieht, wenn ein Körper die gleiche Dichte wie Wasser hat? Wieso schwimmt Eis? Was passiert, wenn wir eine andere Flüssigkeit als Wasser nehmen, zum Beispiel Öl? Ändert sich dann etwas?

# Wasser, Eisberge und Boote

## 1. Untersuchung: Schwimmen und Sinken - leichte und schwere Gegenstände

### Inhalt:

Auftrieb und Masse

### Konzept:

Die Masse eines Körpers bestimmt nicht alleine, ob er schwimmt oder sinkt.

### Vorbereitung

Ein paar Tage vor der Einheit bittet die Lehrperson jedes Kind 2-3 Gegenstände mitzubringen, die nass werden dürfen. Eine Maximalgröße muss festgelegt werden, entsprechend der Größe der Becken und der Größe der Becher. Die Lehrperson teilt den Kindern mit, dass die Gegenstände möglichst unterschiedlich groß und unterschiedlich schwer sein sollen. Vor der Stunde sollte die Lehrperson den Kindern helfen zu entscheiden, welche Gegenstände sich am ehesten für die Untersuchung eignen. Dabei sollten Gegenstände bevorzugt werden, die ungefähr gleich groß aber unterschiedlich schwer sind.

### Problem:

Was entscheidet, ob ein Körper schwimmt oder sinkt?

### Einführung:

LP: „Du hast wahrscheinlich schon öfters beobachtet, was geschieht, wenn man etwas ins Wasser gibt. Kannst du mir sagen, was dabei passiert? Genau, manche Dinge schwimmen und andere sinken. Ein Stein wird immer untergehen, wenn man ihn ins Wasser wirft. Ein Stück Holz hingegen schwimmt obenauf. Egal wie klein ein Stein ist, er wird untergehen. Aber auch riesiger Baumstamm treibt auf der Wasseroberfläche. Was also entscheidet, ob etwas

treibt oder untergeht? Welche Eigenschaften bestimmen, ob ein Körper schwimmt oder sinkt?

### Material:

- mehrere von den Schülern und Schülerinnen mitgebrachte Gegenstände mit unterschiedlichem Volumen und Gewicht
- ein großes Wasserbecken
- eine Küchenwaage

### Durchführung:

1. Die Kinder werden in Dreiergruppen eingeteilt. Jede Gruppe bekommt ein Wasserbecken.
2. Die Kinder werden dazu aufgefordert, drei gesammelte und ausgewählte Gegenstände nacheinander abzuwiegen und so ihr Gewicht zu bestimmen und das schriftlich zu notieren.
3. Die Kinder stellen Hypothesen auf, von welchen Gegenständen sie glauben, dass sie schwimmen werden.
4. Die Gegenstände werden ins Wasser gelegt und die Kinder schreiben auf, welche geschwommen und welche gesunken sind.

### Durch diese Untersuchungen sollten die Kinder verstehen, dass

- es große Gegenstände gibt, die an der Wasseroberfläche schwimmen und andere große Gegenstände, die sinken und, dass dies auch für kleine Gegenstände gilt.
- es nicht vom Gewicht alleine abhängt, ob ein Gegenstand schwimmt oder nicht.

# Wasser, Eisberge und Boote

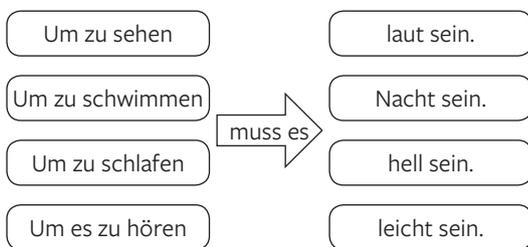
## Arbeitsblatt 1

### 1. Untersuchungsfragen

- Welche Körper schwimmen an der Wasseroberfläche?
- Ist es die Masse eines Körpers, die bestimmt, ob er schwimmt oder nicht?

### Wichtige Vorüberlegungen:

#### a) Was passt zusammen? Und was erforschen wir heute?



#### b) Wenn du einen leichten Gegenstand ins Wasser gibst:

- schwimmt er.
- sinkt er.
- kommt es auf die Größe oder Form an, ob er schwimmt oder sinkt.

#### c) Wenn du einen schweren Gegenstand ins Wasser gibst:

- schwimmt er.
- sinkt er.
- kommt es auf die Größe oder Form an, ob er schwimmt oder sinkt.

#### d) Wieso glaubst du, passiert das?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 2. Materialien - Was brauchst du dafür?

- eine große, mit Wasser gefüllte Schüssel
- mehrere Gegenstände mit unterschiedlicher Masse
- eine Küchenwaage

### 3. Durchführung der Untersuchung

Wie sollt ihr vorgehen?

1. Stellt das Wasserbecken vorsichtig auf den Tisch.
2. Mit der Küchenwaage wiegt ihr nun die für die Untersuchung ausgewählte Gegenstände ab.
3. Legt die Gegenstände nacheinander ins Wasser.
4. Notiert, welche schwimmen und welche sinken.

### 4. Was sollt ihr beobachten?

- 1 Wenn ihr die Gegenstände ins Wasser legt,
- sinken sie alle.
  - schwimmen sie alle
  - schwimmen manche und andere sinken.

2 Wenn ihr die Gegenstände nach Gewicht ordnet, könnt ihr feststellen, dass

- die schwersten Gegenstände sinken.
- die leichtesten Gegenstände sinken.
- es nicht nur von dem Gewicht abhängt, ob ein Gegenstand sinkt oder nicht.

### 5. Auswertung

Was hast du durch diese Untersuchung gelernt? (Du kannst mehr als eine Antwort ankreuzen)

- Alle schweren Gegenstände sinken.
- Ob ein Gegenstand schwimmt oder sinkt hängt nicht allein von seinem Gewicht ab.
- Wenn ein Gegenstand leicht ist, heißt das nicht, dass er im Wasser schwimmt.
- Alle leichten Gegenstände schwimmen.

Überprüfe, ob deine Antworten stimmen.

- Ja, alle stimmen.
- Nein, alle waren falsch.
- Manche waren richtig und manche falsch.

# Wasser, Eisberge und Boote

## 2. Untersuchung: Schwimmen und Sinken – Dichte

### Inhalt:

Dichte und Auftrieb

### Konzept:

Damit ein Körper schwimmt, muss seine Dichte (das Verhältnis von Volumen zu Masse) kleiner sein, als die Dichte der Flüssigkeit, die ihn umgibt.

### Problem:

Was beeinflusst, ob ein Körper schwimmt oder sinkt?

### Materialien

- drei Legokisten in unterschiedlichen Größen und Gewichten
- ein großes Wasserbecken
- eine Küchenwaage
- ein Lineal
- ein großes Gefäß (1000 ml)
- ein kleiner Messbecher (500 ml)

### Durchführung

1. Jede Gruppe bekommt drei Legokisten und beginnt damit ihre Größen zu vermessen. Die Werte werden aufgeschrieben und das Volumen einer jeden Kiste wird berechnet.
2. Mit der Küchenwaage werden nun die Gewichte der Kisten bestimmt und die Werte werden in einer Tabelle notiert.
3. Danach werden die verschütteten Wassermengen, die den Volumina der Kisten entsprechen, in den Messbecher gegeben und die Werte werden notiert.
4. Die Kisten werden nun ins Wasserbecken gelegt und ihr Verhalten wird beobachtet und aufgeschrieben.
5. Schüler und Schülerinnen versuchen mathematische Verhältnisse zwischen Masse und Volumen für jede Kiste und die Wassermengen aufzustellen, um den richtigen Zusammenhang zu finden.
6. Schülerinnen und Schüler vergleichen die erhaltenen Werte der Dichten mit den beobachteten Ergebnissen in Bezug auf Schwimmen und Sinken.

### Hilfestellungen:

Die Lehrperson kann diese Untersuchung nutzen, um den Kindern zu zeigen, wie man Tabellen liest und konstruiert. Hier könnte man eine Spalte für jeweils eine der Kisten, gefolgt von ihrem Volumen und ihrem Gewicht und dem Gewicht der Wassermenge mit gleichem Volumen sowie eine Spalte für die Vermutung und das beobachtete Schwimmverhalten sowie eine Spalte für die möglichen Verhältnisse von Volumen und Masse anlegen.

### Nach dem Vermessen und Wiegen der Kisten sollte die Lehrperson fragen:

- Wie werden sich die unterschiedlichen Kisten im Wasser verhalten und wieso?

Wenn das Verhältnis zwischen Volumen und Masse berechnet wird, sollte die Lehrperson betonen, dass ein Zusammenhang gesucht wird, welcher bei gleichem Material immer zu gleichen Werten führen sollte, und damit den Charakter einer Materialeigenschaft hervorheben. Am Ende sollten die Schüler und Schülerinnen über Vorhersagen bezüglich Schwimmen und Sinken gefragt werden.

### Bei dieser Untersuchung sollten Schüler und Schülerinnen lernen, dass

- die Dichte eine Materialeigenschaft ist und sie definiert wird als das Verhältnis von Masse und Volumen eines Körpers.
- die allgemeine Dichte eines Körpers bestimmt, ob er im Wasser schwimmt oder nicht.

# Wasser, Eisberge und Boote

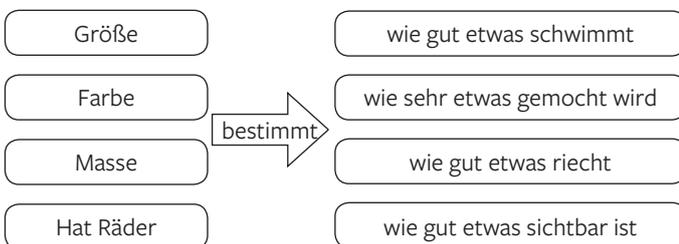
## Arbeitsblatt 2

### 1. Untersuchungsfragen

- Welche Gegenstände können schwimmen?
- Welche Eigenschaft eines Gegenstandes bestimmt, ob er schwimmt oder nicht?

### Wichtige Vorüberlegungen:

#### a) Was passt zusammen? Und was erforschen wir heute?



#### b) Um zu entscheiden, ob ein Körper schwimmen oder sinken wird, muss man:

- nur sein Gewicht kennen.
- nur sein Volumen kennen.
- sein Volumen und sein Gewicht kennen.
- seine Farbe kennen.

#### c) Wieso denkst du, ist das so?

---

---

---

### 2. Materialien - Was brauchst du dafür?

1. Drei Legoboxen mit unterschiedlicher Größe und unterschiedlichem Gewicht
2. eine Küchenwaage
3. ein Lineal
4. ein Wasserbecken

### 2. Durchführung der Untersuchung

Wie sollt ihr vorgehen?

1. Stellt das Wasserbecken vorsichtig auf den Tisch.
2. Danach sollt ihr die Maße der unterschiedlichen Kisten mit dem Lineal abmessen und ihre Volumen berechnen. Notiert die Werte in einer Tabelle.
3. Mit der Küchenwaage bestimmt ihr nun die Gewichte der Kisten und notiert die Werte in einer Tabelle.
4. Berechnet die Verhältnisse von Masse und Volumen für jede

Kiste und für die Wassermengen.

5. Legt eine Legokiste nach der anderen ins Wasser und schreibt auf, welche schwimmen und welche sinken.

### 3. Was sollt ihr beobachten?

1 Der Zusammenhang zwischen Masse und Volumen eines Gegenstandes bestimmt dessen Dichte. Wie lautet dieser Zusammenhang?

- Volumen dividiert durch Masse
- Masse dividiert durch Volumen
- Masse multipliziert mit Volumen
- Masse addiert zu Volumen

2 Als ihr Volumen und Gewicht der unterschiedlichen Wassermengen bestimmt habt,

- haben alle Wassermengen gleichviel gewogen.
- war bei größerem Volumen ein größeres Gewicht messbar.
- war bei größerem Volumen ein kleineres Gewicht messbar.

3 Bei den unterschiedlichen Wassermengen war das Verhältnis von Volumen zu Masse:

- immer gleich.
- abhängig vom Volumen der Wassermenge.
- abhängig von der Wassermasse.

4 – Wenn wir die unterschiedlichen Dichten der Legokisten bedenken, dann können wir darauf schließen, dass

- Kisten mit höherer Dichte als Wasser sinken.
- Kisten mit niedrigerer Dichte sinken.
- ob eine Kiste schwimmt oder sinkt, nichts mit ihrer Dichte zu tun hat.

### 4. Auswertung

Was hast du bei dieser Untersuchung gelernt? (Du kannst mehr als eine Antwort ankreuzen)

- Gegenstände, die eine größere Dichte haben als Wasser, sinken.
- Gegenstände, die eine niedrigere Dichte als Wasser haben, sinken.
- Die Dichte ist das Verhältnis von Masse zu Volumen bei einem Gegenstand.
- Die Dichte ist eine Eigenschaft des Körpers.

Überprüfe, ob deine anfängliche Vermutung richtig war.

- Ja, sie war richtig.
- Nein, sie war nicht richtig.
- Manche waren richtig und manche falsch.

## 3. Untersuchung: Was wird schwimmen?

### Inhalt:

Auftrieb und Dichte

### Konzept:

Damit ein Gegenstand schwimmt, muss seine Dichte kleiner sein als die Dichte der Flüssigkeit, in der er sich befindet.

### Problem:

Können wir vorhersagen, ob ein Gegenstand schwimmt oder sinkt, bevor wir ihn ins Wasser geben?

### Einführung

Ihr wisst schon von vielen Gegenständen, ob sie sinken oder schwimmen. Wenn wir zum Beispiel einen Stein auf die Wasseroberfläche legen, wird er sofort sinken, selbst wenn er ganz klein ist. Aber wenn wir das gleiche mit einem Stück Holz versuchen, wird es schwimmen, egal wie groß es ist, auch wenn es z.B. so groß wie ein Baumstamm ist. Welche Eigenschaften bestimmen also, ob Gegenstände schwimmen oder sinken?

### Material

- ein Gegenstand
- ein Wasserbecken
- eine Waage
- ein Lineal
- ein großes Gefäß (1000 ml)
- ein Messbecher (500 ml)
- ein Luftballon

### Durchführung

1. Jede Gruppe wählt einen Gegenstand aus.
2. Mit der Küchenwaage wird der Gegenstand abgewogen und das Gewicht wird in einer Tabelle notiert.
3. Das große Gefäß wird nun in das leere Becken gestellt. Als nächstes wird der Gegenstand sehr vorsichtig in das große Gefäß gegeben, welches bis an den Rand mit Wasser gefüllt ist. Danach wird notiert, ob der Gegenstand schwimmt oder nicht.
4. Das verschüttete Wasser, welches sich nun in dem Becken befindet, muss in einen Messbecher geleert werden, um das Volumen zu bestimmen.
5. Als nächstes wird das Verhältnis von Masse zu Volumen für jeden Gegenstand berechnet.
6. Nun muss überprüft werden, ob sich der Gegenstand den Berechnungen gemäß verhält. Wenn der Gegenstand schwimmt, sollte die berechnete Dichte des Gegenstands geringer sein als die des Wassers. Wenn der Gegenstand sinkt, sollte seine Dichte höher sein als die des Wassers.

### Hilfestellung

Anfangs sollte die Lehrperson fragen:

- Was braucht man, um vorherzusagen, ob ein Gegenstand im Wasser schwimmt?

Den Körper ins Wasser zu tauchen, um sein Volumen anhand der verschütteten Wassermenge zu bestimmen, kann nur funktionieren, wenn der Körper selbst kein Wasser absorbiert und wenn wirklich nur der Körper selbst für das verschüttete Wasser verantwortlich ist. Deshalb muss sehr vorsichtig und geschickt sein, wenn man einen Körper ins Wasser legt. Die Lehrperson muss die Kinder auf diese Schwierigkeiten vorbereiten.

Nachdem alles abgemessen wurde, muss die Lehrperson fragen:

- Was für einen Wert muss die Dichte des Gegenstands haben, damit er an der Wasseroberfläche schwimmt?

Am Ende sollte die Lehrperson ihre Schüler und Schülerinnen zu diesen zwei Punkten befragen:

- Was sie glauben, passiert, wenn ein Gegenstand eine gleich große Dichte wie Wasser hat. Zur Auflösung kann die Lehrperson einen Luftballon komplett mit Wasser füllen, verknoten und ins Wasser legen.
- Wieso Eisberge schwimmen, wenn sie aus dem gleichen Wasser wie das Meer, in dem sie sich befinden, sind. Können sie (die Kinder) eine Untersuchung planen, um dies herauszufinden?

### Bei dieser Untersuchung sollten die Kinder lernen, dass

- die Bestimmung der Dichte eine akkurate Vorhersage bezüglich des Schwimmverhaltens ermöglicht.
- ein Körper mit einer gleich großen Dichte wie Wasser schwebt in der Mitte des Wassers. Er sinkt nicht und er schwimmt nicht an der Oberfläche.

# Wasser, Eisberge und Boote

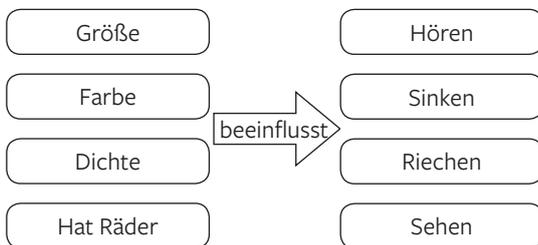
## Arbeitsblatt 3

### 1. Untersuchungsfragen

- Können wir bevor wir den Gegenstand ins Wasser geben, sagen ob er schwimmen wird?

### Wichtige Vorüberlegungen:

#### a) Was wollen wir bei dieser Untersuchung herausfinden?



#### b) Welche Gegenstände schwimmen im Wasser besser?

- rote Gegenstände
- Gegenstände, die eine geringere Dichte als Wasser haben
- Gegenstände, die eine größere Dichte als Wasser haben

#### c) Wieso denkst du, ist das so?

---

---

---

### 2. Materialien - Was braucht ihr dafür?

- einen Gegenstand
- ein großes Wasserbecken
- eine Küchenwaage
- ein Lineal
- einen großes Gefäß (1000 ml).
- einen Messbecher (500 ml)
- einen Luftballon

### 3. Durchführung der Untersuchung

Wie sollt ihr vorgehen?

1. Stellt das leere Becken vorsichtig auf den Tisch und platziert das große, bis an den Rand mit Wasser gefüllte Gefäß in seiner Mitte.
2. Bestimmt das Gewicht des Gegenstandes mit der Küchenwaage und schreibt es auf.
3. Legt den Gegenstand vorsichtig ins Wasser ohne, dass Wasser selbst zu berühren.
4. Bestimmt das Volumen des Gegenstandes, indem ihr die durch ihn verdrängte und verschüttete Wassermenge in den Messebecher gebt. Notiert die Werte und bespricht, ob der Gegenstand im Wasser schwimmen oder sinken würde.
5. Berechnet die Dichte des Gegenstandes, indem ihr seine Masse durch sein Volumen dividiert.

### 4. Was sollst du beobachten?

1 Wenn du den Gegenstand ins Wasser gibst,

- sinkt er.
- schwimmt er.

2 Wenn man die Dichte des Gegenstandes mit der Wasserdichte vergleicht, sieht man, dass

- ein Gegenstand, der eine größere Dichte hat als Wasser, sinkt.
- Gegenstände, die eine geringere Dichte aufweisen, schwimmen.
- ein Gegenstand, der eine größere Dichte hat, an der Oberfläche schwimmt.

3 Wenn der Gegenstand eine gleich große Dichte wie Wasser hat,

- sinkt er.
- schwimmt er an der Oberfläche.
- dann schwimmt er nicht an der Oberfläche und sinkt nicht an den Grund, er schwebt in der Mitte.

# Wasser, Eisberge und Boote

## 5. Auswertung

Was hast du bei dieser Untersuchung gelernt? (Du kannst mehr als eine Antwort ankreuzen)

- Man kann das Volumen eines Gegenstandes messen, indem man die durch ihn verdrängte Wassermenge in einen Messbecher füllt.
- Man kann nicht vorhersagen, ob ein Gegenstand schwimmen kann oder nicht.
- Wenn man die Dichte eines Gegenstandes kennt, kann man vorhersagen, ob er schwimmen wird oder nicht.
- Gegenstände, welche eine gleich große Dichte wie Wasser haben, schwimmen nicht und sinken nicht, sie schweben in der Mitte.

Überprüfe, ob deine anfängliche Vermutung richtig war.

- Ja, sie war richtig.
- Nein, sie war nicht richtig.
- Manche waren richtig und manche falsch.

## Knifflige Frage: Wenn Eisberge aus dem selben Salzwasser bestehen wie das Meer, in dem sie sich befinden - wieso können sie an der Oberfläche schwimmen?

- Die Masse des gefrorenen Wassers ist geringer als die von flüssigem Wasser, was zu einer geringeren Dichte der Eisberge führt.
- Das Volumen des gefrorenen Wassers ist größer als das Volumen von flüssigem Wasser, was zu der geringeren Dichte der Eisberge führt.
- Eisberge bestehen nicht aus Wasser.

## Plane eine Untersuchung, um deine Vermutung zu überprüfen.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

9-11  
Jahre

pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

**Inhalt:**

Physik

**Zielkonzepte/-fähigkeiten:**

Archimedisches Prinzip: Schwimmen und Sinken von Gegenständen im Wasser

**Altersgruppe:**

9-11 Jahre

**Dauer:**

2 Stunden

**Zusammenfassung:**

Das entscheidende Kriterium für die Qualität des Bootes ist das Gewicht, das zum Beispiel durch die Anzahl der kleinen Nägel, die es zu halten in der Lage ist, ohne einzusinken, gemessen wird. Die Eigenschaften des am besten schwimmenden Bootes, sollten Thema der Diskussion und Reflexion sein, so dass die SchülerInnen schließlich eine Hypothese über die Beziehung zwischen dem Volumen des Bootes und dem Gewicht, das es tragen kann, formulieren können. Die SchülerInnen sollen diese dann überprüfen, indem sie verschiedene Volumina mit Hilfe von Wasser und dem Messzylinder messen.

**Ziele:**

Am Ende der Aktivität sollten die Kinder folgendes gelernt haben:

- Formulieren einer Hypothese über die Beziehung zwischen dem Volumen des Hohlraums und dem Gewicht, das das Boot tragen kann.
- Planung eines Experiments, um die Hypothese zu testen, basierend auf folgenden Aspekten:
  - a) Notwendigkeit von mindestens zwei Booten mit unterschiedlichen Hohlraum-Volumina, die entsprechend unterschiedliche Mengen Wasser fassen.
  - b) Verwendung der gleichen Menge an Knete für beide Boote.
- Entwicklung einer Methode zur Messung des maximalen Gewichts, das das Boot aushalten kann.
- Entwicklung einer Methode zur Messung des Hohlraumvolumens.
- Durchführung des Experiments, Messungen, Notizen und Interpretation der Daten, Formulierung von Schlussfolgerungen.

**Materialien:**

- Sechs Stück Knete
- Schüssel
- Wasser
- 25 Nägel
- ein Messzylinder

# Wer baut das beste Boot aus Knete?

**Autoren:** P. Varela & J. Sá., Hands on Science, Portugal

Der Inhalt dieses Dokuments gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wider. Die Europäische Union haftet nicht für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen.



Das Projekt Pri-Sci-Net wurde durch das siebte Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7 2007/13) unter der Fördernummer 266647 gefördert.



# Wer baut das beste Boot aus Knete?

## 1. Einstieg (Hypothesenbildung)

- Der Lehrer fordert jede Gruppe von SchülerInnen auf, das beste Boot aus Knetmasse zu bauen: - Wer kann das beste Boot aus Knete bauen? - Was müssen wir dabei beachten?
- Die SchülerInnen sollten erkennen, dass das Boot besser ist, je größer der Hohlraum ist und je weniger Wasser eindringt.

## 2. Erforschen (Planung und Durchführung von Untersuchungen)

- Wie wissen wir, was ein gutes Boot ist?

Die Qualität des Bootes richtet sich nach dem Gewicht, das es halten kann, ohne einzusinken.

Der Lehrer ermutigt die SchülerInnen, über eine Methode nachzudenken, um Gewicht zu messen. Die SchülerInnen sollten auch erkennen, dass nur Boote aus der gleichen Menge an Knetmasse vergleichbar sind.

Jede Gruppe wird dann versuchen das beste Boot zu bauen, stellt es vorsichtig in das Wasser und besetzt es mit Nägeln, bis das Boot sinkt. Jede Gruppe sollte die Anzahl an Nägeln notieren, die ihr Boot (aus-)hält. Das Boot, das die meisten Nägel aushält, ist schließlich das beste Boot.

Am Ende des Experiments gibt es eine gemeinsame Diskussion über die Eigenschaften des besten Bootes.

Die Diskussion der SchülerInnen sollte zur Formulierung einer Hypothese führen, die die Beziehung zwischen dem Volumen des

Hohlraums und dem Gewicht des Bootes beschreibt:

- Was können wir über die Größe des Hohlraums des Bootes und das Gewicht, das es aushält, sagen?

Der Lehrer bittet die SchülerInnen anschließend ein Experiment zu planen:

- Wie können wir herausfinden, ob ein Boot mit großem Hohlraum mehr Gewicht trägt als ein Boot mit einem kleinen Hohlraum?

Um das Experiment zu planen, sollten die SchülerInnen ähnlich verfahren, wie in der Frage nach dem besten Boot. Nun gibt es allerdings eine zusätzliche Schwierigkeit, die in der Messung des Hohlraumvolumens besteht. Die SchülerInnen sollen darauf kommen, dass die Größe des Hohlraums gemessen werden kann, indem man Wasser hineingießt und die Wassermenge anschließend misst (je größer der Hohlraum, desto mehr Wasser kann er fassen).

## 3. Auswerten (Auswertung der Ergebnisse)

- Während der Durchführung des Experiments sollten die Daten dokumentiert werden.
- Am Ende diskutieren die Gruppen untereinander die Ergebnisse und ziehen ihre Schlussfolgerungen.

# Wer baut das beste Boot aus Knete?

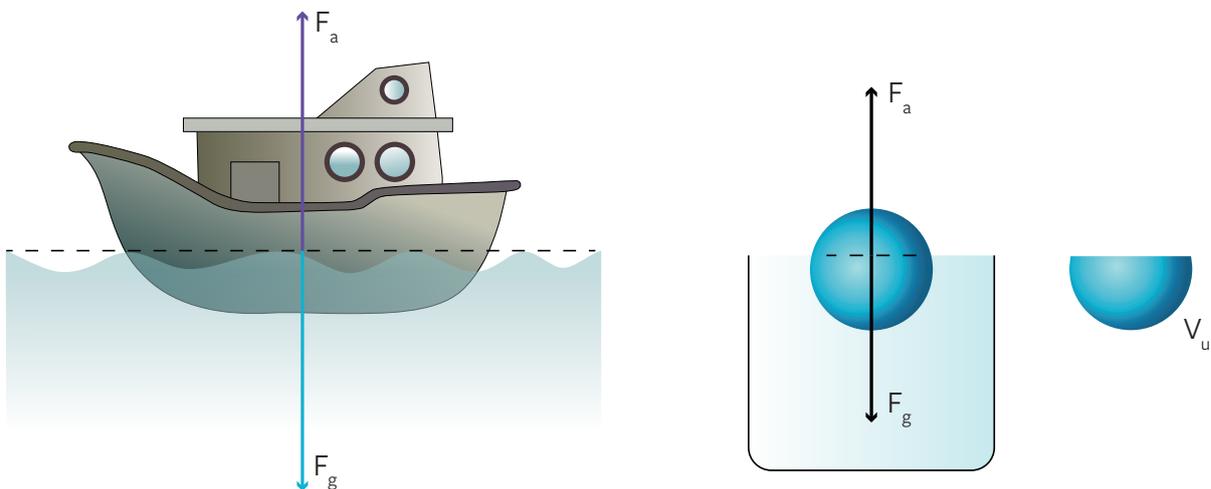
## Hinweise für die Lehrperson

Diese Aktivitäten basieren auf dem Archimedischen Prinzip. Nach diesem Prinzip ist jeder in eine Flüssigkeit eingetauchte Körper einer Kraft ausgesetzt, die nach oben ausgeübt wird. Diese Kraft ist bekannt als Auftrieb. Je größer das Volumen des eingetauchten Körpers in der Flüssigkeit (Volumen des eingetauchten Körpers -  $V_u$ ), desto größer ist der Auftrieb. Wenn das Gewicht größer ist als der Auftrieb, sinkt der Körper, wie etwa ein Nagel. Wenn das Gewicht kleiner ist als der Auftrieb, steigt der Körper an die Oberfläche auf, wie etwa ein im Wasser eingetauchter Korken.

Eine leere, geschlossene Metalldose treibt an der Wasseroberfläche. Dies geschieht deshalb, weil im Verhältnis zu ihrem Gewicht ihr Volumen groß ist (= geringe Dichte), was wiederum die Kraft des Auftriebs erhöht. Wenn allerdings der innere Hohlraum der Dose verkleinert wird (z.B. zusammengedrückt), wird sie irgendwann sinken, weil das Volumen des Körpers verringert wird und somit einen kleineren Auftrieb erzeugt wird, der nicht groß genug ist, um das Gewicht zu halten (= hohe Dichte). Das Sinken/Schwimmen von Objekten hängt also einerseits von ihrer Dichte ab, andererseits aber auch von der Dichte der Flüssigkeit, in die das Objekt eingetaucht wird. Ein Objekt schwimmt, wenn seine Dichte geringer ist als die der Flüssigkeit. Wenn die Dichte des Objekt die von der Flüssigkeit übertrifft, wird das Objekt sinken. Ein frisches Ei hat beispielsweise eine größere Dichte als Süßwasser - es sinkt. Es ist jedoch möglich, das Ei an der Oberfläche schwimmen zu lassen, indem man Salz im Wasser auflöst. Die Salzlösung hat dann eine höhere Dichte als das Ei.

Es ist wichtig, den Kindern zu zeigen, dass Objekte mit dem gleichen Gewicht und aus dem gleichen Material, je nach ihrer Form, schwimmen können oder nicht - in Abhängigkeit von ihrem Volumen. Das Volumen, das Kinder häufig mit der Größe verwechseln, beinhaltet auch Wölbungen und Hohlräume, egal ob diese von außen sichtbar sind oder nicht. Je größer der Innenraum einer Schale, desto größer ist ihr Volumen und desto geringer entsprechend ihre Dichte.

Es ist davon auszugehen, dass Kinder im Alter von 9-10 Jahren bereits ein gewisses Verständnis von der Beziehung zwischen Gewicht und Volumen entwickeln können, um dann abzuleiten, ob ein Gegenstand an der Oberfläche schwimmt oder sinkt. Dies kann in unterschiedlicher Weise ausgedrückt werden, z.B. ein Objekt mit großem Gewicht und kleiner Größe sinkt; ein Objekt mit geringem Gewicht und großem Volumen schwimmt; wenn sich das Gewicht an einer Stelle des Körper konzentriert, sinkt dieser. In jedem Fall wird eine intuitive Vorstellung von Dichte gezeigt, um das Verhalten von Objekten im Wasser zu erklären. Um das Phänomen tatsächlich zu verstehen, müssen die Kinder zuerst Begriffe wie Gewicht, Volumen und Masse kennen und verstehen.



$F_a$  = Auftriebskraft,  $F_g$  = Gewichtskraft,  $V_u$  = Volumen des eingetauchten Körpers



9-11  
Jahre

pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

**Inhalt:**

Physik

**Zielkonzepte/-fähigkeiten:**

Stärke des Materials, Gitteraufbau, Experiment

**Altersgruppe:**

9-11 Jahre

**Dauer:**

2 Stunden 15 Minuten

**Zusammenfassung:**

SchülerInnen lernen anhand eigener Experimente und Beobachtungen, dass die Stärke bzw. die Festigkeit eines bestimmten Objekts durch die jeweilige Form und die Anordnung der Teile bestimmt ist. Das erworbene Wissen, wird in einem Experiment angewendet: Dieses besteht in einem Belastungstest der Tragfähigkeit eines selbst konstruierten Papiermodells einer Brücke.

**Ziel:**

Am Ende der Aktivität sollten die Kinder folgendes gelernt haben:

- Planen, Ausschneiden und Bauen von Papierelementen, die für den Bau einer Brücke notwendig sind
- Entwerfen und Bauen einer Papierbrücke
- Zusammenarbeit mit anderen Kindern
- Methoden entwickeln, um die Stärke der Papierbrücke zu testen

**Material:**

- Tafel
- Computer mit Internetzugang, um verschiedene Möglichkeiten des Brückenbaus zu recherchieren
- Federwaage (digital) bis 10kg (auf 100g genau)
- flacher Holz-Block (ggf. durchbohrt)
- Holz-/Eisenstab
- Starke Schnur
- Gewichte
- Schere/Cutter, Kleber, Locher
- DIN A6 Papier (200g/m<sup>2</sup>)

# Wie viel Gewicht kann Papier tragen?

**AutorInnen:** Ivana Brtnová Čepičková & Jan Janovec, PF UJEP, Ústí nad Labem, Tschechische Republik

Der Inhalt dieses Dokuments gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wider. Die Europäische Union haftet nicht für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen.



Das Projekt Pri-Sci-Net wurde durch das siebte Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7 2007/13) unter der Fördernummer 266647 gefördert.



# Wie viel Gewicht kann Papier tragen?

## 1. Einstieg (Hypothesenbildung)

Das Lehrpersonal beginnt, in dem es Problemfragen für die Kinder formuliert, beispielsweise: Wie stark ist Papier? Wie viel Gewicht kann es tragen? Von welchen Faktoren wird die Tragkraft beeinflusst?

Nach diesem Schritt führen die SchülerInnen, unter der Aufsicht des Lehrpersonals, zwei Versuche mit Hilfe der Arbeitsblätter durch. Diese dienen dazu, die Bedeutung der Form für die Festigkeit eines Objekts zu erkennen. Auf diesen Erkenntnissen aufbauend, formulieren die SchülerInnen unter der Mithilfe der Lehrkraft Hypothesen über die, von der Form abhängige Stärke bzw. Festigkeit eines Objekts.

Die Lehrkraft koordiniert und motiviert die SchülerInnen, um Antworten auf die zuvor gestellten Fragen zu finden.

### SchülerInnen:

- sie führen Experimente durch, die auf die Materialstärke in Bezug auf Form und Bauweise abzielen.
- Aufgrund ihrer eigenen Experimente und Beobachtungen ziehen sie Schlüsse und formulieren Hypothesen, z.B. „Das Papier ist weich und das Material ist demnach schwach. Die Stärke von Papier kann jedoch durch mehrere Lagen gesteigert werden.“ oder „Abhängig von der Form/Faltung kann Papier sehr stabil sein“

## 2. Erforschen (Planung und Durchführung von Untersuchungen)

Die SchülerInnen verifizieren ihre Hypothesen durch Experimente, die paarweise oder in Gruppen durchgeführt werden. Es geht darum, eine möglichst stabile Papierbrücke zu bauen.

Die SchülerInnen erkennen, dass durch die Wahl der Konstruktionselemente und deren Anordnung, die Möglichkeit besteht, die Tragfähigkeit der Brücke zu erhöhen.

## 3. Auswerten (Auswertung der Ergebnisse)

Die entscheidende Entdeckung, durch die durchgeführten Tragfähigkeitstests, ist, dass die Stärke bzw. die Festigkeit eines Objekts nicht nur durch die Materialstärke bestimmt wird, sondern ebenso durch die allgemeine Form und jene der einzelnen Teile. Die SchülerInnen erlernen durch ihre Experimente die Prinzipien von Gitterstrukturen, welche im Bau der Papiermodellbrücke angewendet werden.

Nun sollten die SchülerInnen die aufgeworfenen Fragen zum grundlegenden Problem beantworten können, und diese Erfahrungen sollten in einer abschließenden Diskussion reflektiert werden.

Basierend auf 'Teaching science as inquiry' (Carin et al., 2005); 'Inquiry-based science instruction – What is it and does it matter?' (Minner et al., 2009); 'The psychology of teaching Scientific Thinking: implications for science teaching and learning. (Li, Klahr, 2006).

# Wie viel Gewicht kann Papier tragen?



## Hinweise für die Lehrkraft:

### Wie viel Gewicht kann Papier tragen? (Papierkonstruktion)

Bau und Test der Festigkeit von Papier in verschiedenen Designs (Anleitung/Erläuterung für LehrerInnen)

1. Wiegen Sie ein bis vier DIN A6-Blätter Papier und notieren Sie die Werte (entspricht  $m(A6)$ ).

2. XXX

Die Tragfähigkeit pro 1 g wird durch die Division des maximalen Beladungsgewichts (entspricht  $m(\text{Last})$ ) durch das Gesamtbrückengewicht (entspricht  $m(\text{Brücke})$ ) berechnet ( $m(\text{Last})/m(\text{Brücke})$ ).

Wenn die Blätter beladen werden (vgl. Abb. 1), finden wir heraus, dass sich das maximale Belastungsgewicht mit der Anzahl an Blättern erhöht, aber die Tragfähigkeit pro 1 g etwa die selbe ist. Bei diesem Versuch zeigt sich also, dass die Erhöhung der Tragfähigkeit mit einer Erhöhung des Brückengewichts/Papierverbrauchs in Verbindung steht. Für Brückenbau-Architekten wäre dies also keine kostengünstige Lösung.

3. Beim Beladen eines gefalteten Papiers („Akkordeonfaltung“) bemerken wir eine signifikante Steigerung der Tragfähigkeit. Es wird klar, dass die Veränderung der Tragfähigkeit durch eine Änderung der Papierform möglich ist.

4. Durch das Zerschneiden des Akkordeon-artig gefalteten Papiers in Streifen erhält man Stangen mit einem „L“-Profil (vgl. Abb. 2, ganz links). Wenn Sie es zu biegen versuchen, erweist es sich im Vergleich zu glattem Papier als deutlich schwieriger.

5. Wenn Sie auf die Oberseiten von einfachen Gitterstrukturen (vgl. Abb. 2, Rechteck und Dreieck) drücken, werden Sie erkennen, dass die Dreiecksstruktur am stabilsten ist. Dreiecke sind die einfachste Struktur, die mit spezifischen Seitenlängen ihre Form nicht ändert.

6. Man findet Abbildungen von Brücken auf der Grundlage von sich wiederholenden Dreiecksformen (Fachwerkkonstruktion) im Internet (Abbildung 3 und 4).

7. Papierbrücken mit solchen sich wiederholenden Dreiecken (Abbildung 5) haben eine hohe Tragfähigkeit.

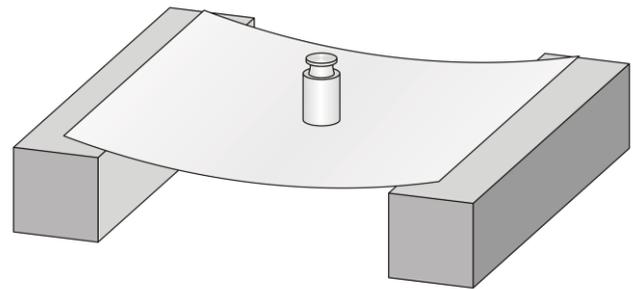


Abbildung 1: Papier-Tragfähigkeitstest

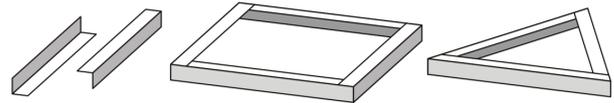


Abbildung 2: Stangen und einfache Gitterstrukturen



Abbildung 3 und 4: Beispiele von Fachwerksbrückenstrukturen.. Quelle: Railway bridges. Top Con Service [online]. 1992-2011 [Zugriffsdatum. 02.19.2012]. gefunden auf: <http://www.topcon.cz/reference/railway-mosty.htm>

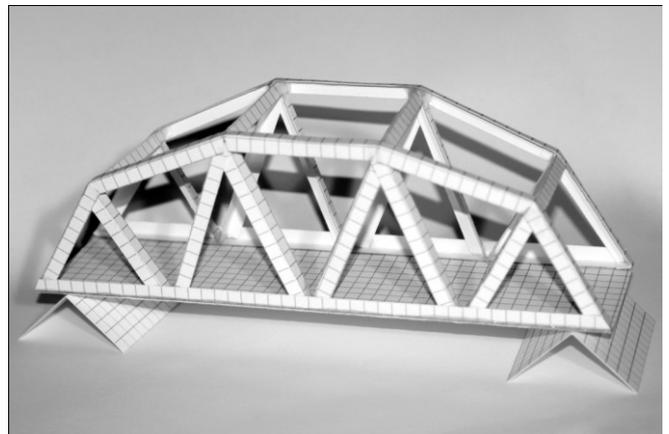


Abbildung 5: Beispielbrücke aus Papierelementen

# Wie viel Gewicht kann Papier tragen?



## Testen der Festigkeit der gebauten Papierbrücke

### Anleitungen für LehrerInnen:

Die SchülerInnen führen die einführenden Versuche mit Hilfe der Arbeitsblätter eigenständig durch. Die Hilfe der Lehrkraft wird manchmal benötigt, wenn die Papierkanten eingeritzt werden müssen und das Papier in Form eines Akkordeons gefaltet werden soll. Für die Tragfähigkeitstests ist es wichtig, einen geeigneten Platz zum Überbrücken zu finden; am geeignetsten sind zwei Tische derselben Höhe, die z.B. 12 cm voneinander entfernt aufgestellt werden (diese Entfernung ist bei einer Verwendung von A6-Papier ideal, das eine Seitenlänge von 14,8 cm hat).

Legende zu Abb. 6:

- 1 – Papierbrücke
- 2 – Brückenunterseite
- 3 – hölzerner (eiserner) Stab
- 4 – hölzerner (durchbohrter) Block
- 5 – Schnur
- 6 – Federwaage (digital)
- 7 – Gewicht(e)
- 8 – Tischplatten

Wiegen Sie zunächst die Brücke und notieren Sie den Wert. Zur Berechnung der Tragfähigkeit platzieren Sie den Holzblock in der Brückenmitte und stecken den Stab hindurch (sollte Ihr Block kein Loch haben, dann legen Sie den Stab einfach oben darauf). Binden Sie die Schnur zu beiden Enden des Stabes fest und hängen Sie die Federwaage daran. Hängen Sie nun so lange Gewichte an die Federwaage, bis die Brücke zusammenbricht. Für die Auswertung muss zu den Gewichten noch das Gewicht des Holzblocks, des Stabes, der Schnur sowie der Federwaage hinzugezählt werden. Die Ergebnisse der einzelnen Schülergruppen sollten an die Tafel geschrieben werden, um sie anschließend vergleichen zu können (vgl. Mustertabelle unten).

kann die maximale Tragfähigkeit  $n$  mit dem Material von einem Kilo automatisch durchgeführt werden ( $n = m_n/m$ ).

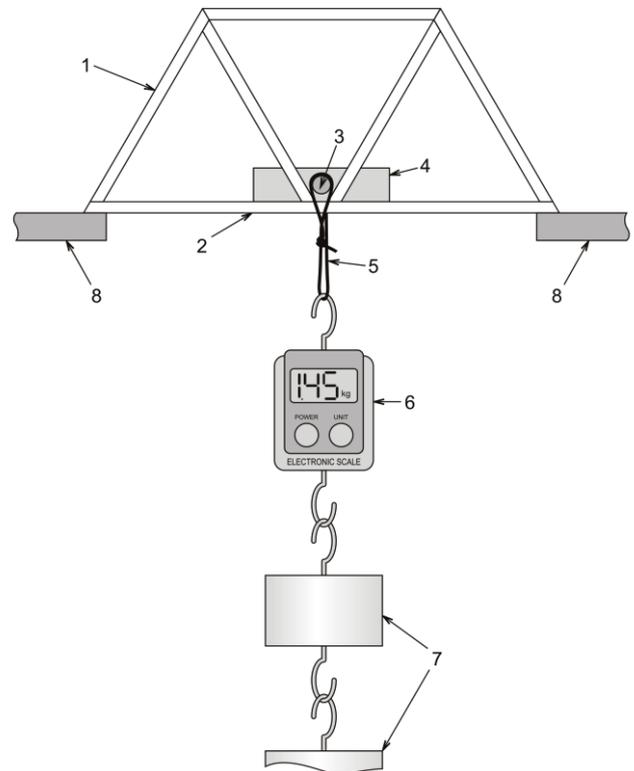


Abbildung 6: Tragfähigkeitstest der Brücke

### Mustertabelle – Tragfähigkeit

Gruppe	Name der Brücke	Gesamtgewicht der Brücke $m(\text{Brücke})$ [g]	maximales Belastungsgewicht $m(\text{Last})$ [g]	Tragfähigkeit pro 1g Brückengewicht $m(\text{Last}) / m(\text{Brücke})$
A	Traumbrücke	16,52	4690	284
B	Ironsides	28,76	5260	183
C	Drachenbrücke	12,28	3930	320
D	Elefant	10,21	2290	224
...	...	...	...	...

# Wie viel Gewicht kann Papier tragen?

## Hinweise und Tipps:

### Das Experiment kann in Paaren oder Gruppen von SchülerInnen (bis zu 4 pro Gruppe) durchgeführt werden.

- Wenn keine Holzböcke vorhanden sind, können ebenso zwei Bücher derselben Höhe verwendet werden (ca. 2,5 cm).
- Das am besten geeignetste Papier für das Experiment hat ein Gewicht von ca. 200g/m<sup>2</sup>. Die Papiere sind aber oft von unterschiedlicher Qualität, so dass es sinnvoll ist, das Experiment vorher selbst auszuprobieren.
- Wenn möglich, kariertes Papier verwenden, um das gleichmäßige Falten zu erleichtern.
- Stellen Sie sicher, dass die SchülerInnen im Umgang mit dem Cuttermesser vertraut sind und zeigen Sie den SchülerInnen, wie man am sichersten mit diesem die Faltkanten vorsichtig einritz, um es schließlich in Form eines Akkordeons zu falten.
- Während Sie das Brückendesign mit den SchülerInnen festlegen, diskutieren Sie sowohl die Qualität als auch die Durchführbarkeit des Entwurfs.
- Wenn keine Federwaage (digital) verfügbar ist, können ebenso definierte/gekennzeichnete Gewichte oder andere Objekte verwendet werden (letztere müssen aber nachher abgewogen werden).
- Die Daten, betreffend die Tragfähigkeit der Brücke, müssen während des Beladens aufmerksam verfolgt werden, da die SchülerInnen meist auf die Brücke an sich fokussiert sind.
- Der Zusammenbruch der Brücke ist ein unwiederholbares Ereignis, so dass es ratsam ist, die Tests mittels einer Videoaufzeichnung festzuhalten, um eine spätere Analyse mit den SchülerInnen zu ermöglichen.

### Was und wie kann man aus diesen Experimenten lernen?

- Die Kapazität und die Festigkeit von Objekten wird von der Stärke und Form ihrer Teile bestimmt.
- Es ist möglich Papier zu falten und zuzuschneiden, um daraus Stangen zu machen, die stärker sind als flaches Papier.
- Durch das Zusammenkleben der Stangen in Form eines Dreiecks können starre Gitterstrukturen hergestellt werden.
- In der Regel gilt Papier als weiches und zartes Material. Allerdings zeigen unsere Experimente das Gegenteil. Papier kann mehr als das einhundertfache seines Gewichts tragen.
- Gitterstrukturen sind Grundlage für viele Produkte und Strukturen, wie beispielsweise Fahrräder, Schienenfahrzeuge, Brücken, Türme, Strommasten, etc.
- Die Gitterstruktur eines typischen Fahrradrahmens besteht aus drei grundlegenden Dreiecken (zwei auf der Hinterachse).

# Wie viel Gewicht kann Papier tragen?

## Arbeitsblattsammlung: Wie viel Gewicht kann Papier tragen?

### Materialien:

- Papierbögen (200 g/m<sup>2</sup>)
- schnelltrocknender Kleber
- Lineal
- Bleistift
- Schere/Cutter
- digitale Waage mit einer Genauigkeit von 0,1 g
- unterschiedliche Gewichte
- Locher
- 2 Holzblöcke (oder Bücher) als Unterlage

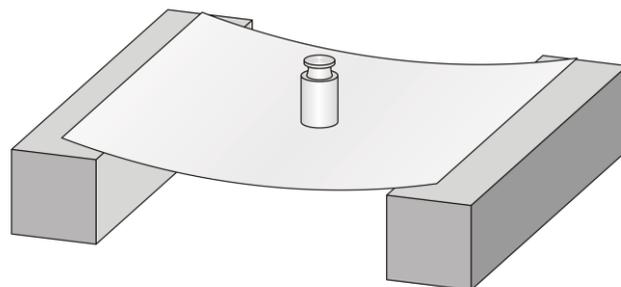


Abbildung 1:  
Test zur Gewichtsbelastung von Normalpapier (Versuch 1)

### Anleitung Versuch 1 (vgl. Abb.1):

- Wiegt oder berechnet das Gewicht von einem gefalteten Blatt Papier (DIN A6). Tragt das Ergebnis in Tabelle 1, Spalte 2 ein. Berechnet ebenso das Gewicht von 2, 3 und 4 Blättern Papier und tragt auch diese Ergebnisse in Spalte 4 ein.
- Legt ein Blatt Papier auf die Holzblöcke (oder Bücher), wie es in Abbildung 1 gezeigt wird, und platziert nun aufeinanderfolgend die Gewichte auf dem Papier, bis dieses den Tisch berührt. Tragt den Wert des maximalen Belastungsgewichts in die Tabelle, Spalte 5, ein.
- Als nächstes wiederholt den Test mit zwei bis vier Blättern: legt diese übereinander und dokumentiert die Ergebnisse dieser drei weiteren Tests.
- Berechnet nun die Tragfähigkeit der Papierbrücken pro Grammgewicht des verwendeten Materials und tragt sie in Spalte 6 ein. Hat sie sich wesentlich verändert? Warum?

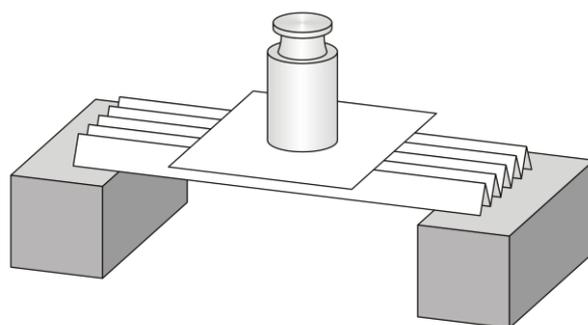
Tabelle 1

Test Nr.	Gewicht von einem Blatt A6-Papier m(A6) [g]	Anzahl der zum Brückenbau verwendeten Blätter	Gesamtgewicht der Brücke m(Brücke) [g]	maximales Belastungsgewicht m(Last) [g]	Tragfähigkeit pro 1g Brückengewicht $\frac{m(\text{Last})}{m(\text{Brücke})}$
1		1			
2		2			
3		3			
4		4			

# Wie viel Gewicht kann Papier tragen?

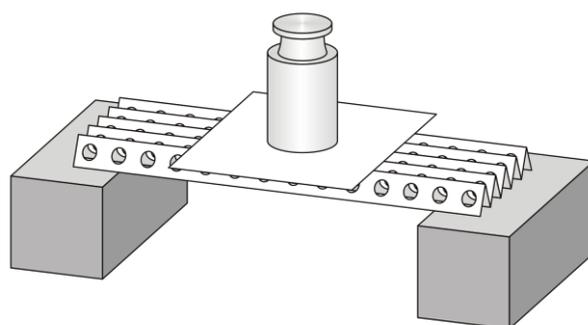
## Versuch 2: Testen von gefaltetem Papier

- Nehmt nun ein Blatt Papier und zeichnet mit dem Lineal Linien in den Abständen von 1cm entlang der längeren Kante.
- Mit dem Cuttermesser könnt ihr die Faltkanten vorsichtig anritzen (nur jede zweite Linie, dann das Blatt umdrehen und die restlichen Linien anritzen). Dies erleichtert das akkordeonartige Falten des Blattes.
- Legt das akkordeonartig gefaltete Papier wie in den vorherigen Tests auf die Holzblöcke/Bücher und beladet es in gleicher Weise (Abbildung 2). Legt zur besseren Unterstützung ein Stück Pappe zwischen das Gewicht und das gefaltete Papier. Tragt eure Ergebnisse in Tabelle 2 ein.
- Berechnet die Tragfähigkeit des akkordeonartig gefalteten Papiers auf 1 Gramm Papier. Ist es anders als in Versuch 1? Warum?



**Abbildung 2**  
Test zur Gewichtsbelastung von akkordeonartig gefaltetem Papier

- Faltet ein neues Blatt Papier ebenso akkordeonartig wie im vergangenen Test. Stanzt mit einem Bürolocher Löcher in das Papier, wie in Abbildung 3 gezeigt.
- Wiegt oder berechnet das Gewicht des nun leichteren Papiers. Tragt das Ergebnis in Tabelle 2 ein.
- Setzt nun das leichtgewichtige (durchlöchernte) akkordeonartig gefaltete Papier auf die Holzblöcke/Bücher und beladet es in gleicher Weise (Abbildung 3). Tragt die Ergebnisse in Tabelle 2 ein. Berechnet die Tragfähigkeit des leichtgewichtigen akkordeonartig gefalteten Papiers auf 1 Gramm des Papiers und vergleicht die Ergebnisse mit jenen der vorherigen Tests.



**Abbildung 3**  
Schema der Gewichtsbelastung von leichtgewichtigen akkordeonartig gefaltetem Papier

<b>Tabelle 2</b>				
<b>Test Nr.</b>	<b>Testname</b>	<b>Gesamtgewicht der Brücke m(Brücke) [g]</b>	<b>maximales Belastungsgewicht m(Last) [g]</b>	<b>Tragfähigkeit pro 1g Brückengewicht m(Last) / m(Brücke)</b>
5	Akkordeonartig gefaltetes Papier			
6	Leichtgewichtiges akkordeonartig gefaltetes Papier			

# Wie viel Gewicht kann Papier tragen?

pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

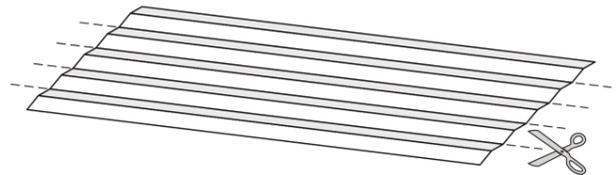
## Bau von Papierbrückenelementen

Verwendet das akkordeonartig gefaltete Papier aus den vorherigen Tests und schneidet es entlang der geraden Linien/Falten ein (Abbildung 4). Achtung: Immer nur jede zweite Linie/Falte schneiden! Ihr erhaltet dann einfach gefaltete Papierstreifen mit einem Winkel von ca.  $90^\circ$ .

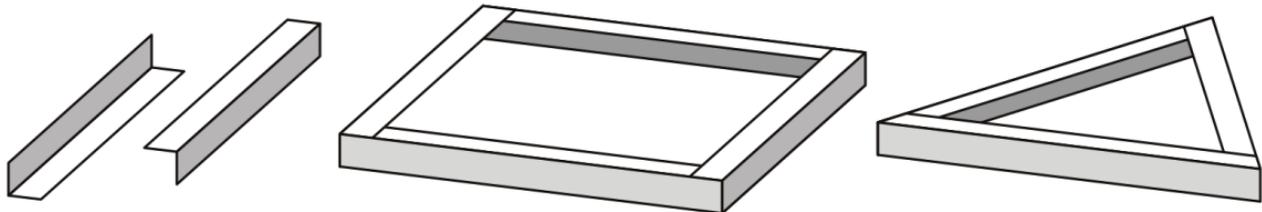
Versucht, diese L-förmigen Stangen umzubiegen. Lassen sie sich einfach biegen? Was passiert, wenn sie gebogen sind?

Klebt die L-förmigen Stangen zusammen und bildet damit die Formen eines Quadrats und eines gleichseitigen Dreiecks (eine Seite mit 5 cm), wie in Abbildung 5 dargestellt.

Versucht nun diese zu verformen. Ihr werdet merken, wie stabil diese Konstruktionen sind. Welche der beiden Formen ist stärker?



**Abbildung 4**  
Herstellen von einfach gefalteten Papierstreifen durch das Zerschneiden von gefalteten Papierbögen



**Abbildung 5**  
L-förmige Stangen und einfache Gitterstrukturen

### Bauen einer Brücke

Versucht nun, basierend auf dem was ihr gelernt haben, eure eigene Papierbrücke zu entwerfen. Versucht, die höchste Belastbarkeit und das möglichst niedrigste Brückengewicht zu erhalten. Die Brücke wird einem „Belastungstest“ unterzogen, wie in Abbildung 6 dargestellt.

Bevor ihr mit eurem Entwurf beginnt, könnt ihr euch im Internet oder in Büchern Anregungen holen. Passende Suchbegriffe sind z.B. „Fachwerkbrücke“, „Fachwerk“, „Fachwerkskonstruktion“, „Brückenkonstruktion“.

Wenn ihr eine Papierbrücke baut, dann beachtet, dass auch der Kleber ein bestimmtes Gewicht hat.

# Wie viel Gewicht kann Papier tragen?

## Experiment 3: Wie viel Gewicht kann die Papierbrücke tragen?

Führt jetzt den Belastungstest wie in der folgenden Abbildung durch.

Legende zu Abb. 6:

- 1 – Papierbrücke
- 2 – Brückenunterseite
- 3 – hölzerner (eiserner) Stab
- 4 – hölzerner (durchbohrter) Block
- 5 – Schnur
- 6 – Federwaage (digital)
- 7 – Gewicht(e)
- 8 – Tischplatten

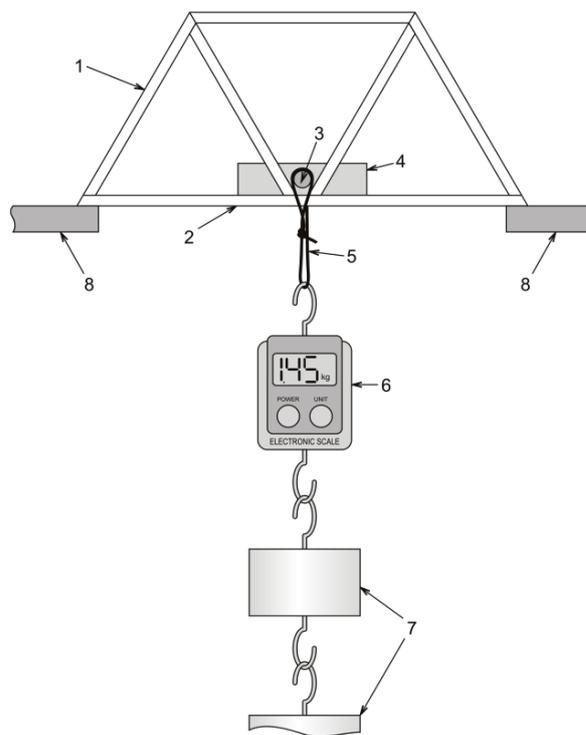


Abbildung 6 Schema des Belastungstest

Welches Brückendesign kann am meisten Gewicht tragen?

---

---

---

Welche Brücke war die leichteste?

---

---

---

Welche Aussagen könnt ihr nun über das Brückenbauen treffen?

---

---

---



9-11  
Jahre

pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

**Inhalt:**

Biologie

**Zielkonzepte-/fähigkeiten:**

Photosynthese, Energie, Licht

**Altersgruppe:**

9-11 Jahre

**Dauer:**

2 Stunden

**Zusammenfassung:**

In der Aktivität "Winter kommt in den Schulhof" werden Beobachtungen und Experimente durchgeführt. Das Konzept der Photosynthese wird über folgende Gebiete erklärt: Geographie (Naturphänomene, Nord- und Südhalbkugel), Chemie (wie werden molekulare Strukturen separiert), Physik (die Verbindung von Licht und Masse) und Zeichnen (Die Harmonie der Farben am Beispiel der Pflanzen im Wandel der Jahreszeiten). Kinder gewinnen dadurch ein fächerverbindendes Bild von Naturwissenschaften.

**Ziele:**

Nach Durchführung der Aktivität sollten die Kinder:

- Verstehen und beschreiben, wie Licht und Chlorophyll miteinander reagieren und dadurch die physiologischen Änderungen von Pflanzen in den Jahreszeiten verursachen
- Verstehen, wie Photosynthese als übergreifendes Phänomen funktioniert
- Einen positiven Bezug zu Naturwissenschaften gewonnen haben
- Gelegenheit haben, Beobachtungen und Experimente durchzuführen

**Materialien:**

- Grüne, gelbe und getrocknete Blätter
- Frische und getrocknete Äste
- Alkohol (25ml)
- Papierfilter
- 5 Trinkgläser
- Eine Schnur (z.B. Paketschnur)

# Die Sprache der Natur: Auf dem Schulhof wird es Winter

**AutorInnen:** Ayse Oguz-Unver & Songul Sever, Mugla Sitki Kocman University,  
& Kemal Yurumezoglu, Dokuz Eylul University Izmir, Türkei

Der Inhalt dieses Dokuments gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wider. Die Europäische Union haftet nicht für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen.



Das Projekt Pri-Sci-Net wurde durch das siebte Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7 2007/13) unter der Fördernummer 266647 gefördert.





## 1. Einstieg (Hypothesenbildung)

Diese Aktivität findet im Klassenzimmer und im Freien im späten Herbst oder im Winter statt. In der ersten Phase geht die Lehrperson mit den Kindern auf den Schulhof und leitet sie an, die Bäume zu beobachten (z.B. Bäume verlieren ihre Blätter). Die Lehrperson stellt die Frage: Woher erhalten Pflanzen ihre Nahrung? Um herauszufinden, welches Vorwissen die Kinder bereits haben, kann die Lehrperson weiterführend fragen: "Woher erhalten Bäume, die ihre Blätter verloren haben während des Winters ihre Nahrung?"

Mögliche Ideen und Alltagsvorstellungen der Kinder:

- Photosynthese findet nur in den grünen Blättern der Bäume statt (e.g., Amir & Tamir, 1994; Giordan 1990).
- Chlorophyll kommt nur in grünen Blättern vor (e.g., Mikkilä, 2001).
- Pflanzen, die ihre Blätter im Winter verlieren, betreiben keine Photosynthese und ernähren sich bis zum Frühling aus den Mineralstoffen der Erde (e.g., Cañal, P. 1999; Ray & Beardsley, 2008).
- Pflanzen erhalten ihre Nährstoffe aus den Ästen.
- Im Frühling und Sommer produzieren und speichern sie Nährstoffe für kältere Jahreszeiten (e.g., Cañal, P. 1999).
- Da die Pflanzen durch die dunkle Phase der Photosynthese gehen, brauchen sie kein Chlorophyll.
- Das Abwerfen der Blätter hat nichts mit den Jahreszeiten zu tun; es ist eine Methode der Ausscheidung.

## 2. Erforschen (Planung und Durchführung von Untersuchungen)

In dieser Phase sollen die Kinder mit einem Experiment Antworten auf Fragen, die sich aus ihrer Beobachtung der Bäume ergeben haben, finden. Sie wählen einen Baum, den sie vorher beobachtet haben, aus und sammeln fünf grüne, fünf gelbe und fünf getrocknete Blätter und gleichviele Äste (vergleiche Abbildung 1 und 2).



Abbildung 1: Grüne, gelbe und getrocknete Blätter.



Abbildung 2: Frische und getrocknete Äste.

## Die Sprache der Natur: Auf dem Schulhof wird es Winter

Im Klassenzimmer oder im Labor wird das Chromatographie-Experiment durchgeführt: Gleiche Mengen von grünen, gelben und getrockneten Blättern und der frischen und getrockneten Zweige (2 Gramm) werden jeweils in Wassergläsern mit je 25ml Alkohol gemischt. Anschließend werden lange Filterpapierstreifen (siehe Abb. 3) für 15-20 Minuten in diese Lösungen getaucht. Während dieser Zeit werden die Schüler und Schülerinnen aufgefordert, die Veränderungen zu beobachten und schriftlich festzuhalten.

Abbildung 3 zeigt den Aufbau des Experiments.



Abbildung 3: Aufbau des Experiments.

### 3. Auswerten (Auswertung der Ergebnisse)

Mit der Zeit wird sich die Lösung mit den grünen Blätter gelb, grün und orange färben. Bei der Lösung mit den gelben Blättern beobachten wir eine geringere Grünfärbung und dafür ein intensiveres Gelb und Orange. Die Lösung mit den getrockneten Blättern zeigt hingegen keine Färbung.

Eine häufige Fehlannahme der Kinder besteht darin, das Chlorophyll wäre nur in den grünen Blättern vorhanden. Nach Durchführung des Experiments sollten sie nun das Chlorophyll auch in den braunen Ästen erkannt haben.

Mit dem Experiment haben die Kinder gezeigt, wie Bäume, die ihre Äste verlieren, überleben können. Sie haben verstanden, dass Photosynthese nicht nur in Blättern stattfindet. Photosynthese findet statt, wenn Chlorophyll vorhanden ist, wie auch die Verfärbung der gelben Blätter und der frischen Äste gezeigt hat. Auch sie haben Chlorophyll und konnten so die Photosynthese ausführen.

Die Forschungsfrage, wie Licht Chlorophyll absorbiert und dadurch die physiologischen Änderungen der Pflanzen im Laufe der Jahreszeiten erklärt werden können, wurde anhand der Frage: "Woher erhalten Bäume, die ihre Blätter abgeworfen haben im Winter ihre Nährstoffe?" umgesetzt. Das Abwerfen der Blätter, schützt die Bäume vor der Kälte.

Die vorliegende Aktivität soll die Fähigkeit der Kinder zu beobachten und zu dokumentieren fördern, und die Interaktion von Licht und Chlorophyll durch Experimente verständlich machen.

Die Sprache der Natur:  
Auf dem Schulhof wird es Winter

## 1. Experiment: Farben in der Natur

Materialien: Gleiche Mengen von grünen, gelben und getrockneten Blättern (2gr). 25ml Alkohol, 3 Gläser, 3 lange Filterpapierstreifen

- Gib die Blätter in je ein Glas
- Gib 25 ml Alkohol in jedes Glas
- Zerkleinere die Blätter
- Tauche je einen Papierfilter in jedes Glas und beobachte etwa 15-20 Minuten lang.

Wie werden sich die Farben jeder Lösung verändern? Bevor du es ausprobierst, mach eine Vorhersage.

	Filter-1: Grüne Blätter	Filter-2: Gelbe Blätter	Filter-3: Getrocknete Blätter
Farbe/Farben			

Welche Verfärbungen hast du in den 15-20 Minuten beobachtet? Notiere deine Beobachtungen.

	Filter-1: Grüne Blätter	Filter-2: Gelbe Blätter	Filter-3: Getrocknete Blätter
Farbe/Farben			

Was hast du durch dieses Experiment herausgefunden? Vergleiche deine Vorhersagen und deine Beobachtungen.

---



---



---



---



---



Die Sprache der Natur:  
Auf dem Schulhof wird es Winter

## 2. Experiment: Farben in der Natur

Materialien: Gleiche Mengen von frischen und getrockneten Ästen (2 gr), 25 ml Alkohol, 2 Gläser, 2 Filterpapierstreifen

- Gib die Äste in gleicher Menge in je ein Glas
- Gib 25 ml Alkohol in jedes Glas
- Zerkleinere die Äste
- Tauche je einen Papierfilter in jedes Glas und beobachte etwa 15-20 Minuten lang.

Wie werden sich die Farben jeder Lösung verändern? Bevor du es ausprobierst, mach eine Vorhersage.

	Filter-1: Frische Äste	Filter-2: Getrocknete Äste
Farbe/Farben		

Welche Verfärbungen hast du in den 15-20 Minuten beobachtet? Notiere deine Beobachtungen.

	Filter-1: Frische Äste	Filter-2: Getrocknete Äste
Farbe/Farben		

Was hast du durch dieses Experiment herausgefunden? Vergleiche deine Vorhersagen und deine Beobachtungen.

---



---



---



---



---



9-11  
Jahre

pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

**Inhalt:**

Roboter & Naturwissenschaften

**Zielkonzepte/-fähigkeiten:**

Naturwissenschaften: Klassifizierung von Tieren anhand morphologischer, funktioneller und Verhaltenseigenschaften. Roboter: Technologie, Modell Konstruktion, Sensoren, Bewegungsauslöser, Programmierung.

**Altersgruppe:**

10-11 Jahre

**Dauer:**

3 Unterrichtseinheiten (à 60 Minuten)

**Zusammenfassung:**

Diese Aktivität führt Kinder in die Konstruktion und Programmierung von künstlichen Roboter-Tieren ein. Die Herausforderung besteht darin, ein Tier mittels Lego Mindstorm NXT ®-Kit zu reproduzieren. Morphologische (z.B. Flügel, Beine, etc.), funktionale (z.B. fliegen, kriechen) und Verhaltenseigenschaften (z.B. Nachahmung, Räuber und Beute, etc.) werden durch den Aufbau und die Programmierung wiedergegeben. Berichte, Klassifizierungstabellen, Übungen und Präsentationen werden vorgeschlagen, um den Fortschritt der Aktivitäten darzustellen.

**Ziele:**

Das Ziel dieser Aktivität ist es, Kinder mit dem Begriff des Modells vertraut zu machen: (1) Beobachtung der Tierwelt und speziell: Problemidentifikation, Klassifizierung, Konstruktion und Programmierung. Und (2) die Kinder einen Roboter bauen zu lassen, nach dem typischen Verhalten eines Tieres. Zu diesem Zweck wird der Roboter als narrative Technologie genutzt. Problemidentifikation stellt einen weiteren Schritt in Bezug auf Problemlösung dar. Während bei der Problemlösung die Aufgabe vom Lehrer

vorgegeben wird, gibt bei der Problem-Identifikation der Lehrer/die Lehrerin lediglich einen allgemeinen Rahmen vor (Schaffung eines künstlichen Tieres - Morphologie, Funktionen und Verhalten eines Tieres mit Lego Robotik-Kit). Die Kinder aber schaffen sich ihre Aufgaben (z.B. die Reproduktion der Flügel eines Vogels) und Verfahren selbst (Bauabschnitte und Programmierung einzelner Sequenzen).

Klassifizierung erfordert in der Regel, um auf Fähigkeiten, auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede hinzuweisen. Tierische Klassifizierung erfordert insbesondere Fähigkeiten, auf morphologische, funktionelle und Verhaltensmerkmale zu achten. Die Aufgabe der Klassifizierung von Tieren verschiedener Arten ist auch eine Gelegenheit, um ein tieferes Verständnis der Roboter als nicht-lebendige Objekt zu erlangen.

Konstruktion wird vorgeschlagen, um räumliche Fähigkeiten zu entwickeln, und um relevante Merkmale, die für die Beziehung zwischen Morphologie und Funktion wichtig sind, ausmachen zu können. Es wird auch vorgeschlagen, die Kinder aufzufordern, über die Grenzen der Lego-Modelle nachzudenken bzw. wie man dies verbessern könnte.

Programmierung wird als narratives Verfahren vorgeschlagen, bei dem Elemente der Erzählung in algorithmische Strukturen für sequentielle oder gleichzeitige Ereignisse umgewandelt werden.

**Material:**

- ein Lego Mindstorm NXT ®-Kit (Einzelhandels-oder Schul-Version)
- Lego Mindstorm NXT ® Software
- ein Computer
- Foto-Kamera oder Web-Kamera (optional, aber empfohlen)

# Künstliche Tiere

**AutorInnen:** I. Gaudiello, E. Zibetti, C. Tijus & S. Lefort, Université Paris 8, Frankreich

Der Inhalt dieses Dokuments gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wider. Die Europäische Union haftet nicht für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen.



Das Projekt Pri-Sci-Net wurde durch das siebte Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7 2007/13) unter der Fördernummer 266647 gefördert.



## 1. Einstieg (Hypothesenbildung)

**Erste Einheit** (mindestens 60 Minuten)

### Vorwissen

Der Lehrer/die Lehrerin stellt den Inhalt der Unterrichtseinheit vor: Den Bau und die Programmierung von Roboter-Modellen basierend auf der Beobachtung von Tieren. Er / sie befragt die Kinder über ihr Wissen zu Lebewesen: wie kann man Lebewesen durch gemeinsame Merkmale in Gruppen teilen? Die Antworten der Kinder werden von der Lehrkraft benutzt, um eine Unterscheidung zwischen den einzelnen Reichen (Tiere, Pflanzen, Pilze) zu machen. Die Aufmerksamkeit richtet sich auf das Tierreich. Auch hier stellt der Lehrer/die Lehrerin die Frage: wie kann man Lebewesen durch gemeinsame Merkmale in Gruppen teilen? Der Lehrer/die Lehrerin wählt verschiedene Antworten der Kinder aus, um auf verschiedene Tierarten zu verweisen (Amphibien, Vögel, Fische, Säugetiere, Reptilien, Wirbellose), und er / sie lädt Kinder ein, das Arbeitsblatt 1 auszufüllen.

### Dann macht der Lehrer/die Lehrerin die Kinder mit der Vorstellung des Modells vertraut: Was ist ein Modell? Wie wird es angewendet?

Kinder diskutieren die Eigenschaften eines Modells, zum Beispiel: es ist ein kleines Objekt, meist maßstabgetreu gebaut, also was ein anderes Objekt, das größer ist, verkleinert darstellt; das Modell hat in der Regel einen schematische Aspekt - nicht alle Details, die zum Objekt dazu gehören, können dargestellt werden; zu diesem Zweck ermöglicht es uns, uns auf einige wichtige Elemente des dargestellten Objekts und seine Mechanismen zu konzentrieren, etc. Der Lehrer/die Lehrerin verdeutlicht darüber hinaus, dass der sogenannte "Freiheitsgrad" berücksichtigt werden muss, um ein Modell des menschlichen Körpers oder eines Tieres zu bauen. Freiheitsgrade definieren die Bewegungs-Modi des Roboters: zum Beispiel kann sich ein Bein nach oben und unten bewegen, nach links und rechts, es kann sich drehen, usw. Das Bein hat damit eine Reihe von Freiheitsgraden, die den Arten von Bewegungen, die es ausführen kann, entspricht. Dies ist vor allem dann sehr wichtig, wenn wir die Art von Lego-Bauteilen für unser Lego-Modell wählen.

### Untersuchung (die Herausforderung)

Die Herausforderung ist folgende: Erstellen Sie ein künstliches Tier, d.h. reproduzieren Sie ein Tier mittels Lego Mindstorm NXT®. Die Kinder wählen eines der Tiere aus, das in Arbeitsblatt 1 aufgeführt ist, und bilden Gruppen. Gemeinsam diskutieren sie ihr Wissen über das gewählte Tier (seine physikalischen Eigenschaften, die typischen Verhaltensweisen), und notieren dann die ersten Ideen, wie das entsprechende Roboter-Modell (d.h. das künstliche Tier) aussehen soll.

### Einführung in die Robotik (Grundbegriffe über Hardware und Software)

Der Lehrer/die Lehrerin stellt das Lego-Set vor: seine mechanischen, elektronischen und Informatik-Komponenten.

Vor Beginn der Untersuchungsphase, kann der Lehrer/die Lehrerin einige vorinstallierte Testprogramme vorführen. Diese Programme sind so konzipiert, dass der Roboter auf ein bestimmtes Ereignis reagiert, zum Beispiel sich schneller bewegt, wenn jemand klatscht.

Nun werden die Kinder aufgefordert, vom Verhalten auf die zugrunde liegende Regel zu schließen. In dem obigen Beispiel: wann erhöht der Roboter seine Geschwindigkeit? Bevor oder nachdem sie in die Hände klatschen? Was, wenn sie in die Hände klatschen und dann aufhören zu klatschen? Wie wirkt sich das Händeklatschen auf die Geschwindigkeit aus?

Durch die Antworten der Kinder, erhält der Lehrer/die Lehrerin ein umfassendes Bild vom Verständnis der Kinder, wie der Roboter funktioniert. Er / sie ermutigt Kinder, ihre eigene Antwort zu überprüfen, indem sie Roboter mit unterschiedlichen Klängen und Reizen versehen und prüfen, wie sie reagieren. Die Kinder werden dann angeleitet

- 1) die dem beobachteten Verhalten zugrunde liegende Regel durch empirisches Testen zu formulieren (z.B. wenn hohe Töne vom Schallsensor erfasst werden, dann erhöht sich die Geschwindigkeit des Motors);
- 2) diese Regel zu verallgemeinern, um zu verstehen, dass das grundlegende Verhalten eines Roboters auf einer „Input-Prozess-Output“-Sequenz basiert: Der Roboter nimmt mit Sinnen Umweltinformationen wahr (Input) und er handelt (Output) entsprechend der festgelegten Regel durch das Programm (Prozess).

### Programmierung der Sensoren

Danach gibt der Lehrer/die Lehrerin ein erstes Beispiel für eine Programmierung, beispielsweise die Schallsensor Programmierung. Er fragt die Kinder, ob ein Schallsensor mehr oder weniger präzise ist als das Ohr eines Tieres. Dann beginnt der Lehrer/die Lehrerin, den Schallsensor zu programmieren, um seine Genauigkeit zu beurteilen. Er / Sie

- i) zieht ein Schallsensor Symbol auf den grauen Bereich des Arbeitsbereiches,
- ii) lässt den Sensor in Richtung einer Schallquelle zeigen (zB. Kindermund),
- iii) bittet die Kinder zu sprechen, und
- iv) und zeigt die erhaltenen Werte des erkannten Ton her (auf der linken Unterseite der Benutzeroberfläche – Interface).

Die Kinder werden aufgefordert Folgendes zu beobachten: Wie ändert sich der Wert, wenn sie laut oder leise sprechen? Die Kinder werden sehen können, dass sich der Wert, wenn sie lauter

# Künstliche Tiere

sprechen, und abnimmt, wenn sie leise sprechen. Dann schlägt der Lehrer/die Lehrerin vor, die Genauigkeit des Sensors zu überprüfen, wenn der Schall eines stabilen Klangs erfasst wird, d.h., ein Geräusch, das sich weder erhöht noch abnimmt. Wieder werden die Kinder aufgefordert, zu sagen, was sie bemerken: Warum ändert sich der Wert, auch wenn der Sound stabil ist? Kinder diskutieren mögliche Antworten und der Lehrer/die Lehrerin erklärt, dass es schwierig sein kann, den Sound mit Präzision gezielt zu erkennen, wenn andere Umgebungsgeräusche vorhanden sind. Folglich bittet der Lehrer/die Lehrerin die Kinder folgende Frage zu beantworten: Wie kann eine Störung oder "Rauschen" vermeiden, um eine genaue Messung zu erhalten? Verschiedene Lösungen werden von den Kindern vorgeschlagen. Der Lehrer/die Lehrerin ergänzt dies mit eigenen Vorschlägen.

## Programmierung des Auslösers

Die Lehrer schlägt nun die Programmierung des Auslösers (Motors) vor, um den Roboter zu bewegen. Als ein Beispiel, gibt er durch Drag & Drop ein Symbol für den Motor auf die Benutzeroberfläche (interface), und dann verändert er die Motoren-Parameter (Richtung, Geschwindigkeit, Dauer). Die Kinder sind eingeladen, eine bestimmte Bewegung (zB. nach vorne oder hinten bewegen, etc.) zu programmieren und nach der Ausführung des Programms folgen-

de Fragen zu diskutieren: ist es gleich, ein Symbol für jeden Motor zu verwenden oder besser ein Doppel-Motor-Symbol zu benutzen? Welche Strategien können gemacht werden, um den Roboter umkehren zu lassen? Sollten sich die beiden Räder in gleicher Weise verhalten, um eine Wendung zu machen?

## Programmierung des Verhaltens

Der Lehrer/die Lehrerin fragt die Kinder, wie man die Programmierung von Sensoren und Auslösern kombiniert, um ein "Reiz-Verarbeitung-Reaktion" Verhalten zu bekommen. Der Lehrer/die Lehrerin sammelt die verschiedenen Vorschläge der Kinder, und bittet sie diese zu testen. Welches Verfahren ist erfolgreich? Warum sind die anderen nicht erfolgreich? Der Lehrer/die Lehrerin erklärt, dass, um Sensoren und Auslöser zu kombinieren, muss eine "Regel" gefunden werden, also der "Grund" zwischen Reiz und Reaktion. Der Lehrer/die Lehrerin zeigt ein erstes Beispiel einer "Reiz-Verarbeitung-Reaktion" Programmierung (Tabelle 1).

Die Kinder sind nun eingeladen, um die Benutzeroberfläche (interface) zu erkunden und ein paar einfache „Reiz-Verarbeitung-Reaktion“ - Programme ihrer Wahl zu erstellen. Tut der Roboter das, was er sollte? Wenn nicht, warum? Was müsste man ändern?

**Schleife**



**Motor**



**Warten auf Geräusch**



**Motor**



**Reiz-Verarbeitung-Reaktion**



**Tabelle 1. Nach diesem Programm wird der Motor auf Low-Power (30) gestellt, bis der Sound Sensor ein Überschreiten der 50 dBA erkennt. An diesem Punkt wird die Leistung des Motors auf 70 erhöht.**

## 2. Erforschen (Planung und Durchführung von Untersuchungen)

### Zweite Einheit

(60 Minuten: 15 min. Vorbereitung + 45 min. Konstruktion)

#### Herausforderung & Vorbereitung

Sobald die Kinder ihre Vorkenntnisse diskutiert und sich mit den Funktionen eines Roboters vertraut gemacht haben, werden die Kinder aufgefordert, die Machbarkeit dieser Herausforderung einzuschätzen: ist das Tier, das sie während der ersten Unterrichtseinheit ausgewählt haben, durch ein Lego-Modell leicht reproduzierbar? Wenn nicht, warum? Möglichkeiten und Grenzen der Lego-Kits werden gemeinsam diskutiert (z. B. ein vier-beiniges Tier kann nicht einfach reproduziert werden, weil jedes Lego-Kit nur drei Motoren beinhaltet). Kinder ändern gegebenenfalls noch einmal ihr ausgewähltes Tier; anschließend führt der Lehrer/die Lehrerin die Kinder durch den Bau und Programmierung ihrer Roboter-Modelle. Welche Komponenten des Tieres können reproduziert werden und welche können nicht durch Lego-Komponenten reproduziert werden? Welche Verhaltensweisen wollen die Kinder programmieren?

Kinder werden gebeten, morphologische Merkmale zusammen mit den entsprechenden Lego-Komponenten (Arbeitsblatt 2) bzw. funktionelle Merkmale zusammen mit den entsprechenden Lego-Mechanismen (Freiheitsgrade und Aktionen) aufzulisten (Arbeitsblatt 3).

#### Konstruktion

Wenn die Kinder ihre Arbeit geplant haben, können sie mit dem Bau des Roboters durch Zusammensetzen der Komponenten in Arbeitsblatt 2 beginnen. Die Kinder werden aufgefordert zusammenzuarbeiten, um die optimale Lösung für die Montage der einzelnen Teile zu finden: der Lehrer/die Lehrerin sollte auch erwähnen, dass mehrere Lösungen möglich sind. Die einzelnen „Bauphasen“ sind im Arbeitsblatt 4 zu dokumentieren. Dieses Arbeitsblatt dient dazu, um i) eine Anleitung in Form einer Schritt-für-Schritt-Tabelle zu geben, ii) die einzelnen Bauphasen so zu dokumentieren, dass man eventuelle Fehler in vorangegangenen Phasen finden und beheben kann und iii) eine Reihe Anweisungen zu geben, die von anderen SchülerInnen genutzt werden können, um dieses Modell zu testen und gegebenenfalls zu verbessern.

### Dritte Einheit

(60 Minuten - 40 min. für Programmierung, 20 min. für Auswertung)

#### Programmierung

Nach dem Modellbau werden die Kinder gebeten, eine Geschichte für ihren Roboter zu schreiben, und zwar nach seinem typischen Verhalten (z.B. für Papageien: Fliegen oder Nachahmung). Der Lehrer/die Lehrerin klärt dazu folgende Fragen: Was ist eine Geschichte? Welche sind die drei wichtigsten Elemente einer Geschichte? Der Lehrer/die Lehrerin fordert die Kinder auf, Verbindungen zwischen diesen drei Elementen (= Charaktere, Ereignisse und Aktionen) und dem Roboter-System zu finden.

Der Charakter ist der Roboter, die Ereignisse sind die von Sensoren erfassten äußeren Reize und die Aktionen sind die vom Antrieb (Motor) ausgelösten Bewegungen.

Dann schlägt der Lehrer/die Lehrerin den Kindern vor, die Machbarkeit ihrer Geschichte zu bewerten: Sind sie in der Lage, einen Papagei zu bauen, der fliegt? Wäre es einfacher, einen Papagei zu bauen, der imitiert? Die Kinder sind eingeladen, zu Beginn die einfachste Geschichte zu wählen und diese in einzelne Sequenzen zu unterteilen. Mittels Arbeitsblatt 4 können die Kinder den Ablauf zwischen den Story-Sequenzen und den entsprechenden Sensoren bzw. Programmierung finden. Sobald die Kinder diese Aufgabe gemeistert haben, fragt sie der Lehrer/die Lehrerin: Was, wenn verschiedene Ereignisse und verschiedene Aktionen zur gleichen Zeit auftreten? Der Lehrer/die Lehrerin stellt den Unterschied zwischen sequentieller und paralleler Programmierung vor.

Schließlich können die Kinder ihr Programm ausführen und diskutieren: Was funktioniert? Was muss getestet werden und wie? Gibt es mehrere Programme, die sich ähnlich verhalten? Welches ist das effizienteste?

Um tiefere Kenntnisse sowohl vom Verhalten der Tiere, als auch der Programmierung zu erlangen, schlägt der Lehrer/die Lehrerin Arbeitsblatt 6 vor: Kinder sollen die verschiedenen Symbole, die jeweils für eine Sequenz der Geschichte stehen, in einem einzigen Symbol summieren - mit der Funktion „Create Personalized blocks“ (persönlicher Bereich) im Menü Bearbeiten. Kinder können versuchen, neue persönliche Bereiche zu erstellen (z.B. „sehen“ mit Licht-Sensor + „wiederholen, was Sie sehen“ durch Aulöser = neuer Bereich „Nachahmung“). Auf diese Weise können Kinder eine Reihe von Verhaltensweisen entwickeln, die in anderen Geschichten verwendet werden können.

Als weiterführende Aufgabe zu dieser Aktivität, könnte der Lehrer/die Lehrerin vorschlagen, die Lebensgeschichte eines künstlichen Tieres / Roboters (vom Welpen bis zum Erwachsenen) durch Sequenzierung der Stationen seines Lebens und unter Berücksichtigung der Entwicklung des Körpers und seines Verhaltens zu erzählen (Arbeitsblatt 8).

## 3. Auswerten (Auswertung der Ergebnisse)

Jede Gruppe bereitet eine Präsentation ihres künstlichen Tieres (Roboter) vor: wie sie die Herausforderung angegangen sind, welche Komponenten und Mechanismen zu welchen morphologischen und funktionellen Merkmalen passen, die Schwierigkeiten, die während der Konstruktion erlebt haben und wie sie sie überwunden haben. Kinder sind eingeladen, Fragen zu stellen und Verbesserungen für den Roboter ihre Klassenkameraden vorzuschlagen. Schließlich werden die Kinder eingeladen, Arbeitsblatt 7 auszufüllen.

Vor Beginn der Aktivität raten wir LehrerInnen folgendes:

- Überprüfen Sie die Verfügbarkeit der Materialien: Materialien, die bereits in der Schule zur Verfügung (zB. Computer) stehen und Materialien (zB Roboter), die Sie von Online-Anbietern kaufen oder von Verbänden, pädagogischen Zentren, anderen Schulen leihen müssen.
- Überprüfen Sie die Eignung der Materialien: Computer-Betriebssystem nach den Anforderungen der Lego-Software, eventuell fehlende Komponenten des Kits, funktionieren die wichtigsten Komponenten (Sensoren, Motoren und Prozessoren), andere Komponenten, die Sie benötigen und nicht im Lieferumfang des Kits enthalten sind (Temperatursensor, Lithium-Batterie und Ladegerät, weitere Kabel und erweiterte Lego Bausteine-Sets).
- Versuchen Sie, einen Roboter-Prototyp zu bauen und zu programmieren, nach den Schritt für Schritt-Anleitungen der Software.
- Bereiten Sie das Klassenzimmer mit vier Schreibtischen für jede Gruppe vor, so dass die Kinder genügend Platz für i)

die Behälter mit den Bauteilen, ii) ein Arbeitsbereich für den Bau der Roboter, iii) den Computer, und iv) das Arbeitsblatt haben.

- Verwenden Sie das Hilfe-Menü der Software und der Online-Community (Forum), um weitere Erklärungen und Feedbacks über spezifische Lösungen zu erhalten.
- Die grundlegenden Begriffe werden in den Notizen für LehrerInnen beschrieben

## Hinweise für die Lehrkraft

Zwischen der Vorbereitungszeit und dem Beginn des Experiments können Sie die Zeit nutzen, um die SchülerInnen mit dem Bausatz (Roboter Kit) vertraut zu machen und erste Fragen stellen zu lassen. Die Aufmerksamkeit kann dabei speziell auf die vier Hauptkomponenten gelenkt werden: Benutzeroberfläche, Sensoren, Auslöser (Regler) und Prozessor.

### Benutzeroberfläche

Sobald die Anwendung geöffnet wird, erscheint ein Fenster, in dem die Lehrkraft gebeten wird, ein neues Projekt zu erstellen und zu benennen. Im gleichen Fenster, steht ein Tutorial zur Verfügung, das kurz den Inhalt der Benutzeroberfläche vorstellt (Abb. 1).

Lego Roboter können dank NXT mit dem Computer verbunden werden, eine ikonische Sprache basierend auf National Instruments Labview (Abb. 2).

### Sensoren

Licht, Schall-, Ultraschall-, Tast- und Drehsensoren sind im Roboter-Kit enthalten (Temperatursensor muss separat organisiert werden). Ihre Aufgabe ist, ein Signal aus der Umgebung zu erfassen und an die Steuerung zu senden (siehe Tabelle 2). Das erfasste Signal ist sichtbar auf der Benutzeroberfläche, so dass es möglich ist, den Zustand des Roboters zu überwachen.



Abb. 1: Die Lego NXT Anwendung: (1) Das Tutorial "Getting started", (2), den Bereich um ein neues Projekt zu öffnen, und (3) das Robot Center, mit Anweisungen zu Aufbau und Programmierung.

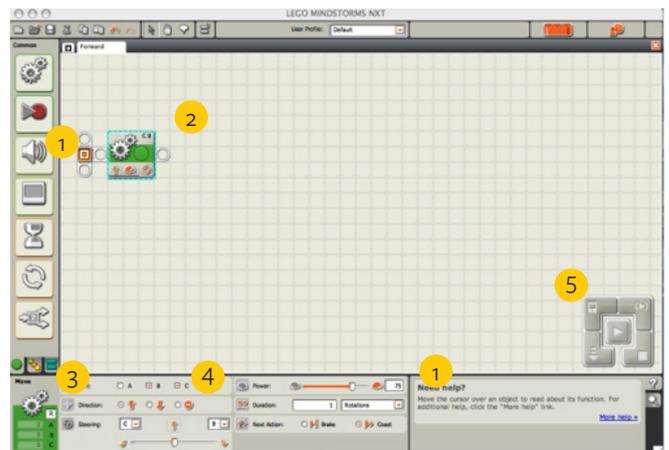


Abb. 2: Die Lego NXT-Benutzeroberfläche, wenn ein neues Projekt gestartet wird: (1) die Symbole-Palette (2) der Arbeitsbereich, (3) die Signal-Anzeige, (4) das Parameter-Panel, (5) die NXT-Tasten (im Uhrzeigersinn: die erste Taste kann das Programm auf dem Prozessor downloaden, die zweite, um den Speicher und die Bluetooth-Adresse zu überprüfen, die dritte, um einen ausgewählten Teil des Programms auszuführen, die vierte, um das Programm zu beenden, die fünfte, um herunterzuladen und auszuführen) und (6) das Hilfe-Menü

# Künstliche Tiere

Sensor	entsprechendes NXT Programmierungssymbol	Funktion
		Der Lichtsensor projiziert Lichtstrahlen, und eine Linse fängt das Umgebungslicht sowie die Lichtstärkeverteilung ein.
		Der Sound Sensor erkennt Klänge unterschiedlicher Intensität (dB und dBA)
		Der Ultraschallsensor misst den Abstand (Zentimeter oder Zoll) mittels Berechnung, wie lange es dauert, bis eine Schallwelle auf ein Objekt trifft
		Der Berührungssensor kann drei Zustände anzeigen: Schläge/Stöße, Druck, Loslassen.
		Der Temperatursensor erfasst Temperaturen verschiedener Intensität (gemessen in Fahrenheit oder Grad Celsius)

Tabelle 2: Die Lego-Sensoren, deren entsprechende Programmierungs-Symbole auf der NXT-Benutzeroberfläche und ihre Funktion.

## Auslöser (Antrieb)

Mittels Auslöser (Antrieb) können Roboter Aktionen, z. B. sich vorwärts oder rückwärts bewegen, ausführen. Aus diesem Grund hat der Roboter Motoren und Räder, die die jeweilige Aktion (Bewegung) an die einzelnen Lego-Bauteile weiterleiten. Diese Auslöser sind die elektrischen und mechanischen Komponenten des Roboters. Das Lego Mindstorm NXT ® Kit enthält drei Servomotoren mit integriertem Rotationssensor (Tabelle 3).

Auslöser (Antrieb)	Entsprechendes NXT Programmierungssymbol	Funktion
		Der Motor wandelt das elektrische Signal in ein mechanisches (Bewegungs-) Signal um.

# Künstliche Tiere



## Prozessor

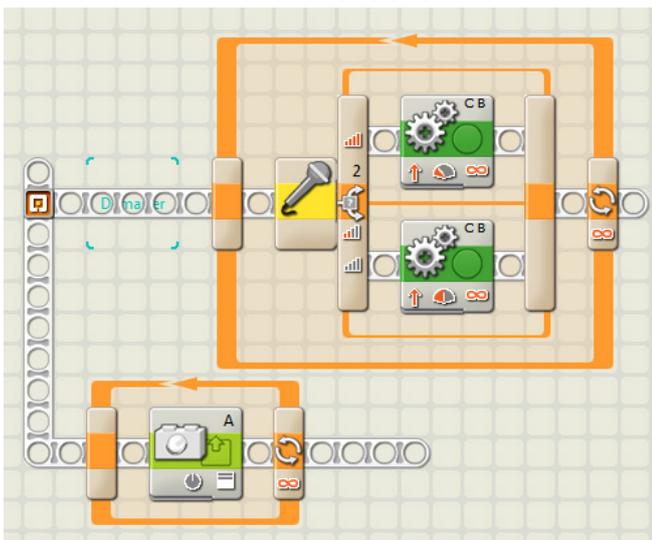
Sensoren und Auslöser werden mit einem Prozessor verbunden, der oft als der "intelligente Baustein" bezeichnet wird. Dieser speichert die von den Kindern erstellten Programme. Die Programme können auch direkt auf dem Prozessor per Computer oder Mobiltelefon (Bluetooth) erstellt werden.



**Abb. 3:** Links: der Lego Mindstorm NXT®-Prozessor hat eine Anzeige, um folgendes zu visualisieren: eine Reihe von Menüs für eingebaute Testprogramme, von den Kindern erstellte Programme, Bluetooth-Nachrichten, etc. Die Pfeile können verwendet werden, um die Menüs zu scrollen, die orange Taste für das Programm, die graue Taste, um zurück in das Menü zu gelangen oder zum Ausschalten des Roboters. Rechts: Sensoren und Motoren, die mit dem Prozessor verbunden sind.

## Sequentielle und parallele Programmierung

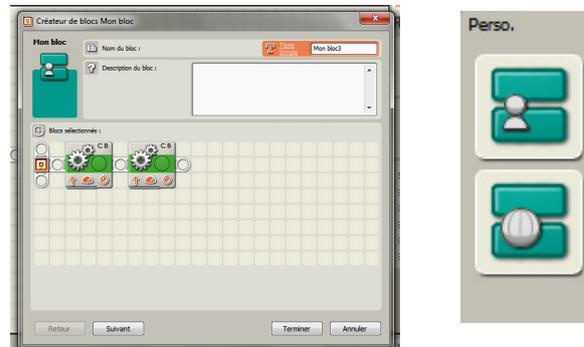
Lego kann sequentiell oder auch parallel programmiert werden (mehrere Aktionen gleichzeitig). Um dies zu tun, ist es möglich, die Programmierung innerhalb des Arbeitsbereichs zu verdoppeln (siehe Abb. 4).



**Abb. 4:** Ein Beispiel für die parallele Programmierung: Der Roboter beschleunigt, wenn er steigendes Geräusch erkennt. Ansonsten hält er seine Geschwindigkeit stabil. Währenddessen erzeugt er Licht durch eine Lampe.

## Personalisierte Symbole

Es ist möglich neue Symbole zu erstellen, zum Beispiel die Kombination von bereits vorhandenen Symbolen. Vorgehen: Drag & Drop von zwei oder mehreren Symbolen auf die Arbeitsfläche, dann auswählen und die Option „Erstellen eines neuen Bereichs“ im Bearbeitungs Menü. Es erscheint ein Fenster, um die Grafik und den Namen des neuen Bereichs einzutragen (siehe Abb. 5, links). Die erstellten Bereiche werden somit als eine Verbindung von Bausteinen gespeichert, und sie können durch eine spezielle Palette abgerufen werden (siehe Abb. 5, rechts). Wenn man auf diesen personalisierten Bereich klickt (Doppelklick), kann man die ihm zugrunde liegenden Symbole sehen.



**Abb.5:** Links: das Fenster, in dem Sie über die Grafik und den Namen des neuen personalisierten Bereichs entscheiden. Rechts: die personalisierte Bereichs-Palette.

## Weiterführende Aktivität

Um das Verhaltens des Roboters noch komplexer zu gestalten, können verschiedene interessante Optionen berücksichtigt werden. Eine Möglichkeit ist, den Weg der tierlichen Lernfortschritte zu berücksichtigen. Zu diesem Zweck ist es sinnvoll, eine Regel für den Ablauf seiner Lebensgeschichte gelten zu lassen. Laut Mioduser & Levy (2008) kann eine Regel folgendermaßen aussehen: eine halbe Regel (z.B. "wenn der Lichtsensor Licht sieht, vorwärts gehen; wenn der Lichtsensor dunkel sieht, nicht bewegen"), die ganze Regel (z.B. "wenn der Lichtsensor Licht sieht, vorwärts gehen; wenn der Lichtsensor dunkel sieht, links abbiegen"), zwei unabhängige Regeln (z.B. „wenn der Berührungssensor gedrückt wird, biege links ab; wenn er ungedrückt ist, gehe geradeaus; wenn der Lichtsensor dunkel sieht, entsteht ein Blitz; wenn der Lichtsensor Licht sieht, nicht blitzen“) und zwei miteinander Regeln (z.B. "wenn der Berührungssensor gedrückt wird und der Lichtsensor hell oder dunkel wahrnimmt, vorwärts gehen; wenn der Berührungssensor gedrückt wird und der Lichtsensor dunkel sieht, gehe zurück") (vgl. Levy & Mioduser, 2008). Eine weitere Option besteht darin, die Rolle der Kommunikation im wachsenden Lebensalter des Tieres zu berücksichtigen. Die Natur „liefert“ Tiere mit unterschiedlicher Art von Kommunikation (Gesang, Fühler, etc.). Lego-Kits ermöglichen Bluetooth-Kommunikation und mobile Interaktion. Kinder könnten dann dazu Projekte mit Tieren und deren Kommunikationsweise bauen.

## Literatur

- Alimisis, D. (ed.) (2009). TERECoP Project: Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods. School of Pedagogical and Technological Education, ASPETE, Greece.
- Datteri, E., Zecca, L., Laudisa, F., Castiglioni, M. (2011) Explaining robotic behaviours: a case study on science education“. Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics - Integrating Robotics in School Curriculum, Rivadel Garda (Trento, Italy) April 20, 2012, pp. 134-143.
- Demo, G.B., Moro, M., Pina, A., Arlegui, J. (2012). In and out of the School Activities Implementing IBSE and Constructionist Learning Methodologies by Means of Robotics. In B. Barker, G. Nugent, N. Grandgenett, & V. Adamchuk (Eds.), Robots in K-12 Education: A New Technology for Learning (pp. 66-92). IGI Global.
- Druin, A., & Hendlar, J. (Eds.) (2000). Robots for Kids: Exploring New Technologies for Learning. San Diego: Academic Press.
- Eguchi, A., & Uribe, L. (2012). Educational Robotics Meets Inquiry-Based Learning: Integrating Inquiry-Based Learning into Educational Robotics. In L. Lennox, & K. Nettleton (Eds.), Cases on Inquiry through Instructional Technology in Math and Science (pp. 327-366).
- Guillot, A., & Meyer, J.A. (2004). Des robots doués de vie? Edition Le pommier.
- Levy, S., & Mioduser, D. (2008). “Does it “want” or “was it programmed to...”? Kindergarten children’s explanations of an autonomous robot’s adaptive functioning”, International Journal of Technology and Design Education, vol. 18, no. 3, pp. 337-359.
- Sullivan, F.R., (2008) “Robotics and Science Literacy: Thinking Skills, Science Process Skills and Systems Understanding”, Journal of research in science teaching, vol. 45, no. 3, pp. 373-394.

## Webverzeichnis

- <http://www.bbc.co.uk/newsround/animals/>
- <http://www.brickinstructions.com/instructions.php?code=7270&set=Parrot>
- <http://www.isab.org/confs/sab94.php>
- [http://www.sheppardsoftware.com/content/animals/kidscorner/classification/kc\\_classification\\_main.htm](http://www.sheppardsoftware.com/content/animals/kidscorner/classification/kc_classification_main.htm)
- <http://www.topicbox.org.uk/R.E./animals/>
- <http://your.caerphilly.gov.uk/sustainable/content/teacher-resources-primary-school-resources-natural-environment>

## Lego Websites:

- Lego Mindstorm Website: <http://www.legomindstorms.com/>
- Lego Mindstorm NXT® Community: <http://us.mindstorms.lego.com/en-us/Community/NXTLog/Default.aspx>
- Official guide to Lego Mindstorm NXT®: [http://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fcache.lego.com%2Fr%2Fsc%2F-%2Fmedia%2Flego%252oeducation%2Fhome%2Fdownloads%2Fuser%252oguides%2Fglobal%2Fmindstorms%2Fts.20101019t110252.9797\\_lme\\_use](http://www.google.it/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fcache.lego.com%2Fr%2Fsc%2F-%2Fmedia%2Flego%252oeducation%2Fhome%2Fdownloads%2Fuser%252oguides%2Fglobal%2Fmindstorms%2Fts.20101019t110252.9797_lme_use)
- Unofficial guide to Lego Mindstorm NXT®: <http://www.andyworld.info/legolab/Download/Books/The%20Unofficial%20Guide%20To%20Lego%20Mindstorms%20Robots.pdf>

## Arbeitsblattsammlung

1. Liste alle Amphibien, Vögel, Fische, Säugetiere, Reptilien und Wirbellose auf, die du kennst. Um mehr zu finden, kannst du die Wörter in der Tabelle auch als Suchbegriffe im Internet verwenden.

Amphibien	Vögel	Fische	Säugetiere	Reptilien	Wirbellose
					z.B. Blattlaus

2. Wähle unter den Tieren, die du in der Tabelle aufgelistet hast, die, die du durch einen Lego-Roboter nachbauen möchtest. Beschreibe die morphologischen Merkmale dieser Tiere (Körperbau), und die Liste der entsprechenden Lego-Bauteile. Um die Merkmale der Tiere zu finden, recherchiere in naturwissenschaftlichen Büchern oder Websites. Um Lego-Komponenten zu finden, suche nach Beispielen im Hilfe-Menü und Roboterzentrum auf der Lego Website.

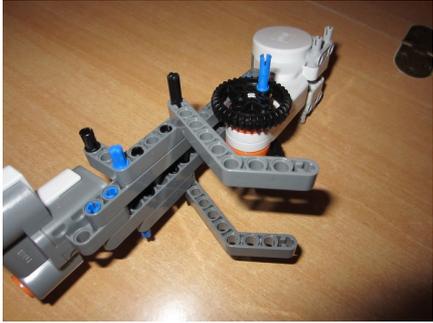
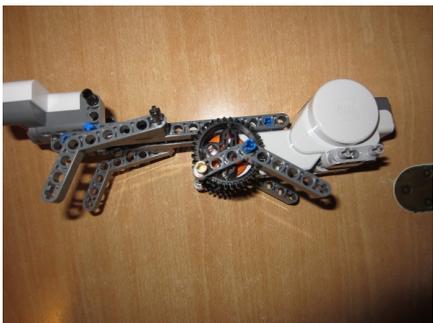
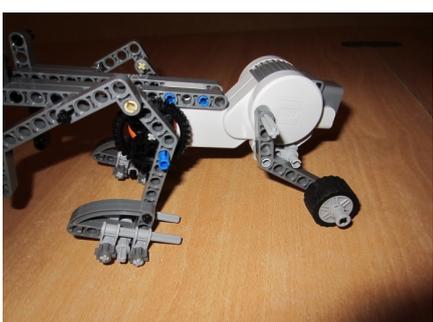
<b>Tierart</b> (z.B. Blattlaus)	
<b>Morphologische Merkmale</b>	<b>Lego Bauteile</b>
z.B. sechs Füße	z.B. Ein Motor, der mit sechs beweglichen Füßen verbunden ist

3. Beschreibe die funktionellen Eigenschaften des Tieres bzw. die der entsprechenden Lego-Bauteile. Um funktionelle Merkmale zu finden, recherchiere in naturwissenschaftlichen Büchern oder Websites. Um Lego-Mechanismen zu finden, suche nach Beispielen im Hilfe-Menü und Roboterzentrum auf der Lego Website.

<b>Tierart</b> (z.B. Blattlaus)	
<b>Funktionelle Merkmale</b>	<b>Lego Bauteile</b>
z.B. gehen	z.B.: Freiheitsgrade: 4; Bewegungen: Füße gehen nach oben, nach vorne, nach unten, nach hinten

# Künstliche Tiere

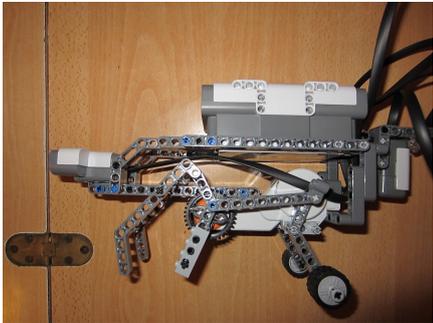
4. Dokumentiere den Fortschritt in den einzelnen Bauphasen deines Lego-Tieres (durch Zeichnungen oder Fotos). Du kannst das folgende Beispiel verwenden, um ein künstliches Tier zu bauen: eine Gespenstschrecke.

Tierart: z.B.: Gespenstschrecke	
Bauphasen	Zeichnungen / Fotos
1	
2	
3	
4	

# Künstliche Tiere

Bauphasen	Zeichnungen / Fotos
5	
6	
7	
8	

# Künstliche Tiere

Bauphasen	Zeichnungen / Fotos
9	
10	
11	
12	<p>Verkabelung:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grünes Licht auf Port A.</li><li>• Rotes Licht auf Port B.</li><li>• Motor auf Port C</li><li>• Lichtsensor an Port 1.</li><li>• Ultraschall-Sensor an Port 2</li></ul>

# Künstliche Tiere

5. Beschreibe ein paar Beispiele für Verhaltensweisen deines Lego-Tieres (d.h. eine kurze Abfolge von Ereignissen mit Bezug auf sein charakteristisches Verhalten). Beginne mit einfachen Verhaltensweisen und baue Stück für Stück darauf auf. Liste auch die entsprechenden programmierten Symbole und Parameter auf, die dein Tier zur Ausführung seiner Bewegungen benötigt. Dann teste dein Programm durch Ziehen und Ablegen der Symbole auf der Arbeitsfläche (Desktop) deines Computers sowie durch Herunterladen und Ausführung.

<b>Tierart:</b> z.B. Gespenstschrecke			
<b>Verhalten:</b> z.B. tarnen			
<b>Ereignis</b>	<b>Event</b>	<b>Sensoren Programmierung</b>	<b>Auslöser Programmierung</b>
z.B. Die Gespenstschrecke bewegt sich rückwärts, wenn sich etwas vor ihr befindet.	Etwas liegt in der Nähe ihres Ultraschallsensors.	Flow Struktur: "warten" Parameter: Sensor > Ultraschallsensor Port: 2 Distanz < 5 cm.	Auslöser: Motor Parameter: Port: C Rückwärts Länge: 360°
z.B. Die Gespenstschrecke verändert ihr Erscheinungsbild, wenn sich ihre Umgebung ändert.	Die Farbe des Bodens (Untergrunds) ändert sich.	Flow Struktur: „Wiederholungsschleife“ Parameter: Sensor: Licht < 16 Port: 1	Auslöser: Licht A und Licht B. Parameter, wenn Aussage wahr: Licht A: Ein; Port: A. Licht B: Aus; Port: B Parameter, wenn Aussage falsch: Licht A: Aus; Port: A Licht B: Ein; Port: B

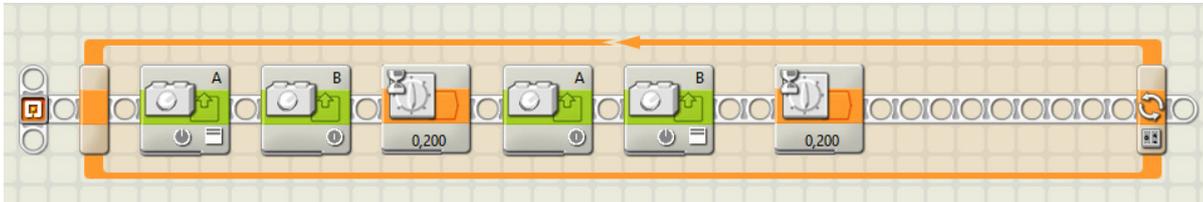
# Künstliche Tiere

# pri-sci-net

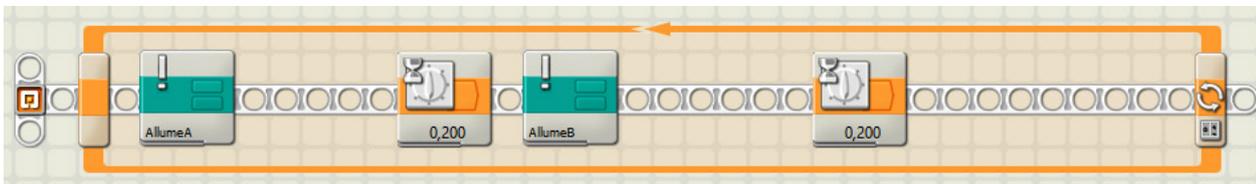


inquire  
investigate  
evaluate  
connect

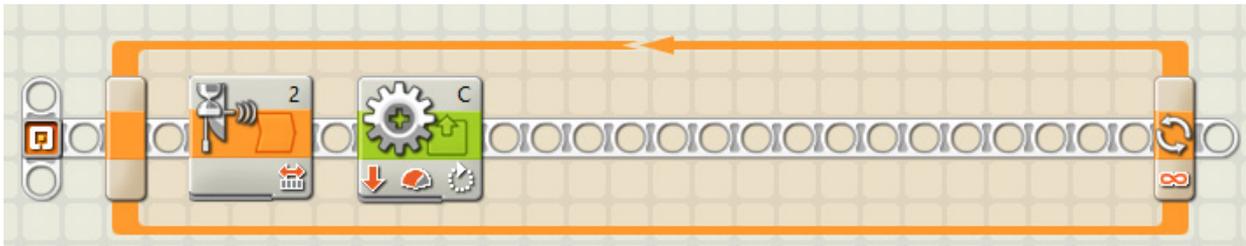
Beispiele für Programme von künstlichen Gespenstschrecken:



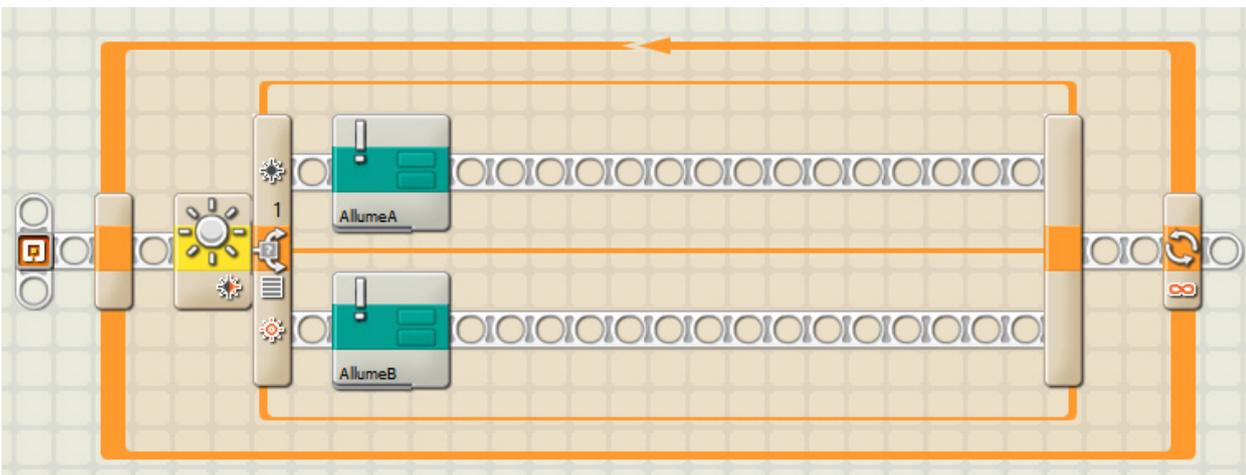
**Abbildung 1:** Einführung von (Wiederholungs-) Schleifen; dieses Programm kann die beiden Lampen des Roboters ein- und ausschalten, wie ein Drehlicht. Die Lampe auf Port A ist mit der Lichtintensität (Wert 50) aktiviert und die Lampe auf Port B ist ausgeschaltet. Nach einer Pause von 2 Sekunden ist die Lampe an Port A ausgeschaltet und die Lampe am Port B wird aktiviert. Eine weitere Pause von zwei Sekunden folgt erneut. Die sechs Blöcke werden durch eine (Wiederholungs-) Schleife mit einem Zähler umgeben. In diesem Beispiel wird der Zähler auf 15 eingestellt.



**Abbildung 2:** Dieses Programm hat den gleichen Aufbau wie das vorherige. Jedoch verwenden wir an Stelle der einzelnen Blöcke zum Ein- und Ausschalten des Lichts personalisierte Blöcke.



**Abbildung 3:** Dieses Programm bewegt den Roboter rückwärts, wenn sich ihm etwas nähert (das heißt, wenn der Ultraschallsensor diese Annäherung anzeigt). Der erste Block lässt den Roboter warten, bis etwas näher kommt, und der zweite Block, um den Motor gegen den Uhrzeigersinn zu bewegen. Die beiden Blöcke werden durch eine (Wiederholungs-)Schleife umgeben.



**Abbildung 4:** Mit diesem Programm ändert das Tier (Roboter) seine Farbe, je nach der Farbe des Bodens. Die Schalterblock übernimmt die Rolle des Lichtsensors, um zu entscheiden, ob die Farbe des Bodens grün oder rot ist, und die Lichter an und auszuschalten, je nach Farbe.

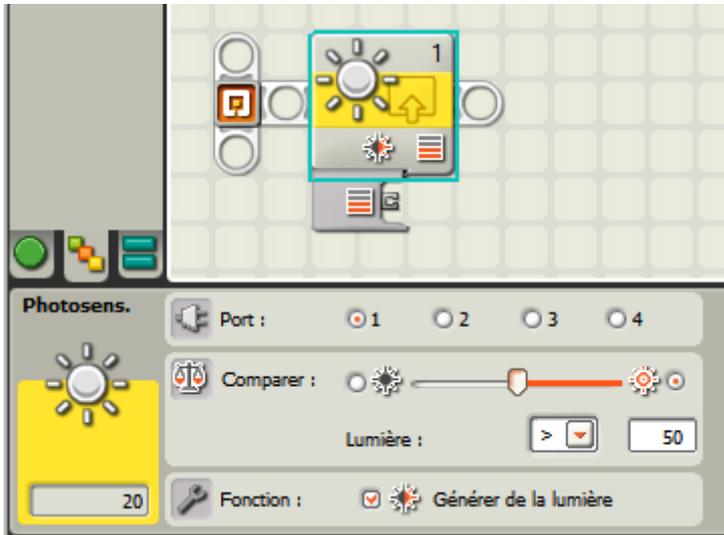


Abbildung 5: Um den Lichtsensor zu kalibrieren, starte ein neues Programm und füge den Lichtsensor-Block ein. Wenn der Roboter an den Computer angeschlossen ist und der Lichtsensor-Block ausgewählt ist, wird die Lichtintensität des Objekts (beispielsweise 24 für rote Objekte und 13 für grüne Objekte) vor dem Sensor in den Parametern des Blocks angezeigt.

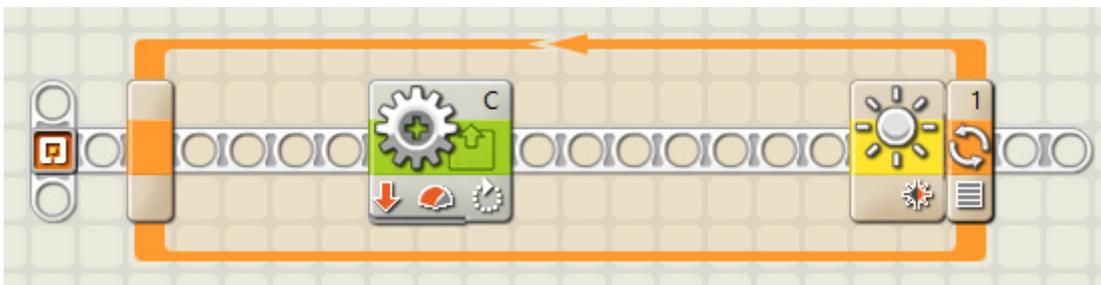


Abbildung 6: Dieses Programm bewegt das künstliche Tier rückwärts, bis es auf einem grünen Boden steht. Die Schleife ist mit dem Lichtsensor verbunden, wodurch der Motor läuft, bis die grüne Farbe durch den Sensor erreicht wird.

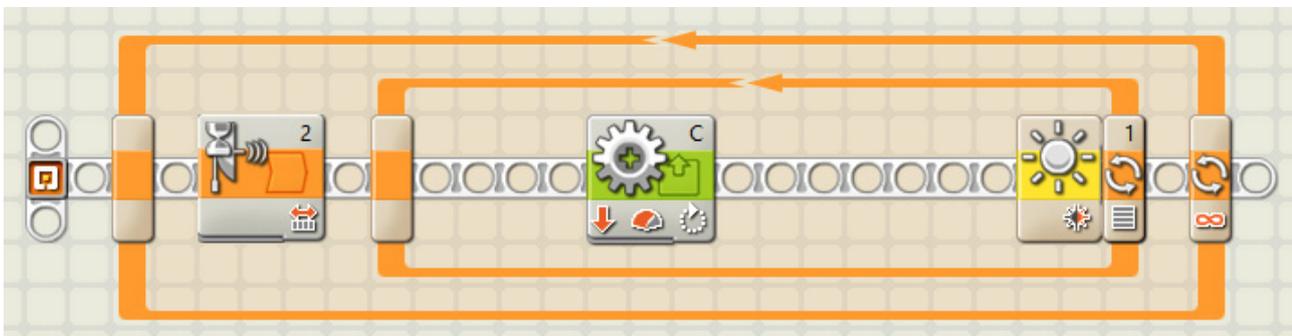
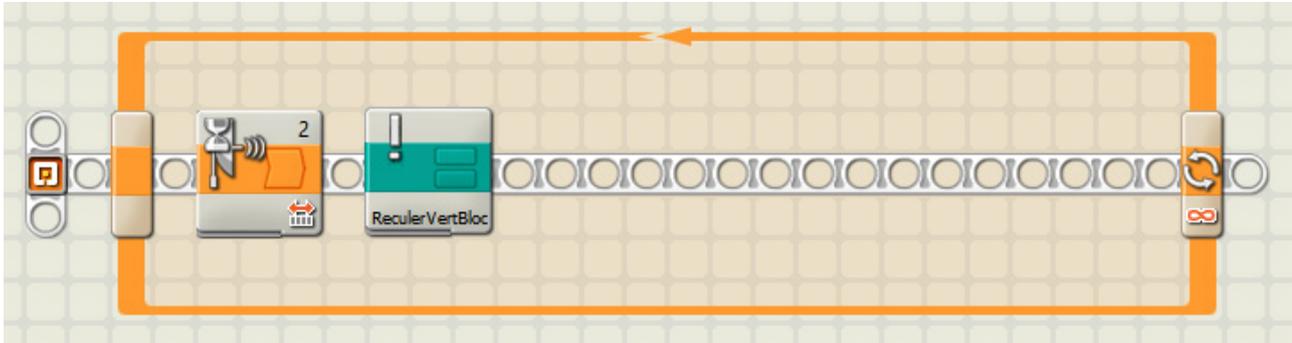


Abbildung 7: Dieses Programm ist eine Erweiterung des vorhergehenden. Hier der bewegt sich das künstliche Tier rückwärts, wenn sich etwas vor ihm befindet und bleibt stehen, wenn der grüne Boden erreicht ist.

# Künstliche Tiere



**Abbildung 8:** Dieses Programm hat den gleichen Aufbau wie das vorherige. Der einzige Unterschied ist die Verwendung eines personalisierten Blocks, um das Verhalten "gehe rückwärts bis zum grünen Boden" zu programmieren.

6. Betrachte die Reihenfolge deiner Geschichte: Kannst du die Symbole einer Sequenz in einem einzigen Symbol mit der Funktion "personalisierter Block" gruppieren? Versuche es und speichere die neue personalisierte Version durch entsprechende Benennung (z. B. "Tarnen"). Auf diese Weise hast du eine Reihe von Verhaltensweisen, die du verwenden kannst, wenn du andere Geschichten erfindest.

7. Nachdem du dein Tier deinen KlassenkollegInnen vorgestellt hast, versuche folgende Fragen zu beantworten:

a. Hast du neue Eigenschaften deines gewählten Tieres kennengelernt? Wenn ja, zähle sie hier auf:

Morphologische Eigenschaften:

Funktionelle Eigenschaften:

Verhaltenseigenschaften:

Sonstige:

b. Gab es Eigenschaften, die du nicht mit Lego-Bausteinen nachbilden / herstellen konntest? Wenn ja, welche?

---

---

---

c. An welche der folgenden Schwierigkeiten kannst du dich erinnern?

i) Die Lego-Bauteile reichten nicht aus. Von welchen Lego-Bauteilen würdest du mehr benötigen?

---

---

---

# Künstliche Tiere

ii) Es gibt keine passenden Lego-Bauteile, um einen gewissen Teil des Tieres nachzubauen. Um welchen Teil handelt es sich?

---

---

iii) Es gibt kein Programmier-Symbol, das die Herstellung einer speziellen tierischen Eigenschaft unterstützt. Welches Symbol würdest du dafür benötigen?

---

---

d. Wie hast du das Problem mit der Signalstörung für den Sensor gelöst?

---

---

e. Welches der künstlichen Tiere hat dir in der Klasse am meisten gefallen? Warum?

---

---

f. Könntest du dein künstliches Tier auf ein echtes Tier treffen lassen? Was würde passieren? Wie würden beide Tiere reagieren?

---

---

# Künstliche Tiere

## Weiterführende Aktivität

Kannst du heraus finden, wie du dein Tier so programmierst, dass es mehrere Ereignisse (Events) bzw. Verhaltensweisen gleichzeitig ausführen kann? Um das zu erreichen, kannst du die parallele Programmierung nutzen: vom Ausgangspunkt des ersten Programmierzweigs an der Schnittstelle, baue einen zweiten Programmierzweig, dann ziehst du („drag&drop“) die benötigten Symbole in diesen zweiten Zweig. Sobald du fertig bist, klicke auf die Taste “Ausführen” (oder “herunterladen und ausführen“): auf diese Weise kannst du zwei Programme gleichzeitig starten.

Tierart: z.B.: Gespenstschrecke			
Verhalten des Tiers	Event	Sensoren Programmierung	Auslöser Programmierung
z.B. Rückwärts gehen	Etwas bewegt sich auf die Gespenstschrecke zu		
z.B. Die Gespenstschrecke verändert ihr Erscheinungsbild, sie wird grün	Die Farbe des Bodens (Untergrunds) ändert sich von rot zu grün		



9-11  
Jahre

pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

**Inhalt:**

Statistik

**Zielkonzepte/-fähigkeiten:**

Gaußsche Normalverteilung

**Altersgruppe:**

9-11 Jahre

**Dauer:**

Max. 3 Stunden

**Zusammenfassung:**

Die Kinder lernen die Gaußsche Glockenkurve kennen, indem sie die Frequenz von bestimmten Merkmalen, die in der Natur vorkommen, untersuchen. Die Kinder erhalten verschiedene Beispiele aus der Natur: verschiedene Bohnensorten und verschiedene Pflanzenarten, deren gemeinsame Merkmale sowie Unterschiede sie identifizieren und Hypothesen darüber anstellen sollen, wie und wodurch sie sich ähneln bzw. unterscheiden. Danach können sie ihre Hypothesen durch Klassifikation überprüfen: Einteilung der Bohnen nach Länge, Größe der Pflanzen, etc. Dadurch erlernen die Kinder, dass es innerhalb eines Durchschnittsbereichs viele Ausprägungen gibt, diese aber am oberen und unteren Ende immer seltener werden (z.B. sehr lange oder ganz kurze Bohnen).

**Ziele:**

Nach Durchführung der Aktivität sollen die Kinder Folgendes können:

- Hypothesen darüber bilden, wie bestimmte Eigenschaften derselben Bohnensorte variieren können.
- Daten sammeln, um Statistiken zu berechnen.
- Die Daten zur Berechnung von bestimmten Mustern verwenden.
- Häufigkeiten und Ausprägungen von Eigenschaften berechnen.
- Die Gaußsche Normalverteilung als statistisches Gesetz beobachten und erkennen.

**Materialien:**

- 100 blühende Pflanzen: z.B. 100 Gänseblümchen (*Bellis perennis*), Klatschmohn (*Papaver rhoeas*) oder ähnliche Pflanzen
- 100 lange Bohnen, bevorzugt Käferbohnen (*Phaseolus coccineus*). Bohnen haben z.B. den Vorteil, dass sie gut gelagert und getrocknet werden können. Außerdem können sie nach der Stunde eingesammelt und später wiederverwendet werden.
- Maßbänder (können auch aus Papier gefertigt werden)
- Einige Pinzetten
- 10 Plastikbecher für Bohnen, Blüten, etc.
- 7 Glaszylinder (ab einer Größe von 100ml Volumen)

# Statistik für junge ForscherInnen - biologische Beispiele

**Autorin:** Dagmar Kubátová, PF UJEP, Ústí nad Labem, Tschechische Republik

**An den deutschen Kontext angepasst von:** Jonathan Hense, Universität Bonn, Deutschland

Der Inhalt dieses Dokuments gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wider. Die Europäische Union haftet nicht für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen.



Das Projekt Pri-Sci-Net wurde durch das siebte Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7 2007/13) unter der Fördernummer 266647 gefördert.



## 1. Einstieg (Hypothesenbildung)

Die Lehrperson erklärt den SchülerInnen, dass es in dieser Aufgabe um die Häufigkeit von bestimmten Merkmalen geht und, dass sie selbst herausfinden sollen, welche spannende statistische Regel dahintersteckt. Er/sie bittet die Kinder, die Pflanzen oder die Bohnen zu beobachten.

Die Lehrperson formuliert Problemfragen: Sehen alle Pflanzen derselben Art genau gleich aus? Wie und wodurch unterscheiden sie sich? Wodurch habt ihr die Unterschiede erkannt?

Die Kinder sollen ihre Beobachtungen festhalten (dass nicht alle Bohnen gleich lang sind, dass dieselben Pflanzen nicht alle dieselbe Anzahl an Blütenblättern haben, etc.).

Die Lehrperson motiviert die Kinder, darüber nachzudenken, welche messbaren Merkmale einer bestimmten Pflanze (z.B. Bohne) am häufigsten und am seltensten vorkommen.

## 2. Erforschen (Planung und Durchführung von Untersuchungen)

Die Lehrperson fordert die Kinder auf, sich zu überlegen, wie sie ihre Hypothesen überprüfen können und welche Hilfsmittel sie dafür benötigen.

Darauf können sie z.B. antworten, dass sie die Gänseblümchen nach Anzahl ihrer Blätter in Gruppen einteilen und dann zusammenzählen. Dasselbe könnten die Kinder zur Einteilung der Kärferbohnen vorschlagen (nach Länge sortieren und zusammenzählen).

Die Lehrperson unterstützt die SchülerInnen beim Durchführen der statistischen Untersuchungen mithilfe des Arbeitsblatts. Die Kinder sollen die Pflanzen/Bohnen in Gruppe einteilen (klassifizieren) basierend auf den beobachteten Werten (Anzahl der Blütenblätter bzw. Länge der Bohnen). Danach zählen sie die jeweilige Frequenz des beobachteten Merkmals in jeder Gruppe von Pflanzen/Bohnen. Diese Aufgaben können entweder als Gruppenaktivität oder individuell durchgeführt werden. Im letzten Fall untersucht jedes Kind nur eine bestimmte Untergruppe.

Anschließend sollen die SchülerInnen ihre gewonnenen Ergebnisse gegenseitig austauschen und ihre Hypothesen bestätigen/verwerfen.

Danach sollen sie ihre Ergebnisse auf der Tafel, dem Whiteboard oder Flipchart zusammenfassen. Die Kinder können auch die Bohnen nach Größe in sieben Gruppen geordnet in sieben Glaszylinder geben, um das Ganze besser zu veranschaulichen. Die Ergebnisse können auch am Computer durch Berechnung von Diagrammen dargestellt werden (Gruppen auf der X-Achse und Häufigkeiten auf der Y-Achse).

Die Lehrperson unterstützt die Kinder beim Ableiten von Schlussfolgerungen: Welche Häufigkeiten fallen euch bei der jeweiligen Gruppe auf? Versucht die statistische Regel abzuleiten. Wo glaubt ihr tritt diese Regel noch auf? Abschließend soll jedes Kind seinen eigenen Beitrag zur Ermittlung der statistischen Regel selbst im Arbeitsblatt bewerten.

## 3. Auswerten (Auswertung der Ergebnisse)

Das Hauptergebnis ist das Erkennen der statistischen Regel hinter der Anzahl an unterschiedlichen Ausprägungen eines beobachteten Merkmals einer Spezies. Wichtig ist auch, dass die Kinder verstehen, dass die Regel nur nach Beobachtung von einer gewissen Anzahl von Exemplaren gültig ist und, dass die Exemplare, die am häufigsten vorkommen, im Durchschnittsbereich liegen.

Dieses statistische Gesetz wurde vor 200 Jahren vom Mathematiker Carl Friedrich Gauß entdeckt. Er hat beschrieben, wie sich die Verteilung der Messwerte in der Gaußschen Glockenkurve grafisch darstellen lassen. Die Kurve kann in ihrer Form (Höhe, Abflachung, Symmetrie) variieren, ähnelt allerdings meist einer Glockenform. Die häufigsten Werte befinden sich in der Mitte und an den Ende werden die Extremausprägungen immer seltener.



## Hinweise für den Lehrer

### Materialien:

Pflanzen und/oder Bohnen, die für die Durchführung der Aktivität benötigt werden. Bei Einteilung in Gruppen erhält jedes Kind 10 Bohnen/Pflanzen und ca. 100 pro Gruppe.

Materialtipps folgen auf den nächste Seiten.

### Anmerkungen und Tipps:

Bevor Sie mit der Aktivität beginnen, überprüfen Sie, ob sich die Pflanzen/Bohnen gemäß der Anleitungen im Arbeitsblatt einteilen lassen. Getrocknete Materialien können aufbewahrt und später wiederverwendet werden. Die statistischen Untersuchungen können je nach Verfügbarkeit von Pflanzen/Bohnen in der Gruppe oder einzeln durchgeführt werden.

### Zeiteinteilung:

- Beobachten und formulieren von Hypothesen: 20 Minuten
- Statistische Untersuchung in Gruppen: 30 Minuten
- Vergleichen und Zusammenfassen der Ergebnisse: 30 Minuten
- Das Ermitteln der Normalverteilung von Bohnenlängen mithilfe der Glaszylinder (sieben Gruppen): 20 Minuten
- Erstellen der tabellarischen oder grafischen Darstellung der Normalverteilung am Computer: 30 Minuten
- plus Abschlussdiskussion mit Schlussfolgerungen und weiterführende Überlegungen dazu, wo die statistische Regel noch zum Tragen kommt.



### 1) Lange Bohnen

Am besten geeignet für die Aktivität sind Käferbohnen (*Phaseolus coccineus*). Die Käferbohne kann in den meisten Supermärkten gekauft werden.



Abb: Käferbohnen

### 2) Klatschmohn (*Papaver rhoeas* L.)

Der Klatschmohn ist eine einjährige bis zweijährige krautige Pflanze, die Wuchshöhen von 30 bis 80 cm erreicht. In gegliederten und netzartig verbundenen Milchsafröhren wird Milchsaft produziert. Der wenig verzweigte Stängel ist relativ dünn und behaart. Die fiederschnittigen Laubblätter sind rau und etwa 15 cm lang. Die Blütezeit reicht von Mai bis Juli. Die Blüten stehen einzeln, endständig auf dem Stängel. Die zwittrigen Blüten sind radiärsymmetrisch und vierzählig mit doppelter Blütenhülle. Die zwei behaarten Kelchblätter fallen beim Öffnen der Blütenknospe ab. Die Kronblätter sind in der Knospe unregelmäßig „zusammengeknautscht“. Die mit einem Durchmesser von 5 bis 10 cm relativ großen Blütenkronen können in Größe erheblich variieren. Eingesetzt wird der Klatschmohn sowohl als Speisemittel, z.B. in Salaten, als auch als Heilpflanze bei Husten oder zur Beruhigung sowie als Zierpflanze.



Abb: getrockneter Klatschmohn

### 3) Gänseblümchen (*Bellis perennis* L.)

Das Gänseblümchen ist eine ausdauernde, krautige Pflanze, die Wuchshöhen von meist 4-15 Zentimetern erreicht. Die Laubblätter stehen bodennah in einer Blattrosette zusammen, aus deren Mitte die Blütenstandsschäfte entspringen, die den körbchenförmigen Blütenstand tragen. Jeder Blütenstand besteht aus vielen weißen Zungenblüten am Rand und gelben Röhrenblüten in der Mitte. Durch die bodennahe Wuchsform kann das Gänseblümchen in typischen Rasengesellschaften, die häufig gemäht werden, gut überleben und zählt dort zu den häufigen Pflanzen.



Abb: Gänseblümchen



Abb: blühender Klatschmohn



#### 4) Taube Trespe (*Bromus sterilis* L.)

ist eine Pflanzenart aus der Familie der Süßgräser. Sie ist eine einjährige oder einjährig überwinternde, krautige Pflanze, die Wuchshöhen von etwa 30 bis 60 Zentimetern erreicht und kahle Halme besitzt. Die lockere und herabhängende Rispe ist etwa 10 bis 15 cm lang. Die unteren Rispenäste sind meistens so lang wie Ährchen, die nicht zusammengedrückt sind. Von ihr sind überall raue biegbare Äste abstehend. Die Spelzen sind auf dem Rücken stets abgerundet. Die 15 bis 30 mm lange Granne ist fast doppelt so lang wie die starknervige Deckspelze. Die Ährchen sind mit der Granne 4 bis 6 cm lang und zur Spitze hin verlängert. Die Deckspelze ist 13 bis 23 mm lang. Die untere Hüllspelze ist einnervig, die obere dreinervig. Die Pflanze besitzt fein gezähnte Blatthäutchen. Die Taube Trespe kommt verbreitet im Unkrautsaum trockener Wege, in lückigen, leicht beschatteten Wiesen, auf Schuttplätzen, an Mauern oder Böschungen, auch in Kleefeldern und Weinbergen vor. Sie bevorzugt lockeren und daher meist sandigen oder steinigen Lehmboden, der mäßig stickstoffreich sein sollte. Sie erträgt Austrocknung gut und kann auch noch auf verkrustetem Steinschutt oder in Mauerritzen leben. Sie liebt warme Standorte.



Abb: Taube Trespe



9-11  
Jahre

# pri-sci-net



inquire  
investigate  
evaluate  
connect

**Inhalt:**

Biologie

**Zielkonzepte/-fähigkeiten:**

Aufbau und Funktion des Herzens, Puls

**Alter:**

9-11 Jahre

**Dauer:**

2 Einheiten

**Zusammenfassung:**

Schüler/innen werden mit Aufbau und Funktion des Herzens vertraut. Sie stellen Hypothesen auf, inwiefern sich der Puls unter Belastung ändert und überprüfen diese Hypothesen. Sie setzen sich forschend mit den Unterschieden zwischen Belastung/Nicht-Belastung und den individuellen Unterschieden zwischen einzelnen Personen auseinander.

**Ziele:**

Am Ende der Einheiten sollen die Schüler/innen:

- Mit verschiedenen Methoden ihren Puls messen können.
- Den Zusammenhang zwischen Puls und körperlicher Belastung verstehen.

**Materialien:**

- Stoppuhr
- Stethoskop
- Pulsuhr

# Wir beobachten unseren Herzschlag

**Erstautorin:** Dagmar Kubátová, PF UJEP, Ústí nad Labem, Tschechische Republik  
**An den Grundschulunterricht angepasst von:** Daniela Anger, PH Wien, Österreich

Der Inhalt dieses Dokuments gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wider. Die Europäische Union haftet nicht für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen.



Das Projekt Pri-Sci-Net wurde durch das siebte Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7 2007/13) unter der Fördernummer 266647 gefördert.



### 1. Einstieg (Hypothesenbildung)

Die Lehrperson teilt die Klasse in Kleingruppen (4-5 Schüler/innen) ein und teilt die Arbeitsblätter 1 und 2 aus. Auf AB 1 sollen die SchülerInnen in Einzelarbeit ihre Vorstellung von einem Blutkreislauf einzeichnen. Des Weiteren sollen sie sich über die folgenden Fragen Gedanken machen.

- Wofür brauchen wir unser Herz überhaupt? Was macht das Herz?

Danach bittet die Lehrperson die Schülerinnen und Schüler, ihre Hand zu einer Faust zu ballen und fragt sie, welche Organe in ihrem Körper so groß wie die Faust sind? Falls wenig Vorwissen

vorhanden ist, erklärt die Lehrperson Funktion und Aufbau des Herzens. Anschließend startet die Lehrperson eine Diskussion mit folgenden Fragen:

- Was macht dein Herz in der Nacht? Schläft es auch?
- Schlägt das Herz die ganze Zeit im gleichen Tempo, im gleichen Rhythmus?
- Gibt es eine Möglichkeit, um den Rhythmus unsers Herzens bei verschiedenen Tätigkeiten zu messen?

Die Schüler/innen sollen Hypothesen aufstellen. Zum Beispiel:

- Wenn wir uns bewegen, schlägt das Herz schneller.

### 2. Erforschen (Planung und Durchführung von Untersuchungen)

Nachdem die Schüler/innen Vermutungen formuliert haben, beginnen sie mit den Experimenten. Sie beobachten, messen ihren Puls bei verschiedenen Aktivitäten und tragen die Ergebnisse in eine Tabelle ein.

Jede Gruppe entscheidet selbst, mit welchen Methoden sie den Puls misst. Danach wählen die Schüler/innen Tätigkeiten und deren Reihenfolge, mit welchen sie die Herzaktivität durch eine gewählte Methode testen. Sie erfassen die Messwerte auf ihren Arbeitsblättern.

Hinweis: Nutzung des Stethoskops erklären, um Verletzungen des Trommelfells vorzubeugen!

Aktivitäten wären zum Beispiel:

- 20 Kniebeugen
- ruhig in einem Stuhl sitzen
- ein Lied singen
- auf der Stelle laufen
- schreien
- flüstern
- 20 Sit-ups
- 20 Liegestütze
- 20 Strecksprünge
- tanzen
- etc.

### 3. Auswerten (Auswertung der Ergebnisse)

Auf Basis der erhobenen Daten sollen die Schüler/innen Schlussfolgerungen ziehen. Der direkte Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und Puls wird verstanden.

Wurden andere Beobachtungen gemacht? Zum Beispiel haben bei derselben Aktivität verschiedene Kinder unterschiedliche Pulsraten. Womit kann das zusammenhängen? Wie steht es um die Fitness der einzelnen Kinder? Wer macht viel Sport?

Basierend auf:

- 'Teaching science as inquiry' (Carin et al., 2005) ;
- 'Inquiry-based science instruction – What is it and does it matter?' (Minner et al., 2009) ;
- 'The psychology of teaching Scientific Thinking: implications for science teaching and learning. (Li, Klahr, 2006)



## Wir beobachten unseren Herzschlag

### Zeichne den Blutkreislauf ein:

- Wo befindet sich das Herz?
- Wozu brauchen wir das Herz?
- Kennst du noch andere Organe im menschlichen Körper?

### Welche Funktion hat das Herz?

---

---

---

---

---

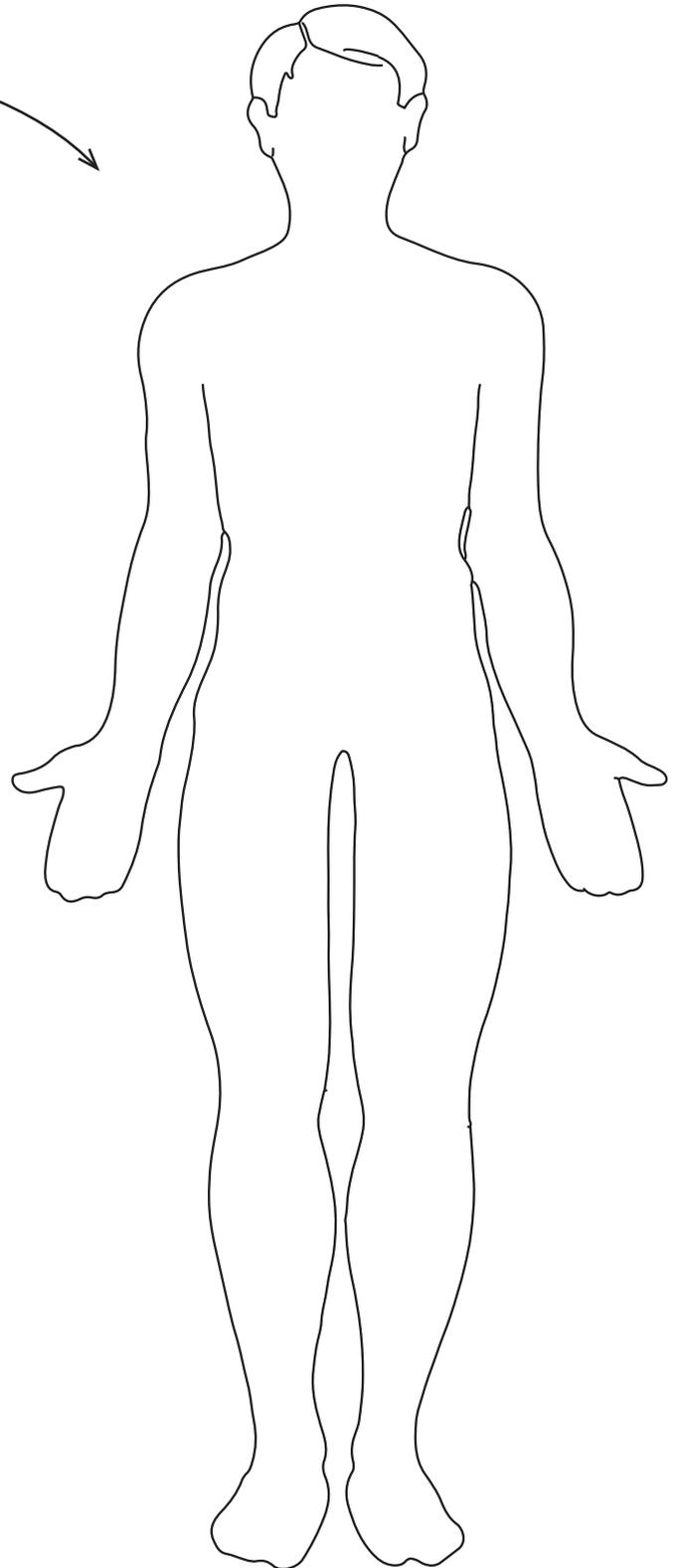
---

---

---

### Wie viel Liter Blut hast du im Körper?

---





Wir beobachten  
unseren Herzschlag

Verwendet jetzt verschiedene Methoden, um euren Puls während verschiedener Aktivitäten zu messen.

**Mögliche Methoden:**

- Messen des Pules an den Blutgefäßen am Hals oder Handgelenk
- Messen des Pulses mit einer Pulsuhr
- Zählen der Herzschläge (Herzfrequenz) pro Minute (Lege dein Ohr auf die Brust eines Klassenkameraden)
- Zählen der Herzschläge pro Minute mit einem Stethoskop

Tragt die Ergebnisse in die Tabelle ein.

Körperliche Aktivität	Messmethode	Ergebnis (Puls) Schläge/Minute	Einschätzung der Höhe der Anstrengung 1= niedrigste 5= höchste

Wir beobachten  
unseren Herzschlag

Vergleicht die Ergebnisse des Experiments in der Gruppe untereinander.  
Ist eure vorher aufgestellte Hypothese bestätigt oder widerlegt?

---

---

---

---

---

---

---

---

Was habt ihr noch beobachtet?

---

---

---

---

---

---

---

---

Sind die Ergebnisse des Herzschlagtests während den gleichen Tätigkeiten für alle Schüler/Schülerinnen der Gruppe gleich?

---

---

---

---

---

---

---

---

Können die Unterschiede in den gemessenen Werten der einzelnen Schüler/Schülerinnen erklären?

---

---

---

---

---

---

---

---



# pri-sci-net

inquire  
investigate  
evaluate  
connect



Das Projekt Pri-Sci-Net wurde durch das siebte Europäische Forschungsrahmenprogramm (FP7 2007/13) unter der Fördernummer 266647 gefördert.

