



DEUTSCH



# Teaching Science in Europe 3

Was europäische Lehrkräfte  
voneinander lernen können

SCIENCE  ON STAGE  
DEUTSCHLAND

**HERAUSGEBER**

Science on Stage Deutschland e.V.  
Poststraße 4/5  
10178 Berlin

**KOORDINATORINNEN****DER WORKSHOPS**

- A Naturwissenschaft in Kindergarten und Grundschule  
*Dr. Ute Hänslers*,  
Geschäftsführerin two4science,  
haensler@two4science.de  
*Dr. Gerhard Sauer*,  
Amt für Lehrerbildung, Gießen,  
g.sauer-linden@gmx.de
- B Wie nützen außerschulische Lernorte?  
*Malte Detlefsen*, GenaU Berlin,  
info@genau-bb.de  
*Prof. Otto Lührs*,  
Science on Stage Deutschland e.V.  
ottoluehrs@t-online.de  
*Dr. Astrid Wasmann-Frahm*,  
Elsensee-Gymnasium, Quickborn  
astrid.frahm@web.de
- C Moderation des Lernens im naturwissenschaftlichen Unterricht  
*Martin Falk*,  
Albert-Einstein-Gymnasium Buchholz  
ms.falk@t-online.de  
*Prof. Dr. Dirk Krüger*, Didaktik der Physik, Freie Universität Berlin  
dirk.krueger@fu-berlin.de  
*Dr. Wolfgang Welz*,  
Science on Stage Deutschland e.V.  
welz-nano@t-online.de

**GESAMTKOORDINATION UND REDAKTION**

*Dr. Wolfgang Welz*, Vorstandsvorsitzender  
Science on Stage Deutschland e.V.  
*Stefanie Schlunk*, Geschäftsführerin  
Science on Stage Deutschland e.V.  
*Johanna Schulze*, Stellvertretende  
Geschäftsführerin Science on Stage  
Deutschland e.V.  
*Elena Lührs*, Science on Stage  
Deutschland e.V.

**BILDER**

Die Autoren haben die Bildrechte für die Verwendung in dieser Publikation nach bestem Wissen geprüft.

**TITELFOTO**

fotolia.com: JLV Image Works /  
Marko Cerovac  
Montage: Christian Weber

**GESTALTUNG**

weber.  
Konzeption. Kreation. Kommunikation.  
www.christianweber.info

**DRUCK**

trigger.medien.gmbh  
www.triggermedien.com

**FINANZIERUNG**

- Robert Bosch Stiftung
- Siemens Stiftung
- Arbeitgeberverband Gesamtmetall – THINK ING.

**BESTELLUNGEN**

www.science-on-stage.de  
info@science-on-stage.de

ISBN 978-3-942524-00-1 (PDF)

1. Auflage 2010  
5.000 Exemplare

© Science on Stage Deutschland e.V.

Zur besseren Lesbarkeit der Texte haben sich die Autorinnen und Autoren weitgehend auf die Verwendung des „Binnen-Is“ als geschlechtergerechte Formulierung geeinigt.

# Teaching Science in Europe 3

*Was europäische Lehrkräfte voneinander lernen können*

Unter der Federführung des gemeinnützigen Vereins Science on Stage Deutschland e.V. diskutieren 55 Lehrkräfte aus 12 europäischen Ländern aktuelle Konzepte und Materialien für den naturwissenschaftlichen Unterricht.





**Vorwort**  
*Chancen für alle  
Temperamente und Talente*

6

A

**Naturwissenschaften in Kindergarten  
und Grundschule**



16

B

**Wie nützen außerschulische Lernorte?**



40

C

**Moderation des Lernens  
im naturwissenschaftlichen Unterricht**



60



**Anhang**  
*Veranstaltungen im Rahmen des Projektes  
Teilnehmerinnen und Teilnehmer  
Rückmeldebogen*

88



# Chancen für alle Temperamente und Talente



uch zehn Jahre nach dem fulminanten Auftakt im Jahr 2000 in Genf zu einer Serie von fünf großen europäischen Tagungen zum Lehren und Lernen in

den Naturwissenschaften bleibt die Auseinandersetzung mit Problemen der Vermittlung und die Suche nach wegweisenden Lösungen in Didaktik und Methodik akut auf der Tagesordnung der europäischen Lehrkräfte der 27 europäischen Staaten, die sich auf der Plattform ‚Science on Stage‘ seither getroffen haben und weiterhin treffen.

Im Zentrum dieses Austausches über Beispiele guter Praxis steht die Konstruktion von Lernlandschaften (s. Abbildung), die für alle Temperamente und Talente bei Lernenden und Lehrenden ein bereicherndes Lernen und erfolgreiches Lehren ermöglicht und die Qualität der Unterrichtsarbeit und ihrer Ergebnisse steigert und nachhaltig erhält.

Bei dem vom Verein Science on Stage Deutschland e.V. im Herbst 2008 in Berlin gestalteten Bildungsfestival bildeten die Workshops zu drei Leitthemen die wichtigste Konstituente:

- Naturwissenschaften in Kindergarten und Grundschule
- Wie nützen außerschulische Lernorte?
- Moderation des Lernens im naturwissenschaftlichen Unterricht.



Lernlandschaft, multiple Lernwege für multiple Intelligenzen

Auszug aus dem Projekt: Focus on Teachers – „Flow“ im naturwissenschaftlichen Unterricht, von Jutta Felten, Wolfgang Welz; siehe auch: [www.mic-campus.de](http://www.mic-campus.de) (Stichwort: CaTT)

Die 55 TeilnehmerInnen aus 12 Ländern schließen ihre intensiven Untersuchungen und Erörterungen, die sie auf ihren insgesamt vier Tagungen im Verlauf eines Jahres erarbeitet und gestaltet haben, mit dem hier vorliegenden Bericht vorläufig ab [Termine und Teilnehmende s. Anhang].

„Vorläufig“ heißt, die Arbeit ist – wie bei allen Bildungsprozessen – nicht beendet. Die hier vorgelegte Darstellung der Arbeit aus den Workshops hat deshalb auch teilweise den Charakter eines Protokolls oder Zwischenberichts. Unterschiedliche Sicht- und Vorgehensweisen, gerade auch kulturell geprägte, sollen erörtert werden und zur Entspannung selbst erfahrener Problemlagen beitragen. Die Prozessorientierung soll es den TeilnehmerInnen ermöglichen, ihren eigenen Gewinn einzufahren, der nicht nur in einer Sammlung von Materialien besteht, sondern auf einer Metaebene Wege und Irrwege erfahren lässt. Die TeilnehmerInnen an den Arbeitstagungen sind die Protagonisten für die Verbreitung der Ideen und Konzepte in ihren Ländern und ihren Strukturen.

Bei alledem stellen sich gelegentlich zwei Fragen: „Was ist und macht eigentlich ‚Science on Stage‘?“ und „Erreicht Science on Stage Deutschland e.V. seine selbstgesteckten Ziele?“

Zur Beantwortung der ersten Frage wirft die Chefredakteurin der europaweit herausgegebenen Zeitschrift „Science in School“, Dr. Eleanor Hayes, einen erhellenden Blick von außen auf die Plattform ‚Science on Stage‘ und ihre Entwicklung.

Die zweite Frage beantwortet eine von Science on Stage Deutschland e.V. in Auftrag gegebene externe Evaluation anlässlich des Festivals im Herbst 2008 in Berlin, die von Tanja Tajmel, Humboldt Universität zu Berlin, durchgeführt wurde. Nachfolgend wird die Kurzfassung des Evaluationsberichtes wiedergegeben, die Langfassung ist auf der Webseite von Science on Stage Deutschland e.V. eingestellt.

Nachhaltig Chancen für alle Temperamente und Talente zu bereiten, ist das gemeinsame Ziel der europäischen Akteure auf der Plattform ‚Science on Stage‘. Nachhaltigkeit ist aber kein Zustand, der sich selbst erhält. Nachhaltigkeit ist – wie uns die Herkunft dieses Begriffes aus der Forstwirtschaft lehrt – eine Prozessgröße, die permanent gepflegt werden muss. Und das ist Arbeit!

Der Veranstalter dankt den Teilnehmerinnen und Teilnehmern herzlich für ihr auch dieses Mal gezeigtes großes Engagement und wünscht allen Lehrkräften viel Freude und Erfolg in ihrer Arbeit vor Ort.

Um die LeserInnen an dem hier fortgesetzten Dialog zu beteiligen, wird herzlich gebeten, den Rückmeldebogen im Anhang des Buches zu nutzen.

Die Veranstaltungen und die Vermittlung dieser Ergebnisse wären ohne die großzügige Unterstützung der Robert Bosch Stiftung, der Siemens Stiftung und der Initiative THINK ING. des Arbeitgeberverbandes Gesamtmetall nicht möglich gewesen. Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer und der Veranstalter sind sehr dankbar dafür!

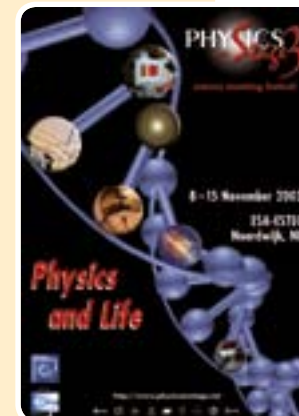
#### **DR. WOLFGANG WELZ**

Vorsitzender Science on Stage Deutschland e.V.  
Chairman Executive Board Science on Stage Europe

## Science on Stage: heading for a country near you

How better to inspire thousands of schoolchildren across Europe than by motivating and educating their teachers? As **ELEANOR HAYES** explains, that is the idea behind Science on Stage – a network of local, national and international events for teachers.

Initially launched in 1999 as Physics on Stage, it was the brainchild of EIROforum (w1), the publisher of *Science in School*, and received financial support from the European Commission. In 2005, the initiative was broadened to cover all sciences and renamed Science on Stage, but the format remained essentially unchanged. National representatives organised competitions, science fairs and festivals, to identify innovative teachers and teaching activities, encourage the improvement of national education systems and establish a European community of science teachers keen to share and exchange their best teaching ideas. The size of the national activities varied – some were quite small, while the Spanish Ciencia en Acción event (w2) involved several thousand people. A number of lucky teachers from each country were then selected to attend the international festival hosted by one of the EIROforum organisations – a chance to exchange teaching ideas with 500 colleagues from more than 27 countries, attend lectures by leading scientists, take part in workshops, visit world-class research facilities and enjoy the on-stage science shows.



Most importantly, participants from the international festival then took the ideas and experience back to their own countries to share with their colleagues – sending ripples of inspiration across Europe. One of the collaborations that emerged was between the UK and

Malta: chemistry teacher Tim Harrison has made several trips to this Mediterranean archipelago to perform dramatic chemistry shows in front of thousands of school students and their teachers. Didier Robbes from the University of Caen, France, found Italian partners



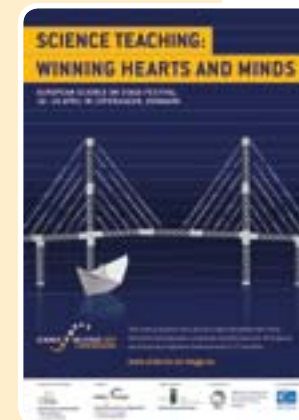
to set up an education company based on his electromagnetism project. And there has been much activity at the national level too: Science on Stage Belgium and Science on Stage Austria e.V., for example, have presented their activities at a range of conferences and events, both for teachers and the general public (see Furtado & Rau, 2009).

In 2008, the contract with the European Commission – and thus the financial support – ran out, but the enthusiasm and commitment of the national organisers continued. In some countries, the national events had gained so much momentum that it was clear they would continue, even without the lure of an international festival. Nonetheless, it was recognised that the international festival – with the chance to swap ideas and experience with teachers from across Europe – was an intrinsic part of Science on Stage.

The German national organisers (w3) took the initiative, therefore, to plan an international Science on Stage festival in October 2008, with substantial sponsorship from THINK ING (w4). Two hundred and fifty European teachers flocked to Berlin to share their teaching projects and experiments, discuss innovative methods in workshops and round tables, attend scientific talks and stage performances, and visit Berlin's research institutes. Thus was born the idea that the national organisers should pass the Science on Stage flame from one to the other, competing to host the international festival every two years.

With this in mind, representatives from 18 European countries met on 22–23 October 2009 in Berlin to establish Science on Stage Europe (w5), and to decide which country should have the honour – and the responsibility – of hosting the next international festival. The

national organisers from Austria, Malta and Poland made excellent bids, but the final vote went to Denmark. With generous financial support from the Danish Education Ministry, the fourth Science on Stage international festival takes place on 16–19 April 2011 in Copenhagen.



#### REFERENCES

Furtado S, Rau M (2009) Science on Stage: recent activities.

*Science in School* 12: 10–13. [www.scienceinschool.org/2009/issue12/sos](http://www.scienceinschool.org/2009/issue12/sos)

#### WEB REFERENCES

w1 – EIROforum – the publisher of *Science in School* – is a partnership of seven European inter-governmental research organisations. For more information, see: [www.euroforum.org](http://www.euroforum.org)

w2 – Ciencia en Acción is the Spanish Science on Stage organisation. See: [www.cienciaenaccion.org](http://www.cienciaenaccion.org)

w3 – To learn more about Science on Stage Germany, see: [www.science-on-stage.de](http://www.science-on-stage.de)

w4 – THINK ING is an initiative of the German Association of Metal and Electrical Industry Employers. To learn more, see: [www.think-ing.de](http://www.think-ing.de)

w5 – To learn more about Science on Stage and find your national contact, see the Science on Stage Europe website: [www.science-on-stage.eu](http://www.science-on-stage.eu)

#### RESOURCES

Teaching materials, photographs and much more information about previous festivals is available here: [www.science-on-stage.net](http://www.science-on-stage.net)

For more information about previous Science on Stage activities, see the following *Science in School* articles:

Capellas M (2007) Science teaching flies high at Science on Stage 2.

*Science in School* 5: 10–11. [www.scienceinschool.org/2007/issue5/sos](http://www.scienceinschool.org/2007/issue5/sos)

Furtado S (2009) Science on Stage: recent international events.

*Science in School* 11: 11–14.

[www.scienceinschool.org/2009/issue11/sos](http://www.scienceinschool.org/2009/issue11/sos)

Hayes E (2007) Awards, rewards – and onwards!

*Science in School* 5: 12–14.

[www.scienceinschool.org/2007/issue5/sosprize](http://www.scienceinschool.org/2007/issue5/sosprize)

Hayes E (2008) Science on Stage: recent activities.

*Science in School* 10: 4–7.

[www.scienceinschool.org/2008/issue10/sos](http://www.scienceinschool.org/2008/issue10/sos)

Riggulsford M, Warmbein B (2006)

Space balloons, mousetraps and earthquakes: it's Science on Stage!

*Science in School* 1: 8–11.

[www.scienceinschool.org/2006/issue1/spaceballoons](http://www.scienceinschool.org/2006/issue1/spaceballoons)

Warmbein B (2006) Science teachers take centre stage. *Science in School* 1: 6–7. [www.scienceinschool.org/2006/issue1/centrestage](http://www.scienceinschool.org/2006/issue1/centrestage)

Dr. Eleanor Hayes is the Editor-in-Chief of *Science in School*.

This article was first published in: *Science in School*, the European journal for science teachers:

Hayes E (2009) Science on Stage: heading for a country near you.

*Science in School* 13: 2–3. [www.scienceinschool.org/2009/issue13/sos](http://www.scienceinschool.org/2009/issue13/sos).

To learn more about the journal, read articles online in many languages or subscribe to the free print journal, visit:

[www.scienceinschool.org](http://www.scienceinschool.org).

Die Evaluierung wurde von FRAU TANJA TAJMEL, Humboldt-Universität zu Berlin, durchgeführt. Die Evaluation zeigt, dass ‚Science on Stage‘ große Stärken im Bereich des Austauschs der Expertisen von Lehrkräften hat. Die Lehrkräfte, die an ‚Science on Stage‘ teilnehmen, sind folgendermaßen charakterisierbar:

- Die ‚Science on Stage‘-Lehrkräfte entwickeln eigene Ideen zur Verbesserung des Unterrichts;
- Sie zeigen hohe Bereitschaft, diese Ideen zu präsentieren, zu diskutieren und weiterzugeben;
- Sie suchen nach neuen Ideen für den Unterricht und wollen diese in ihrem Unterricht erproben.

Die Möglichkeit, selbst als ExpertInnen mit ihren Ideen in Erscheinung zu treten, ist für die Lehrkräfte die größte Stärke von ‚Science on Stage‘. Dies stellt, wie im Post-Test und in den Interviews bestätigt werden konnte, auch die größte Motivation zur Teilnahme dar und wurde als wesentlicher Unterschied zu anderen Lehrkräftefortbildungen genannt. ‚Science on Stage‘ deckt in hohem Maße das Bedürfnis der Lehrkräfte nach dieser Art von Austausch und Diskussion ab. Entsprechend groß ist der Wunsch nach ausreichendem Platz zur Präsentation der Projekte und ausreichender Zeit zum Besuch der Fair.

In der Darstellung der in der Zielanalyse genannten Maßnahmen (Verbesserung des Unterrichts, Verbesserung der Kenntnisse und „Person Lehrkraft“), welche hypothetisch zu einer Erhöhung des Interesses der SchülerInnen an Naturwissenschaften und Technik führen sollen, ist ‚Science on Stage‘ eindeutig in der Kategorie „Person Lehrkraft“ zu verorten. Dieser Bereich wird nahezu vollständig von ‚Science on Stage‘ abgedeckt. ‚Science on Stage‘ unterstützt und stärkt in hohem Maße das Selbstverständnis der Lehr-



personen, die Identifikation mit dem Beruf und mit dem Fach und die Freude am Beruf.

Es ist anzunehmen, dass sich diese Faktoren positiv auf die Qualität des Unterrichts und somit indirekt auf den Bereich "Verbesserung des Unterrichts" auswirken.

Wesentlich für die Evaluation war die Frage, ob es konkrete Schwerpunkte gibt und in welchem Ausmaß diese Schwerpunkte sich im Rahmen der Zielanalyse widerspiegeln. Vor diesem Hintergrund ist ‚Science on Stage‘ als erfolgreiches Projekt zu bewerten, da einer von den drei Maßnahmenbereichen nahezu vollständig durch das Projekt abgedeckt ist.

Von geringerer Bedeutung ist für die TeilnehmerInnen der Wettbewerb und die Möglichkeit, einen Preis zu gewinnen. Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen sehen das Festival nicht als kompetitive Veranstaltung, sondern in erster Linie als Gelegenheit zum Austausch.

Die Stärken und Schwächen von ‚Science on Stage‘ können folgendermaßen zusammengefasst werden:

Stärken	Schwächen (bzw. geringe Bedeutung)
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Neue Experimente und neue Unterrichtsthemen</li> <li>→ Unterricht in anderen Ländern</li> <li>→ Spaß und Freude im Unterricht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Bezug zum Alltag</li> <li>→ Naturwissenschaften als Teil von Kultur</li> </ul>
<p>BESONDERE STÄRKEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Gelegenheit, Erfahrungen mit Kollegen auszutauschen</li> <li>→ Identifikation mit dem eigenen Beruf</li> <li>→ Gelegenheit, ein Projekt zu präsentieren</li> <li>→ Wissensaustausch zwischen europäischen Lehrkräften</li> <li>→ Anregungen für Hands-on Experimente</li> </ul>	<p>GERINGERE BEDEUTUNG:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Bewertungsmethoden</li> <li>→ Lehr- und Lernmethoden</li> <li>→ Wettbewerb und die Möglichkeit, einen Preis zu gewinnen</li> <li>→ Gelegenheit, auf der Bühne zu sein</li> </ul>



### Internationale Komponente

Es zeigte sich, dass etwa 38% der gesamten und TeilnehmerInnen des Science on Stage-Festivals (bzw. 46 % aller deutschen TeilnehmerInnen) 2–3 internationale Kontakte geknüpft haben, mit denen sie auch weiter in Kontakt stehen wollen.

Entsprechend der Tatsache, dass die deutschen TeilnehmerInnen die größte Gruppe darstellten (56 %) und demnach viele deutsche Projekte vertreten waren, wurde von den meisten TeilnehmerInnen ein deutsches Projekt als eines von drei beliebtesten Projekten genannt. Insbesondere deutsche TeilnehmerInnen wählten deutsche Projekte, während nicht-deutsche ihre Wahl sehr stark auf mehrere Länder verteilten. Die Ursache hierfür könnten sprachliche Gründe sein: Nicht-deutsche TeilnehmerInnen gehen davon aus, dass sie auf dem Festival Englisch sprechen werden und müssen; für deutsche Teilnehmende ist dies auf einem Festival, das in Deutschland stattfindet, nicht zwingend notwendig. Sie können auch ohne Englischkenntnisse teilnehmen und halten sich vermutlich eher im Bereich der deutschen Projekte auf.

### Fazit

‚Science on Stage‘ weist klare Schwerpunkte auf, die in der allgemeinen Zielformulierung zur Erhöhung des Interesses der SchülerInnen an Naturwissenschaften als Maßnahmen definiert wurden und im Bereich "Person Lehrkraft" verortet werden können. Das Projekt verfolgt daher erfolgreich die eigenen Ziele. Die Bedeutung der internationalen Komponente trat insbesondere im Post-Test und in den Interviews zutage. Die quantitative Analyse des internationalen Austausches ergab, dass selbst bei sehr ungleicher Verteilung der Nationalitäten und der deutlichen Überrepräsentanz einer Gruppe ein messbarer internationaler Ideenaustausch stattfindet.



# Naturwissenschaften in Kindergarten und Grundschule

A

Naturwissenschaften in Kindergarten und Grundschule

16

## KONTAKT ZUR ARBEITSGRUPPE

Dr. Ute Hänslers · Geschäftsführerin two4science  
haensler@two4science.de

Dr. Gerhard Sauer · Amt für Lehrerbildung · Gießen  
g.sauer-linden@gmx.de

A

A

Naturwissenschaften in Kindergarten und Grundschule

17

D

Die Naturwissenschaften sind dabei, sich im Alltag von Kindergärten und Grundschulen einen festen Platz zu erobern. Dies verdanken wir auch der Erkenntnis, dass Kinder mit der Erkundung alltäglicher, naturwissenschaftlicher Phänomene keinesfalls überfordert sind, wie lange Zeit angenommen. Voraussetzung ist, naturwissenschaftliche Themen werden nicht als „kindgerecht aufbereitetes“ Fachwissen gelehrt; stattdessen bekommen die Kinder die Chance, sich handlungsorientiert mit entsprechenden Themen und Aufgaben auseinanderzusetzen. Wie dies in der Praxis gelingt, zeigen die beiden ersten Publikationen dieser Reihe anhand zahlreicher Beispiele (*Teaching Science in Europe* und *Teaching Science in Europe 2*).

Während zu Beginn vor allem die NaturwissenschaftlerInnen selbst das naturwissenschaftliche Experimentieren in Form von Experimentieranleitungen in Kindergärten und Grundschulen brachten, beteiligen sich inzwischen auch zahlreiche PädagogInnen an der Diskussion um geeignete Methodik für frühe, naturwissenschaftliche Bildung. Wertvolle Impulse liefern außerdem die Neurobiologen, die Lernprozesse untersuchen. Laut Petra Evanschitzky vom Transferzentrum für Neurowissenschaften und Lernen ZNL Ulm ist es beispielsweise wichtig, zunächst die genauen Ziele beim naturwissenschaftlichen Arbeiten mit Kindern zu definieren und dann die Methodik daran anzupassen. Soll Neugierde geweckt oder eine vertiefte Auseinandersetzung mit Phänomenen ermöglicht werden?

Je mehr sich die Naturwissenschaften in Kindergarten und Grundschule etablieren, desto mehr reift die Erkenntnis, dass sie nicht nur um naturwissenschaftlicher Inhalte willen behandelt werden sollten. Vielmehr fördert naturwissenschaftliches Experimentieren viele andere Kompetenzen, deren Entwicklung und Stärkung moderne Bildungspläne fordern. Wie die Naturwissenschaften zur Sprachförderung eingesetzt werden können, zeigt der erste Abschnitt dieses Kapitels „Naturwissenschaften und Sprache“.

Das Beispiel „Schatten – nicht nur ein Naturphänomen“ im zweiten Abschnitt zeigt, wie didaktische Ziele und Methoden in Evanschitzkys Sinne aufeinander abgestimmt werden können.

### 1. Naturwissenschaften zur Verbesserung der Sprachkompetenz in Kindergarten und Grundschule

Der folgende Abschnitt besteht aus drei Teilen. Zu Beginn erklärt Yves Quéré, Mitglied der Französischen Akademie der Wissenschaften, warum Naturwissenschaften und Sprache auf komplexe Art und Weise miteinander verbunden sind. Der zweite Teil zeigt am Beispiel Berlins, warum Sprachkompetenz für die BürgerInnen eines modernen Europas notwendig ist. Der dritte Teil – erarbeitet unter der Leitung von Stuart Naylor – gibt praktische Hinweise, wie naturwissenschaftliche Bildung nicht nur naturwissenschaftliches Fachwissen, sondern auch Sprachkompetenz vermittelt.

#### 1.1. Naturwissenschaften und Sprache

Das Verhältnis zwischen Naturwissenschaften und Sprache ist kein Zufall: In der Tat gibt es eine Verbindung – beide wurden zur gleichen Zeit aus genau derselben Notwendigkeit heraus geboren.

##### 1.1.1. Die gemeinsame Geschichte von Naturwissenschaften und Sprache

Es gab einen Tag – man kann es zumindest symbolisch als einen solchen bezeichnen –, als zum ersten Mal ein Lebewesen einen Ton – für uns ein Nomen – artikuliert hat, um ein *Etwas*, ein Objekt (einen Baum...) oder ein Ereignis (Wind...) in seiner Umwelt zu benennen. An diesem Tag wurde die Sprache geboren, die es dem Menschen erlaubte, Eindrücke oder Gefühle oder Informationen über dieses bestimmte ‚Etwas‘ aus-

zutauschen. Dies war aber auch der Tag, an dem Naturwissenschaften geboren wurden, an dem zu Beginn diese Worte nichts anderes waren als die Verständigung über Naturereignisse und unser Streben, diese zu ordnen. Daher erfinden wir weiterhin jedes Jahr Worte, die Mineralien benennen, pharmazeutische Moleküle, Insekten – die Systematik, die einen Teil unserer naturwissenschaftlichen Aktivitäten gewährleistet.

Nach den Nomen kamen die Verben, die Aktivitäten (schlafen, rennen...) beschreiben, dann Adjektive und Adverbien – Hilfsmittel der Naturwissenschaften in gleichem Maße wie unserer Sprache, da sie uns erlauben, unsere Wahrnehmung von Objekten (der Baum ist groß oder klein) und Aktivitäten (ich laufe schnell oder ich laufe langsam) zu spezifizieren. So gesehen ist die Geburt der Sprache auch die Geburt einer Vergleichswissenschaft, wie es Kindern im Vorschulalter gelehrt wird, wenn wir sie bitten, Objekte der Größe oder der Härte oder Farbe nach zu ordnen.

Die Fähigkeit, Sätze zu bilden, folgte bald. Und mit der immensen Anzahl an Kombinationsmöglichkeiten aus nur ein paar Dutzend Worten konnte man schnell feststellen, dass die Mehrheit dieser Kombinationen nur flüchtigen und örtlichen Charakter hatte. Deshalb ist der Satz „Ich gehe auf Büffeljagd, halte das Feuer in der Höhle am brennen“ nur an einem bestimmten Ort und für einen bestimmten Volksstamm von Bedeutung. Wenn ich im Gegensatz dazu sage „Wenn ich loslasse, fällt der Stein“, spreche ich in ewiger Dimension (mein Großvater sagte dasselbe) und universeller Wahrheit (in allen Volksstämmen wurde dasselbe gesagt). Im Gegensatz zum vorherigen Satz, ist dieser ein typischer Satz der Naturwissenschaften, und wir nennen dies heute ein Phänomen. Der Satz „Ein elektrischer Strom erhitzt den Draht, durch den er fließt“ beschreibt den Joule Effekt. Er enthüllt für mich solch eine absolute Wahrheit, dass ich glaube, dass es morgen immer noch wahr ist. Und für mich selbst bilde ich diese närrische Zeitform *Zukunft* in meiner Sprache, die lediglich durch die Ansammlung tausender wiederholter Beobachtungen – oder sagen wir Naturwissenschaften – gerechtfertigt wird. Auch wenn nichts beweist, dass es wirklich so sein wird, kann ich mir erlauben zu sagen „Morgen *wird* der Stein *fallen*“, während die Bedeutung von „Morgen werde ich einen Vortrag halten“ dagegen etwas skurril erscheint, da ich noch gar nicht weiß, was morgen sein wird.

### 1.1.2. Das Wie? und Warum?

Als Nächstes kommt das *Wie?* vor dem *Warum?* Wie fällt der Stein? Ich antworte ohne Zögern „Der Stein fällt schnell“ oder auch „Der Stein fällt senkrecht“, indem ich meiner Sprache das Element der Geometrie hinzufüge, um die Beschreibung des Phänomens zu präzisieren. Als sich Aristoteles mit der Frage nach dem *Warum* beschäftigte, lieferte die Antwort das, was wir Theorie nennen. Der Stein fällt, weil er von „irdischem Wesen“ ist. Er fällt, weil er von der Erde kam und daher zur Erde zurückkehren muss, und ein großer Stein fällt schneller als ein kleiner Stein.

Galileo nahm diese Fragen auf und beantwortete sie anhand von Experimenten: Die Antwort auf die Fragen, die wir der Natur stellen, kann nur von der Natur selbst gegeben werden, nicht von Galileo, nicht vom Papst, nicht von der Nobelpreis-Kommission und nicht vom Prinzen. Die Natur selbst lädt uns ein, mit ihr in den Dialog zu treten. Das Experiment ist eine Art stilisiertes Gespräch mit der Natur.

Im vorliegenden Fall würde die Natur Aristoteles widersprechen und sagen: „Ein großer Stein fällt mit derselben Geschwindigkeit wie ein kleiner Stein“ – ein Satz, den wir auf Englisch, Französisch etc. sagen können. Und sie würde auch sagen: „Sie fallen mit derselben Beschleunigung.“ Galileo hätte den letzten Satz in der Sprache der Mathematik formuliert:  $h \approx t^2$ , wobei  $h$  die Fallhöhe und  $t$  die Fallzeit beschreiben. Von nun an werden sich die Naturwissenschaften auf diese Weise ausdrücken, entweder mathematisch (häufig gebräuchlich in der Physik) oder in der gewöhnlichen Sprache (z.B. in der Botanik oder Evolutionstheorie).

Dieses Merkmal, dass Sprache und Naturwissenschaft wie Zwillinge sind, muss in unserem naturwissenschaftlichen Unterricht erkennbar sein. Präzise Begriffe müssen von Beginn an verwendet werden und wir müssen diese Präzision von unseren SchülerInnen fordern. Während man in der Poesie sagen kann „der Baum“, muss es in den Naturwissenschaften präzise heißen: die Tanne, die Lärche, die Zeder etc. Weitaus wichtiger ist darüber hinaus ein durchdachter und begründeter Satzbau. Wenn zum Beispiel die Ursache dem Effekt vorausgeht – so wie elementare Logik gelehrt werden sollte –, schreibt das Kind „Wenn ich das Eis erwärme, schmilzt es“ und nicht „Ich erwärme das Eis, wenn es schmilzt.“

### 1.1.3. Fazit

Auf viele verschiedene Weisen scheint das Lehren von Naturwissenschaften ein starker Verbündeter des Sprachlernens zu sein. Wenn wir Sprache als zweifellos wichtigste Kompetenz für die Zukunft der Kinder betrachten, müssen die Naturwissenschaften mit dieser doppelten Perspektive in den Schulen gelehrt werden. Natürlich sollen Sie den Kindern naturwissenschaftliche Fachkenntnisse vermitteln, die einen Bezug haben zu der Welt, in der sie leben. Darüber hinaus unterstützt naturwissenschaftlicher Unterricht Neugierde, Genauigkeit und vor allem, dass Ideen begründet sein sollten. All das fördert die Ausdrucksfähigkeit ihrer Gedanken und daher ihrer Sprache.

YVES QUÉRÉ

## 1.2. Gründe für die Verbesserung der Sprachkompetenz durch Naturwissenschaften

### 1.2.1. Lesen und Schreiben zu können, ist notwendig für jeden in einer modernen Gesellschaft

Wissenschaftliche Entwicklungen und technisch fortgeschrittene Produkte im Alltag setzen grundlegende Lese- und Schreibkenntnisse in der Bevölkerung voraus. Die Forschungsarbeit der OECD (Organization for Economic Co-operation and Development, 2000, *Literacy in the Information Age: Final report of the international adult literacy survey*. Paris) hat gezeigt, dass in 14 von 20 Ländern mindestens 15% aller Erwachsenen nur rudimentär lesen und schreiben können, was sie vor große Herausforderungen im Informationszeitalter stellt. Unter den Ländern mit hohen Bevölkerungszahlen weisen folgende einen geringen Grad an Alphabetisierung auf: Belgien, die Tschechische Republik, Ungarn, Irland, Polen, Slowenien, die Schweiz und Großbritannien. Selbst in den Ländern, die am besten abschneiden (u.a. Dänemark, Finnland, Deutschland, die Niederlande, Norwegen und Schweden), behindern bei 8% der erwachsenen Bevölkerung ernstzunehmende Lese- und Rechtschreibschwächen den Alltag und die Arbeit. Geringe Alphabetisierung findet man nicht nur bei Randgruppen, sondern in der gesamten erwachsenen Bevölkerung in allen untersuchten Ländern. Selbst in den hochentwickelten Ländern schaffen es zwischen einem Viertel und drei Viertel der Erwachsenen nicht, ihre Lese- und Schreibfähigkeit über das Mindestniveau hinaus auszuweiten,

das von Experten als notwendig erachtet wird, um mit den Anforderungen des modernen Lebens und der Arbeit zurecht zu kommen.

### 1.2.2. Berlin als europäisches Beispiel: Steigende Zahlen von Kindern mit geringen Lese- und Rechtschreibfähigkeiten – im Zusammenhang mit Migration und Kindern mit Deutsch als Muttersprache

Fast die Hälfte aller SchulanfängerInnen in Berlin wird in naher Zukunft einen Migrationshintergrund haben. Viele dieser Kinder werden Lese- und Rechtschreibprobleme vorweisen. Um die Sprachkompetenz zu überprüfen, hat der Berliner Senat für Bildung, Wissenschaft und Forschung das Sprachmessinstrument „Bärenstark“ entwickelt. Insgesamt 26.720 Kinder aus 388 Schulen wurden im Jahr 2003 getestet. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass die Sprachdefizite stark abhängig sind vom ethnischen und sozialen Hintergrund der Kinder (Senatsverwaltung für Schule Jugend und Sport [Hg.]: Bärenstark. Berliner Sprachstandserhebung und Materialien zur Sprachförderung für Kinder in der Schuleingangsphase. 2003 Berlin).

2007 wurde der „Bärenstark“-Test auch in einem Berliner Schulbezirk mit einem hohen Anteil an Migranten (27,9%) bei 2.176 SchülerInnen von 34 Schulen durchgeführt. Die Ergebnisse bestätigten die starke Abhängigkeit von der ethnischen und sozialen Herkunft der Kinder, und dass mehr als die Hälfte der getesteten Kinder Sprachdefizite aufweisen. Kinder, die eine Vorschule besucht hatten, konnten bessere Sprachfertigkeiten vorweisen als jene, die nicht in einer Vorschule waren. In diesem Bezirk profitierten also sowohl Kinder mit als auch ohne Migrationshintergrund vom Besuch der Vorschule.

Ein Bericht der Industrie- und Handelskammer Ulm (IHK Ulm: Bildungsreport 2008, 24.09.2009) zeigt, dass auch in Gebieten mit geringer Arbeitslosigkeit, d.h. mit wirtschaftlichem Wohlstand, Sprachdefizite auftreten, was den Schluss nahe legt, dass Sprachdefizite eine große Zahl von Kindern in Deutschland betreffen.

GOSTINCAR BLAGOTINŠEK, YILMAZ, DANIELSON



Junge „Ingenieure“ diskutieren im Team, wie sie ein Auto mit Propeller-Antrieb konstruieren. Die SchülerInnen der Anna-Lindh-Grundschule in Berlin haben am europäischen Pollen-Projekt teilgenommen.

### 1.3. Wege zur Verbesserung von Sprachfertigkeiten durch Naturwissenschaften

Es gibt einige grundlegende Prinzipien, die LehrerInnen aufgreifen können, um ein effektives Lernumfeld zu schaffen, das der Sprachentwicklung förderlich ist. Diese Prinzipien betreffen sowohl die Organistaion im Klassenraum als auch die Pädagogik. Zum Beispiel:

- Arbeiten Sie eher mit Fragen und Problemstellungen, als den SchülerInnen Informationen und Anweisungen zu geben.
- Stellen Sie sicher, dass nicht nur die Lehrkraft, sondern auch die SchülerInnen die Zielsetzung jeder Aktivität verstehen.
- Fördern Sie Gruppenarbeit in Paaren oder Kleingruppen, so dass die SchülerInnen miteinander sprechen. Wenn etwas aufgeschrieben werden soll, regen Sie an, dass die Lernenden dies gemeinsam anstatt alleine tun. ①
- Ermöglichen Sie, dass die Kinder miteinander reden, stellen Sie Zeit dafür zur Verfügung und arrangieren Sie das Mobiliar im Klassenraum so, dass es die Kommunikation fördert.

- Loben Sie die Ideen der SchülerInnen und vermeiden Sie Bewertungen (zumindest am Anfang der Gespräche).
- Benutzen Sie einige wenige, einfache Regeln, die die Diskussion fördern (z.B. Wenn ich etwas gesagt habe, dann höre ich auch zu, was andere Leute sagen).
- Schlagen Sie vor, dass die SchülerInnen verschiedene Rollen in der Gruppenarbeit einnehmen (z.B. KoordinatorIn, MaterialverwalterIn, DatensammlerIn).
- Benutzen Sie anregende Materialien, die die Lernenden motivieren und die Kommunikation fördern.
- Versuchen Sie, Aktivitäten durchzuführen, zu denen es verschiedene glaubhafte alternative Stellungnahmen gibt und nicht nur eine richtige Antwort.
- Bieten Sie sprachliche Unterstützung an, wo es möglich ist (z. B. durch Wortwände ②, Vokabelkarten, Schaubilder und Wörterbücher)



Eine Wortwand. Gegenstände aus dem Unterricht sind in Plastiktüten verpackt, so dass sie ständig gegenwärtig sind. Die Benennung mit Schildern hilft den Lernenden, sich an die Begriffe und die korrekte Schreibweise zu erinnern (in Anlehnung an eine Folie von M. P. Klentschy aus dem Workshop zum Thema „Naturwissenschaften und Sprache“, durchgeführt für Lehrkräfte in Berlin, eine der Keimstädte des Pollen-Programms).

und persönliche Unterstützung von gleichaltrigen, älteren SchülerInnen oder Eltern.

Diese Mittel eignen sich speziell zur Entwicklung mündlicher Sprachkompetenz. Die meisten davon können aber auch für die Förderung des Schreibens angewandt werden. Dabei muss die Bedeutung des Schreibens für die SchülerInnen deutlich werden, damit sie dieses ernsthaft betreiben. Unglücklicherweise wird dem Schreiben im naturwissenschaftlichen Unterricht oft zu wenig Bedeutung als auch Zweckmäßigkeit zugeschrieben, da die Betonung meist auf „Was haben wir gemacht?“ liegt und nicht auf „Was haben wir gelernt?“

Der Wert und Nutzen von Sprache in den Naturwissenschaften kann gesteigert werden, indem die Resultate naturwissenschaftlicher Aktivitäten einem Publikum präsentiert werden. Die SchülerInnen kön-

nen dazu Poster, Tagebücher, Klassenbücher, PowerPoint-Folien, E-Mails, Briefe, Versammlungen, Konferenzen und viele weitere Möglichkeiten nutzen, um ihre Ideen zu präsentieren. Wie wäre es mit einem *Mini-Science on Stage-Bildungsfestival* für Kinder?

Es gibt Unterrichts- und Lernstrategien, die die Sprachentwicklung und gleichzeitig die Entwicklung naturwissenschaftlicher Konzepte fördern. Die meisten davon sind in anderen Fächern genauso einsetzbar wie in den Naturwissenschaften. Eine vollständige Auflistung ist nicht möglich, aber einige Beispiele sollen dieses veranschaulichen.

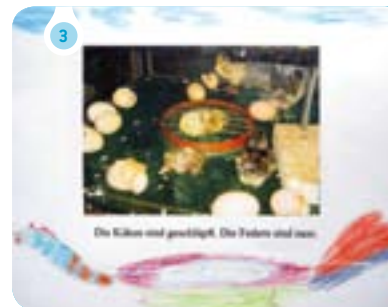
- Nutzen Sie Geschichten, die sich mit naturwissenschaftlichen Problemstellungen beschäftigen. Lernende jeden Alters haben Freude an Geschichten – auch Erwachsene. Geschichten können einen Kontext für ein naturwissenschaftliches Problem schaffen und so die SchülerInnen motivieren, dieses Problem zu lösen. Zum Beispiel möchte eine Gruppe von Freunden eine Prinzessin retten, die in einem Turm gefangen gehalten wird. Sie wollen es mit einer Leiter versuchen, aber sie wissen nicht, wie hoch der Turm ist. Einer der Freunde schlägt vor, den Schatten des Turmes zu messen, um herauszufinden, wie groß der Turm ist. Dies führt zu einer Diskussion, ob das funktionieren könnte.
- Schlagen Sie den SchülerInnen vor, ein Forschungsheft zu führen. Indem sie darüber nachdenken, was sie schreiben, reflektieren die Lernenden ihre Vorstellungen. Außerdem führt es dazu, dass sich die SchülerInnen mit ihrer Arbeit identifizieren. Man kann dies durch vorgegebene Formulierungen fördern (siehe Tabelle).
- Damit SchülerInnen sich neues Vokabular leichter merken, können sie Wortwände im Klassenraum anbringen ②. Dazu werden neue Objekte in Plastiktüten oder Bilder (von Tieren, Pflanzen und anderen Gegenständen, die sich nicht leicht in Tüten packen lassen) an die Wand gehängt und mit Schildern beschriftet. Die Wortwand verfestigt die Begriffe, indem die SchülerInnen sich im Gespräch oder beim Aufschreiben ins Forschungsheft immer wieder daran orientieren können.

### Nützliche Satzanfänge für verschiedene Phasen der wissenschaftlichen Untersuchung

Abgewandelt nach einem Workshop von M. P. Klentschy zum Thema „Naturwissenschaften und Sprache“, durchgeführt für Lehrkräfte in Berlin, die am Pollen-Programm teilgenommen haben.

Phasen der wissenschaftlichen Untersuchung	Nützliche Satzanfänge
Vorhersage	→ Wenn ..., dann wird ... geschehen, weil.... → Ich denke, ... wird geschehen, weil ....
Daten	→ Ich habe festgestellt, dass.... → Ich habe beobachtet, dass .... → Als ich ... tat, geschah....
Behauptung und Beweis	→ Ich behaupte, dass .... → Ich weiß das, weil ....
Fazit	→ Meine Vorhersage war richtig, weil.... → Ich möchte meine Vorhersage ändern, weil.... → Heute habe ich gelernt, dass ... . → Als Schlussfolgerung ... .
Reflektion	→ Was mich bei der Untersuchung sehr überrascht hat .... → Eine neue Frage, die ich nun habe, lautet.... → Ich möchte mehr über ... herausfinden. → Ich bin verwirrt über ....

- Weiterhin können Sie die SchülerInnen anregen, Bilderbücher zu naturwissenschaftlichen Themen anzulegen mit Fotos, Zeichnungen und kurzen Texten<sup>3</sup>. Diese Bücher können wertvolle Ergänzungen der Klassen- oder Schulbibliothek sein. Die Erfahrung zeigt, dass sie oft wieder angesehen oder gelesen werden.
- Nutzen Sie überraschende Beobachtungen, die bei SchülerInnen Neugierde wecken und sie anregen, etwas über die Beobachtung herauszufinden. Überraschende Beobachtungen können auf den intuitiven (aber oft nicht korrekten) Ansichten über die Welt basieren, die die Lernenden in den Unterricht bringen. Zum Beispiel glauben die meisten jungen SchülerInnen, dass schwere Dinge schneller fallen als leichte und dass Luft Gegenstände leichter macht. Lehrkräfte können dies nutzen, um SchülerInnen zu motivieren, mehr herausfinden zu wollen.



Page from a picture book on the development of chickens made by children from the "Schule an der Schwalm - Förderschule Lernen", a school in Germany supporting learning impaired children (Translation of the text in the picture: The chickens are hatched. The feathers are wet).

- Benutzen Sie „Concept Cartoons“, die verschiedene Betrachtungsweisen eines Problems zeigen. Concept Cartoons beinhalten sehr wenig Text und laden Lernende ein, am Gespräch teilzunehmen. Sie regen die Diskussion sehr effektiv an, da die SchülerInnen den Aussagen der dargestellten Figuren zustimmen oder widersprechen können, ohne eigene Ideen äußern zu müssen<sup>4</sup>.
- Versuchen sie gezielt, die SchülerInnen dazu zu bewegen, ihre Ideen auszutauschen, z. B. durch Sortieren von Bildern zu einem Problem, Zuordnung von Paaren, Wahr-Falsch-Aussagen etc. Durch den Ideenaustausch reflektieren die SchülerInnen ihre eigenen Gedanken und sie finden heraus, an welchen Stellen ihnen Wissen fehlt. Zur gleichen Zeit entwickeln sie ihre Sprachkompetenz.
- Nutzen Sie technische Herausforderungen, z. B. die Herstellung eines Windgeschwindigkeitsmessers oder einer 30-Sekunden-Stoppuhr.



Concept Cartoon von S. Naylor. Figur links: „Zieh dem Schneemann nicht den Mantel an – er wird sonst schmelzen.“ Figur rechts: „Ich denke, der Mantel hält ihn kalt und verhindert, dass er schmilzt.“ Figur Mitte: „Ich denke nicht, dass der Mantel etwas bewirkt.“ Quelle: Naylor S. and Keogh B. (2000) Concept Cartoons in Science Education. Millgate House Publishers. Siehe: [www.millgatehouse.co.uk](http://www.millgatehouse.co.uk)

Um eine konkrete Aufgabe lösen zu können, müssen die SchülerInnen zuerst die naturwissenschaftlichen Hintergründe recherchieren. Der Sinn der Recherche ist offenkundig, genauso wie der Wert der Anwendung der wissenschaftlichen Ideen zur Problemlösung.

- Nutzen Sie reale Problemstellungen, mit denen sich die SchülerInnen identifizieren können. Zum Beispiel: Was ist das beste Material für einen Regenschirm? Wie züchte ich am besten Bohnen für den Gemüsemarkt? Wie dämme ich mein Schlafzimmer am besten gegen Lärm, wenn ich einen sehr lauten Nachbarn habe? Diese Problemstellungen sind real und es gibt keine vorgegebene, korrekte Antwort, wodurch sie zum Erforschen und Recherchieren verschiedener Lösungsmöglichkeiten ermutigen.
- Teilen Sie große Themen in kleinere Projekte auf, so dass jede Arbeitsgruppe zu ExpertInnen für ein Thema wird. Dieses gibt der Gruppe automatisch einen Grund, ein bestimmtes Themengebiet zu erforschen und die Ergebnisse dem Rest der Klasse oder einem anderen Publikum vorzustellen. Manchmal können Mini-Projekte auch Mikro-Projekte, die nicht länger als 15 bis 20 Minuten andauern, sein. Das Prinzip bleibt dabei dasselbe.

NAYLOR, BREUER-KÜPPERS, CURTIS, DANIELSON,  
PREM-VOGT, SKIEBE-CORRETTE

## Pollen und FIBONACCI

Fünf der neun Autoren dieses Kapitels waren Mitglieder des europäischen Projektes Pollen und sind nun Partner im europäischen Projekt FIBONACCI.

Pollen startete im Januar 2006 und lief über dreieinhalb Jahre. Hauptziel war die Errichtung von 12 *Keimstädten für die Naturwissenschaften* innerhalb der Europäischen Union, in denen die naturwissenschaftliche Bildung in Kindergarten und Grundschule durch die Einführung und Förderung von „forschendem Lernen“ verbessert wurde. In jeder Stadt wurde die gesamte Gesellschaft (Familien, Bildungsbehörden, naturwissenschaftliche und industrielle Partnerorganisationen, Stadtverwaltungen, Museen, Kulturzentren etc.) eingebunden, sich für die Förderung naturwissenschaftlicher Bildung in Kindergarten und Grundschule zu engagieren. In jeder *Keimstadt* stellte Pollen Material und methodische und pädagogische Unterstützung zur Verfügung, die auf die jeweiligen lokalen Lehrpläne abgestimmt war. Das gesamte in Pollen erarbeitete Material und weitere Informationen zu diesem Projekt sind im Internet frei zugänglich unter [www.pollen-europa.net](http://www.pollen-europa.net).

Innerhalb von FIBONACCI werden die Projekterfahrungen von Pollen und dem deutschen SINUS-Transfer-Programm von 12 Referenzzentren an 24 Partnerzentren weitergegeben. Dies erfolgt durch den Zusammenschluss der erfahrenen Partnerzentren 1, von denen viele frühere Pollen-Partner sind, mit 12 Partnerzentren 2. Letztere erhalten Schulungen und Betreuung für zwei Jahre durch die Partnerzentren 1, damit sie anschließend Referenzzentren werden, die ihrerseits die Projekterfahrungen an neue Partner weitertragen und damit sowohl die naturwissenschaftliche als auch mathematische Bildung innerhalb von Europa verbessern.

## 2. Schatten – nicht nur ein Naturphänomen

In dem folgenden Abschnitt wird dem Phänomen Schatten spiralförmig in vier Stufen mit Experimenten nachgegangen sowie eine Erweiterung skizziert.

### 2.1. Versuche, um Lust auf das Themengebiet zu machen

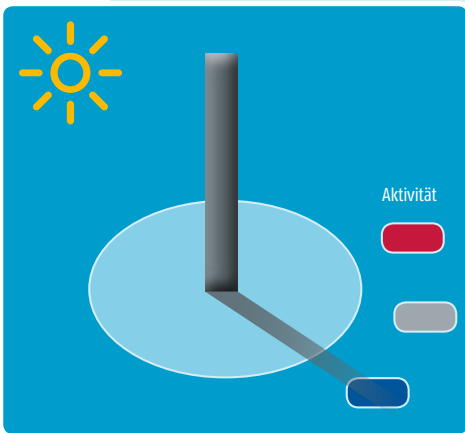
Die Kinder sollen in dieser Phase das Phänomen Schatten entdecken und erkunden. Mit Erklärungen sollte sparsam umgegangen werden.

1

#### Schattenbildung im Freigelände beobachten / spielen

##### MATERIALIEN:

- sonniger Tag
- Sandkasten
- Holzstab ca. 1,50 m Länge



##### AKTIVITÄTEN:

Die Kinder beobachten den Schattenwurf durch den Stab. Dabei können auch schon erste Vermutungen über die Entstehung des Schattenbildes geäußert werden. Die Markierung der anfänglichen Schattenlage und die Beobachtung zu einem späteren Zeitpunkt zeigt, dass das Schattenbild wandert.

Für Überraschung sorgt auch das Spiel „Schattenhüpfen“. Besonders schwierig: Je einen Fuß auf den gegnerischen Schatten stellen.

2

#### Experiment: „Schattenraten“

##### MATERIALIEN:

- Lampe
- Bettuch
- kleine Figuren (Auto, Weltraumfahrer, Wäscheklammer, Tiere)
- Tasse
- große Figuren
- Hände

##### AKTIVITÄTEN:

Die kleinen Figuren werden nahe der Lampe aufgestellt, so dass ein sehr stark vergrößertes Schattenbild auf dem weiter entfernten Bettuch zu erkennen ist. Die Kinder sehen die unterschiedlichen Schatten und raten, um welchen Gegenstand es sich handelt. In einem zweiten Versuch werden ähnliche Gegenstände unterschiedlicher Größe so aufgestellt, dass der Schatten der größeren Figur kleiner erscheint. Die Kinder sollen nun Gegenstände und deren Größe angeben. Aus Pappe sollte zum Abschluss von jedem Kind ein Riese und ein Zwerg ausgeschnitten werden. Die Überraschung ist sicher groß – auch Zwerge können zu Riesen werden.





### 3 Schattenrätsel: „Eine schlaflose Nacht“

#### MATERIALIEN:

- Taschenlampe oder Tischlampe
- Figur: „kleiner Falter“ / „Fliege“
- helle Wand

#### AKTIVITÄTEN:

Es wird eine Geschichte erzählt und dramatisch ausgemalt. Inhalt ist ein kindliches Erlebnis in der Nacht, bei dem unerwartete Schatten panische Reaktionen erzeugen. Objekte wie „kleiner Falter“ oder „Fliege“ verbreiten als Schattenbilder Angst und Schrecken.

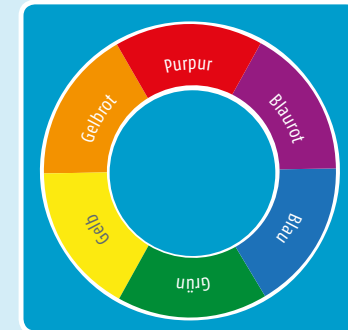
### 4 Experiment: Farbige Schatten

#### MATERIALIEN:

- 3 Schreibtischlampen (rot, grün, blau)
- 3 Taschenlampen (rot, grün, blau)
- weiße Wand / Betttuch
- Raum leicht abgedunkelt

#### AKTIVITÄTEN:

Die drei verschiedenen Lampen werden auf Brusthöhe eingestellt im Abstand 30–50 cm nebeneinander aufgestellt. Der Abstand zur weißen Wand sollte ca. 2–3 m betragen. Die Kinder stellen sich nun zwischen Lampen und Wand. Bunte Lampen erzeugen bunte Schatten. Obwohl nur drei Lichtfarben vorhanden sind, zählt man mehr als drei Schattenfarben, die sich zudem verändern, wenn man sich bewegt.



Was passiert, wenn eine oder gar zwei Lampen ausgeschaltet werden?

*Tip:* Um schärfere Konturen in den Schatten zu erzeugen, muss man sich recht dicht an die Wand stellen. Im ganz abgedunkelten Raum reduziert sich die Farbvielfalt.

*Erklärung:* Fallen gleichzeitig Grün, Rot und Blau auf eine weiße Projektionsfläche, so erscheint auch diejenige Stelle in weiß, an der alle drei Farben gleichzeitig auftreffen. An den Stellen, wo nur zwei Lichtquellen auftreffen, erscheint eine Mischfarbe nach dem Prinzip der additiven Farbmischung. Treffen so z.B. Rot und Grün auf, dann ergibt dies Gelb. Hält man nun eine Schatten werfende Figur in den Lichtweg, dann ergibt dies einen dunklen Kernschatten und um diesen überlagern sich in den Schattenbereichen jeweils Teile der Lichtbündel – sie erscheinen deshalb farbig. Im leicht abgedunkelten Raum gibt es eine größere Farbvielfalt als im völlig abgedunkelten Raum, weil sich Licht überlagert, das viele Farben enthält.



## 2.2. Erste Vertiefungsphase

Neben dem selbstständigen Ausprobieren steht nun auch die Erklärung der beobachteten Phänomene im Vordergrund.

### 5 Experiment: Wie entstehen Schatten?

#### MATERIALIEN:

- dickeres Scherenschnittpapier
- Holzstäbchen
- Pappkarton
- Tasse, Wasserglas, Trinkbecher, Plexiglasscheibe
- Transparentpapier
- Schere
- Klebeband
- Schreibtischlampe oder Taschenlampe / Overheadprojektor
- Weiße Wand / Leinwand / weißes Tuch

#### AKTIVITÄTEN:

Die Kinder erstellen in der ersten Phase eigene Scherenschnittbilder, welche anschließend an kleinen Holzstäbchen mittels Klebeband befestigt werden. Diese werden dann beleuchtet und das entstehende Schattenbild „aufgefangen“. Transparentpapier blockiert das Licht nur teilweise; die Wand wird noch schwach beleuchtet.

Durch die Löcher im Pappkarton und das Wasserglas kann das Licht gelangen. Dunkle Stellen lassen das Licht nicht durch. An der

Wand erkennt man die dunklen Stellen; diese nennt man Schattenbilder. Nur undurchsichtige Gegenstände werfen Schatten.

### 6 Schattenbild vom Kopf erstellen

#### MATERIALIEN:

- Schreibtischlampe
- dickeres helles Scherenschnittpapier

#### AKTIVITÄTEN:

Schattenbilder der Köpfe von Kindern werden mit einem Stift umfahren. Diese können anschließend ausgeschnitten und auf Pappkarton aufgeklebt werden.



## 2.3. Zweite Vertiefungsphase: Modellbildung

### 7 Experiment: Modellhafte Darstellung der Schattenbildung in Experiment 1

#### MATERIALIEN:

- Regentag / bewölkter Tag
- Schreibtischlampe als Sonnenmodell
- Kuchenblech mit Sand
- kleiner Holzstab
- Bauklötze zum Markieren des Schattenwurfs

#### AKTIVITÄTEN & ZIEL:

Im „Experimentierlabor“ soll ein Nachbau des 1. Experimentes für den Elternabend / „Tag der offenen Tür“ vorbereitet werden. Gemein-



same Überlegungen mit den Kindern führen zum modellhaften Aufbau. Zur Kennzeichnung der Lampe als „Sonne“ kann eine kleine, von den Kindern mit dem Sonnenmotiv erstellte Zeichnung dienen. Eine Wanderung des Schattens ist durch Ortswechsel der Lampe erreichbar.

Aufbau und wiederholte Vorführung bzw. Erläuterung des Experimentes durch die Kinder ist sicher ein weiterer Meilenstein für die Entwicklung erfolgreicher „Experimentatoren“.



## 8 Tag und Nacht

### MATERIALIEN:

- Globus
- Taschenlampe oder Halogenlampe als Sonne
- Sonne aus gelber Pappe
- Spielfigur mit Sonnenbrille
- Spielfigur im Bett
- Knete zum Befestigen der Spielfigur
- Sonnenbrille



### AKTIVITÄTEN:

Der Raum ist abgedunkelt. Auf der mit Licht bestrahlten Weltkugel befestigen die Kinder die beiden Figuren. Der Globus wird nur auf der einen Seite beleuchtet, die andere Seite bleibt im Dunkeln – egal wie man den Globus auch dreht. Kinder wissen, ...damit wir etwas sehen, brauchen wir Licht; .... dort wo kein Licht hinkommt ist Dunkelheit – also Nacht. Kinder in Japan sind hell wach, Kinder in Deutschland schlafen noch tief und fest.

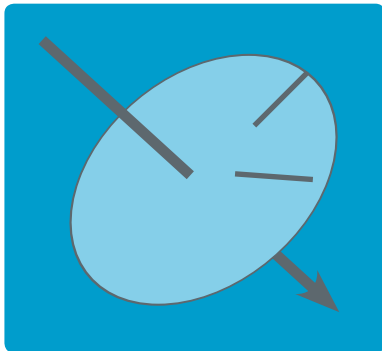
Die Weltkugel wird nun von West nach Ost gedreht. Wenn die Kinder in Deutschland aufstehen, dürfen die Kinder in Amerika noch weiter schlafen. Erste Orientierungsschritte auf dem Globus sind somit integriert. Eine Überforderung der Kinder lässt sich dadurch vermeiden, dass keine Bewegung der Sonne (Lampe) erfolgt. Erfolgreich unterstützen lässt sich der Lerneffekt dadurch, dass man „Guten Morgen“ oder „Guten Abend“ in verschiedenen Sprachen anspricht bzw. entsprechende kleine Liedsequenzen einübt, die dann auch mit der Erddrehung gesungen werden. Migrantenkinder und deren Eltern lassen sich so geschickt einbinden.

9

## Zeiteinteilung und Uhrzeit Experiment: Bau einer Sonnenuhr

### MATERIALIEN:

- Pappscheibe
- Holzstäbchen / Bleistift
- Farbstifte



### AKTIVITÄTEN:

Jedes Kind bastelt sich seine eigene Sonnenuhr. Dazu stecken sie einfach den Holzstab durch ein kleines Loch in der Mitte. Im Spielgarten stecken sie das kürzere Stück in den Boden. Zu jeder vollen Stunde bringen sie dann eine Markierung an. Kleine, vorbereitete Aufkleber können stellvertretend für die Zahlenwerte aufgeklebt werden.

## 2.4. Dritte Vertiefungsphase

10

## Schattentheater

### AKTIVITÄTEN:

Die Kinder schreiben ihre eigene Geschichte und fertigen in Gruppenarbeit die Figuren für die „Theateraufführung“ an. Durch geeignete musikalische Untermalung wird eine Aufführung zu einem Musterbeispiel für Fächer übergreifendes Arbeiten. Als weitere Herausforderung kann auch die Aufführung des Theaterstückes in einem Kindergarten angesehen werden. So kommt es schon frühzeitig zu positiven Kontakten zwischen Kindergartenkindern und Schul-

kindern – Schule macht Spaß. Und genau so ein Schattenspiel kann im Kindergarten bei den „Kleinen“ auch umgekehrt der Anstoß sein, sich mit diesem Thema genauer zu befassen.



## 2.5. Mögliche Erweiterungsthemen:

- Warum ist es auf der Erde unterschiedlich warm (Jahreszeiten)?
- Mond-/Sonnenfinsternis

SAUER, G. STETZENBACH, W. STETZENBACH

Weitere Informationen zum Thema Naturwissenschaften in Kindergarten und Grundschule, u.a. von Petra Evanschitzky, finden Sie auf [www.science-on-stage.de](http://www.science-on-stage.de).

# Wie nützen außerschulische Lernorte?

B

Wie nützen außerschulische Lernorte?

40

## KONTAKT ZUR ARBEITSGRUPPE

Malte Detlefsen, GenaU Berlin · [info@genau-bb.de](mailto:info@genau-bb.de)  
Prof. Otto Lührs · Science on Stage Deutschland e.V.  
[ottoluehrs@t-online.de](mailto:ottoluehrs@t-online.de)

Dr. Astrid Wasmann-Frahm · Elsensee-Gymnasium · Quickborn  
[Astrid.Frahm@web.de](mailto:Astrid.Frahm@web.de)

B

B

Wie nützen außerschulische Lernorte?

41

D

## Einleitung

Die naturwissenschaftliche Grundbildung ist ein bedeutender Teil allgemeiner Bildung. Sie umfasst nicht nur kognitive Aspekte, sondern auch naturwissenschaftliche Denkweisen, die naturwissenschaftliche Berufsorientierung sowie die Interessenförderung an Naturwissenschaften. Für diese umfangreiche Auffassung naturwissenschaftlicher Bildung wird der Begriff ‚Scientific Literacy‘ geprägt.

Von SchülerInnen wird heutzutage erwartet, dass sie Kompetenzen aufbauen, mit denen sie in der Lage sein werden, grundlegende Probleme in der Zukunft zu lösen. So erscheint es uns notwendig, das Verständnis der SchülerInnen über die globalen Probleme hinsichtlich der Wasserversorgung, des Klimawandels, der Energie, der Gesundheit, der begrenzten Ressourcen zu verbessern und sie so auszubilden, dass sie diesen globalen Herausforderungen entgegentreten können. Außerschulisches Lernen besitzt das Potenzial, Menschen – junge wie erwachsene – dabei zu unterstützen, naturwissenschaftliches Wissen verknüpft mit Einstellungen, Wertbildungen, Erkenntnismethoden und kritischer Urteilsfähigkeit aufzubauen, das für ein erfolgreiches Leben in der sich schnell ändernden Gesellschaft unabdingbar ist. Dieses Fähigkeitsbündel wird als Kompetenz bezeichnet.

## Begriffsbestimmung außerschulischer naturwissenschaftlicher Bildung

Unter außerschulischer oder – vom Angelsächsischen kommend – unter informeller Bildung verstehen wir das Lernen so nebenbei, ohne dass es bewusst als Unterricht empfunden wird. Es findet außerhalb organisierter Lernsituationen überall im Alltag statt. Dafür sind weder formale Bildungsinstitutionen wie die Schule noch außerschulische Bildungsorte notwendig.

Außerschulische Bildung begegnet uns aber auch in einer Vielzahl speziell hierfür hergerichteter Lernorte. Diese geben kein einheitliches Bild ab, sondern unterscheiden sich deutlich in ihrer Ausgestaltung und ihren Zielen voneinander. Alle ergänzen jedoch naturwissenschaftliche Bildung in der Schule durch zusätzliche Aspekte.

Auf Grund ihrer Unterschiedlichkeit ist es schwierig, außerschulische Lernorte klar zu definieren. Daher ziehen wir es vor, außerschulische Lernorte über Merkmale zu charakterisieren. Ein außerschulischer Lernort

- befindet sich außerhalb der Schule,
- findet außerhalb der Klassenräume statt,
- ist organisiert,
- unterliegt nicht dem Curriculum,
- ist flexibel,
- hat flexible Zeiten,
- ist interessant,
- weckt Interesse für die Naturwissenschaften,
- motiviert,
- basiert auf Interaktionen,
- schließt auch externe ExpertInnen, die an die Schule kommen, ein.

### Das Konstrukt der außerschulischen Bildungsinitiative

Außerschulische Bildungsinitiativen sind dadurch gekennzeichnet, dass sie außerhalb des Klassenraumes oder außerhalb der Schule stattfinden. Damit ist nicht jeder beliebige Ort außerhalb der Schule gemeint und auch nicht jedes Alltagslernen, sondern eine darauf abgestimmte Orga-

nisation oder Institution mit der Bestimmung, naturwissenschaftliche Themen zugänglich zu machen und gleichzeitig einen Beitrag zur naturwissenschaftlichen Kompetenzentwicklung der SchülerInnen zu leisten. Die Lernumgebung ist nicht wie in der Schule curricular gebunden und endet auch nicht mit einer Überprüfung des Wissens. Im Gegensatz zu schulischen Inhalten unterliegen die Themen der außerschulischen Lernorte nicht den Lehrplänen oder den Rahmenrichtlinien der Bildungsministerien. Sie sind eher eng verknüpft mit den Besonderheiten und sonstigen Zielen der außerschulischen Einrichtung. So können die eigenen Ziele beispielsweise in dem Transfer von Raumfahrtwissen oder der Berufsorientierung in Richtung Naturwissenschaften oder aber auch in Feldexkursionen in der Natur oder Ähnlichem liegen. Beruht die Bildung an diesen außerschulischen Orten auf individuellem Lernen, so ist deren Zeitstruktur flexibler, als es in der Schule möglich ist. Die Bedeutung außerschulischer Lernorte liegt auch darin, zu zeigen, wie faszinierend die Naturwissenschaften sein können. Zudem wird davon ausgegangen, dass außerschulische Lernorte eher die Möglichkeit haben, das Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu fördern und SchülerInnen für weitere naturwissenschaftliche Projekte zu begeistern. Das liegt unter anderem daran, dass außerschulische Lernorte eher die Möglichkeit haben, interaktives und handlungsorientiertes Lernen anzubieten, als es im traditionellen Klassenunterricht der Fall ist.

Wir schließen ausdrücklich interaktive Internetseiten und den Besuch von ExpertInnen an den Schulen ein, da auch auf diese Weise ein Transfer aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse schulextern an die SchülerInnen gegeben wird.

### Typen außerschulischer Lernorte

Zuallererst gab es **WISSENSCHAFTSMUSEEN**, in denen technische Entwicklungen ausgestellt wurden. Dort konnten BesucherInnen anschauen und erfahren, was in der Vergangenheit erfunden wurde. Die Unterschiede zwischen Vergangenen und Gegenwärtigem waren nicht so groß wie heute. So war das Prinzip der Lokomotive auch über 100 Jahre nach der Erfindung noch im Einsatz. Andererseits gab es wenig Möglichkeiten zu einer interaktiven Erkundung.

**SCIENCE CENTER** stellen grundlegende naturwissenschaftliche Phänomene aus. BesucherInnen können hier die Ausstellungsstücke interaktiv bedienen und immer wieder ausprobieren. Sie bieten die Möglichkeit des ersten Kennenlernens naturwissenschaftlicher Phänomene, ein vertieftes Verständnis kann in der Form aber nicht aufgebaut werden. So ist es jedem Bundesbürger und jeder Bundesbürgerin möglich, ein Science Center zu besuchen, so oft er will, und das auch ohne vorherige Anmeldung.

**SCIENCE FESTIVALS** bieten ähnliche Inhalte wie die Science Center, stellen die Wissenschaft aber noch spektakulärer dar, allerdings sind sie nur für eine kurze Zeit geöffnet. Auch sie wecken Neugierde an Naturwissenschaften und Technologie.

Mit den **KINDER-UNIVERSITÄTEN** beschreiten Universitäten neue Wege, das Interesse an Naturwissenschaften zu fördern. Dabei finden Vorlesungen mit attraktiven Vorführungen für Kinder zu Beginn eines Semesters statt. Solche Kindervorlesungen ermöglichen einen ersten Einblick in die Welt der Wissenschaft.

In einem **SCHÜLERLABOR** wird praktisches Lernen angeboten. Derartige für SchülerInnen eingerichtete Labore werden von Forschungslaboren, Universitäten, Museen, Science Center und der Industrie gegründet. Ihr Hauptanliegen ist die Durchführung von Experimenten. In hervorragend ausgestatteten Laboren wird unterschiedlichstes experimentelles Lernen für SchülerInnen aller Klassenstufen angeboten. Diese werden normalerweise von ihren Lehrkräften begleitet. Sie lernen neueste wissenschaftliche Methoden und jüngste wissenschaftliche Ergebnisse durch engagierte WissenschaftlerInnen kennen. Außerdem richten sich Schülerlabore auch an Lehrkräfte, um sie in neuen Experimenten weiterzubilden.

Auch andere Aktivitäten wie **TAGESEXKURSIONEN**, **WANDERAUSSTELLUNGEN**, **INTERNETPLATTFORMEN** und **WISSENSCHAFTSTRUCKS**, die zeitweise auf dem Schulhof stehen, werden als außerschulische Lernorte aufgefasst.

## Wie nützlich sind außerschulische Lernorte?

Die Vorteile außerschulischer Bildungsinitiativen werden derzeit kontrovers diskutiert. Einige wissenschaftliche Studien fanden heraus, dass es sehr positive, vielversprechende motivationale Effekte gibt. Andere Befunde besagen, dass die Effekte eher unauffällig sind. Auch die curricular bezogenen Lerneffekte werden in Studien widersprüchlich dargestellt.

Die TeilnehmerInnen des Workshops stellen aus ihren Erfahrungen heraus folgende, durch außerschulische Lernorte hervorgerufene Effekte zusammen. Sie:

- motivieren SchülerInnen und LehrerInnen
- bringen Spaß
- erhöhen die Neugierde
- stoppen Stagnation und Langeweile
- erhöhen das Interesse an Naturwissenschaften
- schaffen eine andere Atmosphäre
- werden eher als mit der Wirklichkeit verbunden empfunden
- bringen eine Änderung der Lernumgebung
- bieten eine authentische Lernumgebung
- erweitern curriculare Inhalte
- geben eine Berufsorientierung
- transportieren ein Bewusstsein für die außerschulische Welt in die Schule
- initiieren den Austausch zwischen LehrerInnen und ExpertInnen anderer Institutionen
- machen ExpertInnenwissen für die Schule verfügbar
- sorgen für relevanten Wissensinput in die normalen Schulstunden

Die Beteiligten profitieren von den beschriebenen Kooperationen zwischen Schule und außerschulischer Lerninitiative in unterschiedlicher Weise, insbesondere sind es:

- ExpertInnen
- LehrerInnen
- SchülerInnen
- Öffentlichkeit

In der folgenden Tabelle wird der Nutzen der außerschulischen Bildungsinitiativen nach ExpertInnen, LehrerInnen, SchülerInnen und Öffentlichkeit differenziert dargestellt, da wir annehmen, dass es bei diesen Gruppen um die Hauptzielgruppen geht.

**1 Nutzen außerschulischer Lernorte, nach Kompetenzbereichen und Zielgruppen gegliedert; MINT: Mathematik / Informatik / Naturwissenschaften / Technik**

Kompetenzbereich	ExpertInnen	Lehrkräfte	SchülerInnen	Öffentlichkeit
<b>Motivation</b>	ExpertInnen an den außerschulischen Lernorten... beschaffen Gelder bauen Kontakt mit jungen Leuten auf können über ihre Arbeit berichten	Außerschulische Lernorte... professionalisieren Lehrkräfte fördern die Motivation steigern das Interesse an naturwissenschaftlichen Themen erhöhen die Neugierde und Lernfreude bieten eine Abwechslung der Lernumgebung	Außerschulische Lernorte... fördern die Motivation der SchülerInnen erhöhen das Interesse an naturwissenschaftlichen Themen erzeugen Neugier machen Spaß bringen eine Abwechslung der Lernumgebung erzeugen eine positive Einstellung zu Naturwissenschaften und Technik	Außerschulische Lernorte wecken Interesse an naturwissenschaftlichen Themen
<b>Kenntnisse</b>	ExpertInnen an den außerschulischen Lernorten liefern Zusatzinformationen für normalen Schulstoff	Außerschulische Lernorte... machen die Lehrkräfte zu ExpertInnen erweitern Unterrichtsinhalte liefern parallel zum formalen Lernen in der Schule Kenntnisse erhöhen das Bewusstsein für die Welt der Wissenschaft	Außerschulische Lernorte... vermitteln vernetztes MINT-Wissen korrigieren Fehlvorstellungen gegenüber Naturwissenschaften bieten erweiterte Inhalte an bieten eine Ergänzung zu formaler Bildung erhöhen Bewusstsein für Welt der Wissenschaft bieten naturwissenschaftlich ausgerichtete Berufsorientierung	Außerschulische Lernorte erhöhen die Bewusstwerdung der Welt der Wissenschaft

Kompetenzbereich	ExpertInnen	Lehrkräfte	SchülerInnen	Öffentlichkeit
<b>Erkenntnis-methoden</b>	ExpertInnen an den außerschulischen Lernorten... unterstützen Projekte nehmen Verbindung auf zu künftigen Arbeitskräften	Außerschulische Lernorte... bieten neues Unterrichtsmaterial geben Anregung für experimentelle und neue pädagogische Methoden	Außerschulische Lernorte bieten Laboraktivitäten mit adäquatem Material an	Außerschulische Lernorte erweitern naturwissenschaftliche Sichtweise auf die Welt
<b>Kommunikation</b>	ExpertInnen an den außerschulischen Lernorten... werden sich des eigenen Arbeitsprozesses bewusst lernen, mit Nicht-expertInnen zu kommunizieren	Außerschulische Lernorte... bieten die Möglichkeit, mit ExpertInnen zu kommunizieren bieten Workshops für Lehrkräfte an bauen die Barrieren zwischen ExpertInnen und Lehrkräften ab	Außerschulische Lernorte... ermöglichen die Kommunikation zwischen ExpertInnen und SchülerInnen bauen die Barrieren zwischen ExpertInnen und SchülerInnen ab	Außerschulische Lernorte... können die Kommunikation über Naturwissenschaften in der Öffentlichkeit verbessern bauen Brücken zwischen WissenschaftlerInnen und der Öffentlichkeit
<b>Bewertung</b>	ExpertInnen an den außerschulischen Lernorten erhalten Rückmeldung über ihre Arbeit	Außerschulische Lernorte fördern die Reflexion über den eigenen Unterricht	SchülerInnen... schätzen den Austausch mit ExpertInnen mehr als Schulunterricht erhalten eine Orientierung zur Beurteilung naturwissenschaftlicher Themen entwickeln eine naturwissenschaftliche Sichtweise auf die Welt	Außerschulische Lernorte geben eine Orientierung zur Beurteilung naturwissenschaftlicher Themen



## Zusammenfassung und Ausblick

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass vielfältige außerschulische Initiativen mit dem Ziel der Förderung naturwissenschaftlicher Kompetenzen existieren. Der pädagogische Nutzen der außerschulischen Bildungsinitiativen basiert auf den Interaktionen zwischen allen Partnern. Sie füllen Lücken im naturwissenschaftlichen Lernen, die nicht durch die Schule abgedeckt werden können. Man denke nur an die Anwendung neuester wissenschaftlicher Methoden oder die Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse aus der Spitzenforschung. Sie ergänzen den Schulunterricht, indem sie die Naturwissenschaften auf der Basis handlungsorientierter, forschend-entdeckender Aktivitäten im Team positiv erlebbar machen. Zudem ermöglichen sie eine kritische Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen. Diese Lernwege können an einem außerschulischen Lernort eher als in der Schule eingeschlagen werden, da sie nicht den strikten Regeln des Curriculums unterliegen.

Es hat sich mittlerweile eine enge Verbindung zwischen dem Schulsystem und vielen außerschulischen Lernorten gebildet, die es weiterzuentwickeln gilt. Einerseits sollten Schulen Ideen, handlungsorientierte Methoden und Laborarbeit in ihren Schulalltag selbst integrieren. Sie sollten ihren Bedarf nach Unterstützung klar formulieren und häufiger auf die außerschulischen Angebote zurückgreifen beziehungsweise sich nach Kooperationen in diesem Bereich umschauen.

Andererseits müssen außerschulische Bildungsinitiativen lernen, dass es viele curriculare Zwänge in den Schulen gibt. Diese außerschulischen Bildungsinitiativen profitieren ebenfalls von einer solchen Zusammenarbeit, indem sie ihr Wissen und ihre Meinungen mitteilen können. Eine zunehmend engere Verknüpfung von Schule und Gesellschaft trägt zur Kompetenzentwicklung von SchülerInnen bei. Angesichts der großen anstehenden Herausforderungen wird dieser Zusammenschluss als wichtiger Schritt für die nachhaltige Erhaltung einer intakten Umwelt angesehen.

Fünf Beispiele aus verschiedenen europäischen Ländern sollen nun exemplarisch die Vielfalt der außerschulischen Bildungsinitiativen abbilden. Sie mögen sich weiter über Europa verbreiten und zu weiteren

Initiativen anregen. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die hier ausgewählten außerschulischen Lernorte. Weitere Beispiele sind auf der Internetseite von Science on Stage Deutschland e.V. zu finden.

### 2 Gute Praxisbeispiele außerschulischer Lernorte

Name des Teilnehmenden	Außerschulischer Lernort	Art des Lernorts	Land
Peter Jann	Life Science Zürich	Schülerlabor	Schweiz
Shamim Hartevelt	ESA	Internetplattform mit Netzwerk	Niederlande
Rudolf Pausenberger	Turmdersinne	Wanderausstellung	Deutschland
Antonio Serrano	COSMOCAIXA	Naturwissenschaftliches Museum	Spanien
Miroslav Los	Zespół Szkół Publicznych	Naturwissenschaftlicher Wettbewerb	Polen

## BEISPIEL 1 Schülerlabor



B

Wie nutzen außerschulische Lernorte?

50

<b>Name der Einrichtung</b>							
Life Science Zurich Learning Center, University of Zurich & Federal Institute of Technology Zurich							
<b>Adresse</b>							
Winterthurerstrasse 190 · CH-8057 Zürich · Schweiz							
<b>Internetseite</b>							
www.lifescience-learningcenter.ch							
<b>Nationalität</b>							
A	CH ★	D	E	GR	I	NL	PL
<b>Art des außerschulischen Lernorts</b>							
Schülerlabor ★	Science Center	Wander- ausstellung	Science Festival	Feld- exkursion	Kinder- universität ★	ExpertInnen in der Schule	sonstiges ★
<b>Zielgruppen</b>							
SchülerInnen ★	Lehrkräfte ★	SchulleiterInnen	Lehramts- studentInnen ★	Eltern	Öffentlichkeit ★		
<b>Alter der SchülerInnen</b>							
4-6	6-10	10-13 ★	14-16 ★	17-20 ★	21-25	anderes Alter	
<b>Fächer</b>							
Biologie ★	Chemie [★]	Mathematik	Physik	Technik	Astronomie		
<b>Aktivitäten</b>							
Versuchsdurchführungen							
<b>Angestrebte Kompetenzen</b>							
<b>Fachkompetenzen</b>							
Fachwissen ★	Erkenntnismethoden ★		Kommunikation		Bewertungskompetenz ★		
<b>Fächerübergreifende Kompetenzen</b>							
Kooperation ★	Selbstbestimmtes Lernen		Vernetztes Denken		Anwendung von Wissen ★		

B

Wie nutzen außerschulische Lernorte?

51

**Beschreibung:** Das Life Science Zürich – Learning Center (LSLC) schafft eine Verbindung zwischen (Hoch-)Schule, der Allgemeinheit, den Lebenswissenschaften und der Pädagogik. Es versucht, wissenschaftliche Kompetenz im Allgemeinen und das Unterrichten der Lebenswissenschaften in Schulen zu unterstützen. Des Weiteren will das LSLC sowohl die Neugierde wecken als auch das Verständnis für dieses aufregende Gebiet fördern. Das LSLC führt Unterrichtsprogramme für Oberschullehrkräfte sowie Laboraktivitäten für alle Schulstufen und für die Öffentlichkeit durch. Oberschulklassen, einzelne SchülerInnen, Lehrkräfte oder besondere Berufsgruppen und andere interessierte Personen sind eingeladen, eigene Experimente in moderner Laboratmosphäre durchzuführen, um die Faszination der Lebenswissenschaften zu erfahren und den Einfluss der neuesten Forschungsergebnisse kritisch mit den beteiligten WissenschaftlerInnen zu diskutieren. Das LSLC wendet ein einzigartiges Modell der Zusammenarbeit zwischen ForscherInnen der Lebenswissenschaften und der Erziehungswissenschaften an, indem diese gemeinsam die Entwicklung der Trainingsprogramme am Schülerlabor oder Lehreinheiten für das LSLC oder für Forschungsinstitute überwachen.

**Nutzen für den Schulunterricht:** Das LSLC bietet eine virtuelle und reale Plattform an, wo ein ständiges Kommen und Gehen von ExpertInnenwissen zwischen all den beteiligten Personen zu einer kontinuierlichen Verbesserung der Lehr- und Lernaktivitäten am LSLC und in Schulen führt.

BEISPIEL **2** Internetplattform

B

Wie nutzen außerschulische Lernorte?

<b>Name der Einrichtung</b>							
European Space Agency, ESA/ESTEC							
<b>Adresse</b>							
Keplerlaan 1 · 2200AG · Noordwijk · The Netherlands · phone: +31 (0)7156559 · fax: +31(0)715655232							
<b>Internetseite</b>							
http://www.esa.int/esaHS/education.html							
<b>Nationalität</b>							
A	CH	D	E	GR	I	NL	PL
						★	
<b>Art des außerschulischen Lernorts</b>							
Schülerlabor	Science Center	Wander- ausstellung	Science Festival	Feld- exkursion	Kinder- universität	ExpertInnen in der Schule	sonstiges
							★
<b>Zielgruppen</b>							
SchülerInnen	Lehrkräfte	SchulleiterInnen	Lehramts- studentInnen	Eltern	Öffentlichkeit		
★	★					★	
<b>Alter der SchülerInnen</b>							
4-6	6-10	10-13	14-16	17-20	21-25	anderes Alter	
	★	★					
<b>Fächer</b>							
Biologie	Chemie	Mathematik	Physik	Technik	Astronomie		
★	★	★	★	★	★		
<b>Aktivitäten</b>							
Erstellung von digitalem, Web-basiertem Unterrichtsmaterial, Wettbewerb zur Raumfahrt							
<b>Angestrebte Kompetenzen</b>							
<b>Fachkompetenzen</b>							
Fachwissen	Erkenntnismethoden	Kommunikation	Bewertungskompetenz				
★	★	★					
<b>Fächerübergreifende Kompetenzen</b>							
Kooperation	Selbstbestimmtes Lernen	Vernetztes Denken	Anwendung von Wissen				
★	★	★	★				



Foto: Hanne Nijhuis für NEMO Amsterdam. Aufgenommen auf der Space Expo, Noordwijk, in den Niederlanden während eines ARISS-Kontakts

**Beschreibung:** Das Delta-Projekt von Forschung und Schule startete 2004, als die Delta Mission der ESA mit dem Astronauten André Kuipers aus den Niederlanden für einen Flug in der Internationalen Weltraumstation vorgesehen war. Er verkörperte eine nationale Persönlichkeit, die sich über alle den Weltraum betreffenden Fragen mit jungen Leuten auseinandersetzt.

Das Ministerium für Forschung und Wissenschaft nutzt diese Weltraummission als einzigartige Chance, um die Begeisterung für Naturwissenschaften in den Grundschulen voranzutreiben. So führte die Zusammenarbeit zwischen dem niederländischen Bildungsministerium, der Europäischen Weltraumbehörde und der US-amerikanischen Weltraumbehörde zur Gründung des Delta Researcher Schools Program mit der Zielstellung, Weltraumwissen auf informellem Weg in die Schulen zu transportieren.

Die Astronauten, die in der Schwerelosigkeit arbeiten, sind gleichzeitig Vertreter ihrer Länder. Diese Mission bietet die Möglichkeit, physikalische und biologische Phänomene, die SchülerInnen normalerweise in der Schule ausführen, in der Weltraumstation zu demonstrieren. Diese thematische Annäherung an naturwissenschaftliche Phänomene in der Internationalen Weltraumstation wird in pädagogische Einheiten integriert, um den SchülerInnen die faszinierende und anregende Welt des Weltraums näherzubringen. Außerdem organisieren die Delta Researcher School und die Europäische Weltraumbehörde Fortbildungen für Lehrkräfte und Schulveranstaltungen wie Wettbewerbe, bei denen die GewinnerInnen die Möglichkeit erhalten, mit Astronauten zu sprechen. Oder die ExpertInnen beteiligen sich an der Erstellung von Unterrichtsmaterial, welches auch die Begeisterung für Weltraumthemen und das Wissen der Lehrkräfte voranbringt. Lehrkräfte sind dabei aufgerufen, ihrerseits Unterrichtseinheiten zu entwickeln, die über den Zugang zur Delta-Internetseite allen Lehrkräften zur Verfügung stehen.

**Nutzen für den Schulunterricht:** Das Delta-Projekt möchte Kinder bereits in jungem Alter über die Begeisterung für die Luft- und Raumfahrt an Naturwissenschaften und Technik heranführen.

B

Wie nutzen außerschulische Lernorte?



<b>Name der Einrichtung</b>								
turmdersinne – Museum tourdersinne – Wanderausstellung								
<b>Adresse</b>								
Spittlertorgraben 45 · 90429 Nürnberg								
<b>Internetseite</b>								
www.turmdersinne.de								
<b>Nationalität</b>								
A	CH	D ★	E	GR	I	NL	P	PL
<b>Art des außerschulischen Lernorts</b>								
Schülerlabor ★	Science Center ★	Wander- ausstellung ★	Science Festival	Feld- exkursion	Kinder- universität	ExpertInnen in der Schule	sonstiges	
<b>Zielgruppen</b>								
SchülerInnen ★	Lehrkräfte	SchulleiterInnen	Lehramts- studentInnen	Eltern	Öffentlichkeit ★			
<b>Alter der SchülerInnen</b>								
4-6	6-10	10-13 ★	14-16 ★	17-20 ★	21-25 ★	anderes Alter		
<b>Fächer</b>								
Biologie ★	Chemie	Mathematik	Physik	Technik	Astronomie			
<b>Aktivitäten</b>								
Handlungsorientierte Experimente zu Wahrnehmung und Täuschung								
<b>Angestrebte Kompetenzen</b>								
<b>Fachkompetenzen</b>								
Fachwissen ★	Erkenntnismethoden ★		Kommunikation	Bewertungskompetenz ★				
<b>Fächerübergreifende Kompetenzen</b>								
Kooperation	Selbstbestimmtes Lernen ★		Vernetztes Denken	Anwendung von Wissen ★				

**Beschreibung:**

**Museum:** Der turmdersinne ist ein Museum in einem Nürnberger Stadtmauerturm mit interaktiven, wissenschaftlich fundierten Experimenten zum Anfassen. Dort werden Ergebnisse aus Wahrnehmungs- und Hirnforschung für Schülerinnen und Schüler an sich selbst *be*-greifbar. „Wahrnehmung am eigenen Leib“ ist dabei sowohl Inhalt als auch Methode.

Die Wahrnehmung ist ein aktiver Prozess: Menschen haben Erlebnisse, machen Erfahrungen und ziehen daraus Schlüsse – die meisten sogar unbewusst. Viele der Schlüsse sind verlässlich, andere falsch. Aus ihnen formen wir unser Weltbild: Das, was wir für *wahr* halten.

**Wanderausstellung:** Die mobile Hands-on-Ausstellung tourdersinne bringt die Exponate in die Schulen und schafft vor Ort ein einmaliges Lernumfeld für die intensive inhaltliche Auseinandersetzung mit den verschiedenen Aspekten der Wahrnehmung: Von naturwissenschaftlichen Grundlagen bis zu philosophisch und gesellschaftlich relevanten Fragestellungen. Erleben, Staunen und *Be*-greifen garantiert!

**Nutzen für den Schulunterricht:** Die Erfahrung der eigenen Täuschbarkeit schult und fördert das kritische Denken im Alltag. Sie macht die Relevanz naturwissenschaftlicher Arbeitsmethoden für den Gewinn verlässlicher Erkenntnis auf dem Niveau der Sekundarstufe deutlich.



<b>Name der Einrichtung</b>								
COSMOCAIXA								
<b>Adresse</b>								
Carrer Teodor Roviralta 47-51 · Barcelona								
<b>Internetseite</b>								
<a href="http://www.barcelona.de/de/barcelona-museum-cosmoicaixa.html">http://www.barcelona.de/de/barcelona-museum-cosmoicaixa.html</a>								
<b>Nationalität</b>								
A	CH	D	E ★	GR	I	NL	P	PL
<b>Art des außerschulischen Lernorts</b>								
Schülerlabor	Science Center ★	Wander- ausstellung	Science Festival	Feld- exkursion	Kinder- universität	ExpertInnen in der Schule	sonstiges	
<b>Zielgruppen</b>								
SchülerInnen ★	Lehrkräfte ★	SchulleiterInnen	Lehramts- studentInnen	Eltern	Öffentlichkeit ★			
<b>Alter der SchülerInnen</b>								
4-6	6-10	10-13 ★	14-16 ★	17-20 ★	21-25	sonstige		
<b>Fächer</b>								
Biologie ★	Chemie	Mathematik ★	Physik ★	Technik	anderes Alter ★			
<b>Aktivitäten</b>								
Interaktive, entdeckende Erkundungen								
<b>Angestrebte Kompetenzen</b>								
<b>Fachkompetenzen</b>								
Fachwissen ★	Erkenntnismethoden ★		Kommunikation	Bewertungskompetenz				
<b>Fächerübergreifende Kompetenzen</b>								
Kooperation ★	Selbstbestimmtes Lernen		Vernetztes Denken	Anwendung von Wissen				

**Beschreibung:** Das Cosmoicaixa ist ein Wissenschaftsmuseum in Barcelona, das für SchülerInnen weiterführender Schulen ein neues Unterrichtskonzept im Bereich „Physik und Musik“ anbietet. Das Ziel des Museums ist, die Kenntnisse der SchülerInnen über die Akustik, einen Zweig der Physik, zu verbessern. Ein paar Tage vor dem Besuch erklärt die Lehrkraft Fachbegriffe, stellt grundlegende und überraschende Fragen, um bei den SchülerInnen Interesse zu wecken und sie für den Ausflug zu begeistern. Nach einer kurzen allgemeinen Beschreibung des Museums gehen die Lehrkräfte und SchülerInnen direkt zur Ausstellung „Physik und Musik“. Dort lernen die SchülerInnen verschiedene interaktive Module, Geräte und Apparate kennen, können sie anfassen und ausprobieren. In einem speziellen Notizbuch können sie dabei ihre Eindrücke und Erfahrungen festhalten. Zurück in der Schule wird der Ausflug besprochen und auf Fragen eingegangen, die während des Besuchs aufgeworfen wurden.

**Nutzen für den Schulunterricht:** Der Besuch soll die SchülerInnen, besonders in diesem Alter, für das Thema Wissenschaft begeistern. Im Bereich der Akustik erkennen die SchülerInnen die Physik als Grundlage der Musik und erhalten verblüffende Antworten auf ihre Fragen.

**Name der Einrichtung**

Zespół Szkół Publicznych

**Adresse**

Czastkow Mazowiecki 55 · 05-152 Czosnow, Poland · Mirosław Los · kmlos@poczta.onet.pl

**Internetseite**<http://www.zspczastkow.prohost.pl>**Nationalität**

A	CH	D	E	GR	I	NL	P	PL
								★

**Art des außerschulischen Lernorts**

Schülerlabor	Science Center	Wander- ausstellung	Science Festival	Feld- exkursion	Kinder- universität	ExpertInnen in der Schule	sonstiges
			★				★

**Zielgruppen**

SchülerInnen	Lehrkräfte	SchulleiterInnen	Lehramts- studentInnen	Eltern	Öffentlichkeit
★	★			★	★

**Alter der SchülerInnen**

4-6	6-10	10-13	14-16	17-20	21-25	anderes Alter
		★	★			

**Fächer**

Biologie	Chemie	Mathematik	Physik	Technik	Astronomie
★	★		★		★

**Aktivitäten**

Experimente hautnah – vorbereitet und präsentiert von SchülerInnen

**Angestrebte Kompetenzen****Fachkompetenzen**

Fachwissen	Erkenntnismethoden	Kommunikation	Bewertungskompetenz
★	★	★	★

**Fächerübergreifende Kompetenzen**

Kooperation	Selbstbestimmtes Lernen	Vernetztes Denken	Anwendung von Wissen
★	★		★

**Beschreibung:** Seit 2001 wird jedes Jahr der „Wettbewerb für naturwissenschaftliche und physikalische Experimente“ im Verwaltungsbezirk Czastkow Mazowiecki (Polen) organisiert. Der Wettbewerb wird in zwei Stufen ausgetragen. Die erste Stufe findet in den einzelnen Schulen des Bezirks statt (Schulvorstufe), geleitet von Lehrkräften der Schulen, die zweite auf Bezirksebene (für die SiegerInnen aus allen Schulen im Verwaltungsbezirk), geleitet vom Lehrkraft-Ausbilder Mirosław Los im Verbund der Öffentlichen Schulen in Czastkow Mazowiecki. Während des „Wettbewerbs für naturwissenschaftliche und physikalische Experimente“ auf der Bezirksebene präsentieren die SchülerInnen ihre Experimente, die sie eigenständig vorbereitet haben. Es gibt zwei Kategorien: Grundschule (elementare Wissenschaft – Alter 10–13) und Gymnasium (Physik – Alter 14–16). Danach müssen die SchülerInnen Fragen vom Wettbewerbs-Komitee und aus dem Publikum beantworten. Die Wettbewerbs-Ausstellung ist offen für BesucherInnen aus der Kommune und des Verwaltungsbezirks. Das Wettbewerbskomitee auf Bezirksebene besteht aus unabhängigen ExpertInnen, akademischen Lehrkräften und WissenschaftlerInnen aus anderen Verwaltungsbezirken. Der Wettbewerb findet in einer angenehmen Atmosphäre statt. Alle TeilnehmerInnen des Wettbewerbs erhalten einen Preis für ihr Interesse an der Physik und den anderen Naturwissenschaften.

**Nutzen für den Schulunterricht:** Der Wettbewerb motiviert die SchülerInnen, selbst naturwissenschaftliche Experimente durchzuführen und gewinnt sie letztlich dafür, aktiv während des Unterrichts zu forschen.

# Moderation des Lernens im naturwissenschaftlichen Unterricht

C

Moderation des Lernens  
im naturwissenschaftlichen Unterricht

60

## KONTAKT ZUR ARBEITSGRUPPE

Martin Falk · Albert-Einstein-Gymnasium Buchholz  
ms.falk@t-online.de  
Prof. Dr. Dirk Krüger · Freie Universität Berlin  
dirk.krueger@fu-berlin.de  
Dr. Wolfgang Welz · Science on Stage Deutschland e.V.  
welz-nano@t-online.de

C

A

## 1. Einführende Bemerkungen

uf dem internationalen Science on Stage-Festival 2008 in Berlin folgte eine größere Anzahl von KollegInnen einer Einladung von Science on Stage

Deutschland e.V., ihre Unterrichtsbeispiele in Symposien und Workshops gegenseitig vorzustellen und zu diskutieren. In unserem Workshop ging es um die Rolle der Lehrkraft im Spannungsfeld zwischen Moderation und Instruktion. Die Lehrkräfte, die in vorherigen Science on Stage-Workshops zum Themenkreis „Lerntypen und Lehrerverhalten“ bereits zusammenarbeiteten und in „Teaching Science in Europe 2“ im *Kapitel C: Selbstwahrnehmung und Selbstevaluation* darüber veröffentlichten, wurden konsequenterweise in unseren Workshop integriert.

Bereits im ersten Symposium und in der Vorbereitungszeit für und während der Folgeworkshops zeigten sich sehr unterschiedliche Einschätzungen des Moderationsvorganges in Lernsituationen. Die im Begriff der Moderation implizierte Hinterfragung der traditionellen Rolle der Lehrkraft war (und ist) keinesfalls offensichtlich und wird bis zum Redaktionsschluss dieser Ausgabe diskutiert. Konsens besteht aber unter allen Beteiligten, dass **LEHREN** dem hier skizzierten Prozess gerecht werden sollte:

- Die Lehrkraft sollte sich von der Rolle des Instructors befreien, um eine den Lernprozess begleitende Funktion als „Kenner des Prozesses/ Vorwissender“ ausüben zu können,
- was sodann bei SchülerInnen – ausgehend von ihrem Vorwissen – einen Lernprozess initiiert, bei dem durch selbstgesteuerte und aktive Arbeit, die zudem den Austausch zwischen den SchülerInnen erlaubt und Problemstellungen in sinnstiftenden Kontexten anbietet, neue Erfahrungen so internalisiert werden,

C

Moderation des Lernens  
im naturwissenschaftlichen Unterricht

61

- dass eine „konzeptionelle Rekonstruktion“, ggf. ein Umdenken und folgerichtiges Handeln des Lernenden erfolgt,
- womit ein Lernfortschritt und eine Behaltensleistung bei SchülerInnen erreicht werden soll.

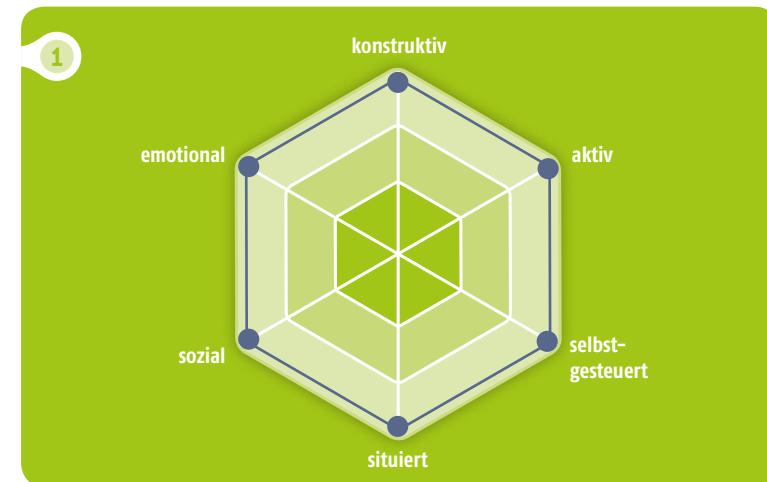
Die internationale Lernforschung in den westlichen High-Tech-Nationen hat seit dem Sputnik-Schock der US-Amerikaner die Erfahrungen in der Analyse von (idealen) Lernfortschritten zu einer Theorie entwickelt, die im Begriff „Konstruktivismus“ subsumiert wird (vgl. Abschnitt 3).

Im Zuge einer gerafften Zusammenfassung dieser Workshops von Science on Stage Deutschland e.V. und den aus ihnen resultierenden Unterrichtsvorschlägen (s. Abschnitt 4), bieten die AutorInnen hier eine vertiefende Erläuterung der Kernbegriffe dieser Theorie (s. Abschnitt 3), etwa in dem Umfang, wie es im Laufe der Workshops notwendig erschien; der „Kenner“ der Theorie mag das Kapitel überspringen.

Im Folgenden führten wir eine Bewertungsschablone ein, „Hexagon“ genannt, die quasi als grafisches Display der Theorie „konstruktivistische“ Analysen beliebiger Unterrichtssituationen erlaubt (Abb. 1). An mehreren Fallbeispielen guter Unterrichtspraxis, die die KollegInnen entwickelt haben, soll sein Nutzen als Reflexionswerkzeug vorgestellt werden.

## 2. Das „Hexagon“ der konstruktivistischen Qualitätssicherung

Eine Physik-Lehrkraft kennt aus ihrer Alltagserfahrung sehr wohl den Fall, in dem z. B. zum Thema „Schall“ ein emotional beeindruckender Höreindruck mit einem Messvorgang verknüpft wird, an dem SchülerInnen beteiligt werden, die an unterschiedlichen Medien (Luft – Festkörper – Wasser) die Geschwindigkeit einer Wellenausbreitung sinnlich erfahren. Wer dann auf dem Heimweg auch noch den Dopplereffekt der Alarmsirene einer Ambulanz seiner Freundin oder seinem Freund erklären kann, hat zudem erfahren, dass „Wissen“ nützlich sein kann.



Überprüft und reflektiert man eine derartige Lernsituation mittels einer Schablone konstruktivistischer Kernbegriffe (Abb. 1), erkennt man un-  
schwer, in welchem Ausmaß der Lernvorgang (traditionell als dauerhafte Verhaltensänderung bezeichnet) konstruktivistisch angelegt war.

Im Idealfall geben die am äußeren Ende der Achsen postierten Punkte im Hexagon eine Unterrichtssituation wieder, die Kennzeichen konstruktivistischer Lernumgebungen beschreiben.



### 3. Abriss: Konstruktivistische Lerntheorie

Lernen wird im Sinne eines pragmatischen, moderaten Konstruktivismus als ein Konstruktionsprozess des Lernenden verstanden. Gemeint ist damit ein Prozess der Wissensaneignung, bei dem der Lernende Wissen nicht einfach übernehmen kann, sondern es basierend auf seinen bereits vorhandenen Vorstellungen eigenständig konstruieren muss. Folglich spielen die existierenden Vorstellungen der Lernenden eine entscheidende Rolle im Lernprozess und müssen eine zentrale Stellung bei der Entwicklung effektiver Unterrichtsansätze einnehmen.

Der Konstruktivismus geht davon aus, dass eine direkte Erfassung einer außen liegenden Wirklichkeit unmöglich ist. Jegliches Erkennen des Menschen ist demnach an eine Beobachterperspektive gebunden. Ein solches Paradigma leugnet nicht die Existenz einer Realität, betont jedoch, dass alles Wissen über diese Realität eine Konstruktion von Menschen ist. Von dieser Position wurde eine Auffassung über das Lernen, der moderate Konstruktivismus, abgeleitet. Dieser beschäftigt sich mit der Frage, wie sich entstandene Erkenntnisse (Wissen) individuell verändern.

Im Mittelpunkt des moderaten Konstruktivismus stehen die Lernenden und der Lernprozess, der folgendermaßen charakterisiert werden kann:

→ Lernen ist ein **KONSTRUKTIVER** Prozess: Beim Lernen wird auf den schon vorhandenen Erfahrungen, Vorstellungen und Überzeugungen der Lernenden aufgebaut. Dabei nehmen Lernende Informationen nicht einfach aus einer externen Quelle auf und integrieren diese wie gewünscht, son-

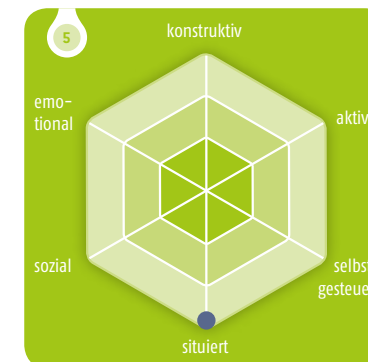
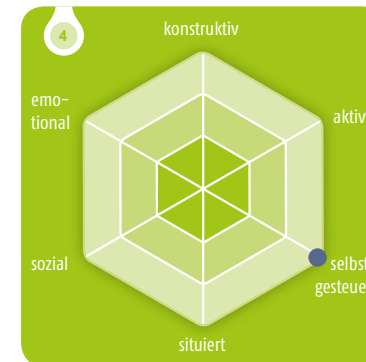
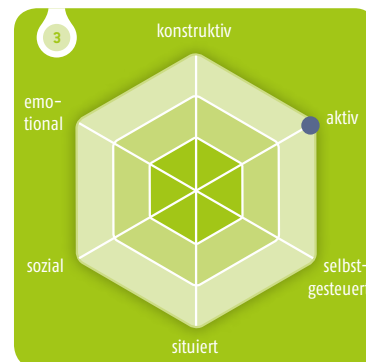
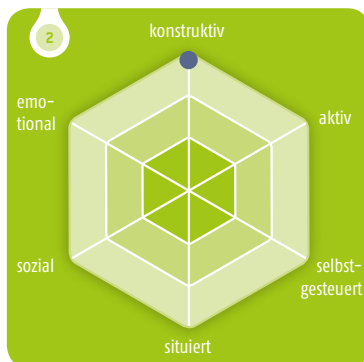
dern konstruieren aktiv Bedeutungen auf der Grundlage ihrer bisherigen Vorstellungen. Da jedes Individuum ein Objekt auf unterschiedliche Weise interpretiert, kommt es zu verschiedenen Lernergebnissen. ②

→ Lernen ist ein **AKTIVER** Prozess: Effektives Lernen ist nur über die aktive Beteiligung der Lernenden möglich. Lernförderlich ist demnach, wenn die Lernenden eine aktive Rolle im Lehr-Lernprozess einnehmen. Lernen bedeutet damit auch Arbeit. ③

→ Lernen ist ein **SELBSTGESTEUERTER** Prozess: Es hilft dem Lernenden, wenn er für Steuerungs- und Kontrollprozesse verantwortlich sein kann. Der Lernprozess kann nicht von außen gesteuert und kontrolliert werden. Die Umgebung kann den Lernprozess lediglich anregen oder auflösen. ④

→ Lernen ist ein **SITUierter** Prozess: Lernen findet in kontextgebundenen Situationen statt, d. h. das Wissen ist mit den inhaltlichen und sozialen Erfahrungen der Lernsituation verbunden. Spezifische Kontexte stellen beim Lernen einen Interpretationshintergrund dar. Informationen bekommen nur dann eine Bedeutung für das Individuum, wenn sie in relevante Kontexte eingebettet sind. ⑤

→ Lernen ist ein **SOZIALER** Prozess: Obwohl Lernprozesse an die kognitiven Systeme der jeweiligen Individuen gebunden sind, liegt beim Lernen auch eine soziale Komponente vor. Lernen findet innerhalb einer sozialen Interaktion statt, in der Ideen, Vermutungen o. ä. kommuniziert,



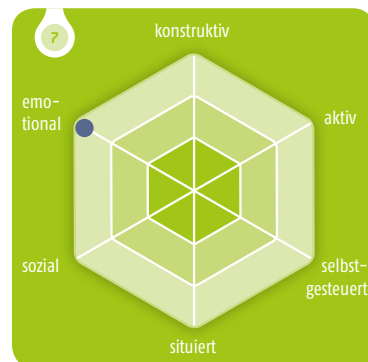
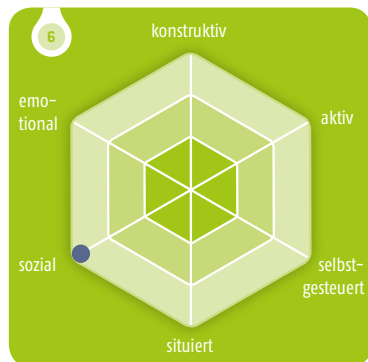
ausgehandelt, getestet und geteilt werden. Lernen sollte interaktives Geschehen ermöglichen. 6

→ Lernen ist ein **EMOTIONALER** Prozess: Lernprozesse sind immer an die individuellen kognitiven Systeme der Lernenden gebunden. Dabei spielen auch emotionale Aspekte wie Interesse und Motivation eine wichtige Rolle. 7

Konstruktivistische Ansätze führen dazu, die Rolle der Lehrkraft zu überdenken. So liegt es nahe, will man im Unterricht die oben genannten Aspekte berücksichtigen, weniger instruktional zu vermitteln als vielmehr den Lernprozess individuell zu unterstützen und die Lernumgebung offen zu gestalten. Wie man aber auch an den Unterrichtsbeispielen sehen wird, gelingt es nicht in jeder Unterrichtssituation, alle Kennzeichen konstruktivistisch orientierter Lernumgebungen zum „Vollauschlag“ zu bringen. Vielleicht wäre dies auch gar nicht lernförderlich.

Manchmal kann man ein Merkmal in einer Unterrichtsphase auch nur schlecht oder gar nicht beurteilen, weshalb im Hexagon der entsprechende Punkt dann auf der Achse fehlt.

Ein Ziel einer Unterrichtsplanung und Durchführung, die die SchülerInnen beim Lernen unterstützen will, sollte es allerdings sein, in einer Unterrichtseinheit Unterrichtssituationen zu schaffen, in denen auf einigen Achsen des Hexagons die Punkte möglichst weit außen postiert werden können.



#### 4. Unterrichtsmodelle und Beispiele

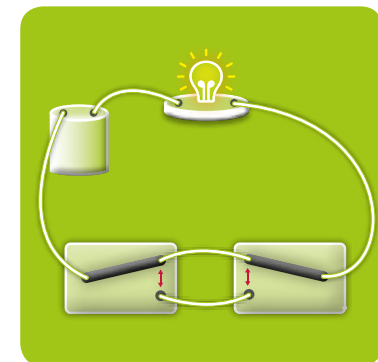
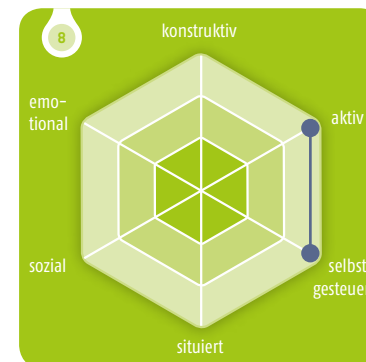
An folgenden Beispielen von ausgewählten Unterrichtsthemen oder -einheiten bieten wir den interessierten LeserInnen die Möglichkeit, mit Hilfe des Hexagons eine Bewertung zu erkennen und das Hexagon als Reflexionswerkzeug kennen zu lernen. Materialien in Form von „Stunden-“ und Arbeitsblättern zu den Beispielen liegen als Download auf der Homepage von Science on Stage Deutschland e. V. vor.

**4.1.** Die Physik-Lehrkräfte Christine Trautwein und Günter Niehues (Deutschland), Christine Reinholtz (Dänemark) und Maria Serra (Italien) erarbeiten mit ihren SchülerInnen der 7. Klassenstufe mit der Unterrichtseinheit **ELEKTROTECHNIK** die grundlegenden Alltagsanwendungen von unterschiedlichen Stromschaltkreisen (unter Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen):

- Einrichtung eines Schaltkreises zwischen Batterie und Glühlampe;
- Reihen- und Parallelschaltungen (z.B. der Klingelstromkreis);
- Wechselschaltung (einer Flurbeleuchtung);
- Aufbau und Funktion eines Verlängerungskabels.

Die einzelnen Arbeitsschritte, von den SchülerInnen von der Einzelarbeit zur Kleingruppenarbeit aufsteigend durchgeführt, werden hier kurz umrissen.

**A:** Die Unterrichtseinheit beginnt mit dem **AUFBAU DES EINFACHSTEN SCHALTKREISES** und der **ANFERTIGUNG EINER SCHALTSKIZZE**, wobei die SchülerInnen lernen, eine (die) Symbolik zu benutzen, um im Verlauf der nächsten Anforderung die Bedeutung von Schaltskizzen zu erfahren. 8



Die SchülerInnen zeichnen zunächst ihren aufgebauten Schaltkreis ab. Hier gibt es ein hohes Maß an aktiver Selbststeuerung, da jede(r) SchülerIn die Form, in der er/sie baut und zeichnet, selbst entscheidet.

**B:** Die erfolgreichen Schaltungen werden bezüglich **FUNKTION UND ALLTAGSTAUGLICHKEIT** diskutiert und der jeweils sachgemäße Schaltplan (mit dem Beispiel im Lehrbuch) verglichen. Die sozialen, emotionalen und kontextgebundenen Komponenten stehen im Vordergrund, wenn es bei der Diskussion um die Klärung des Sachverhaltes geht. <sup>9</sup>

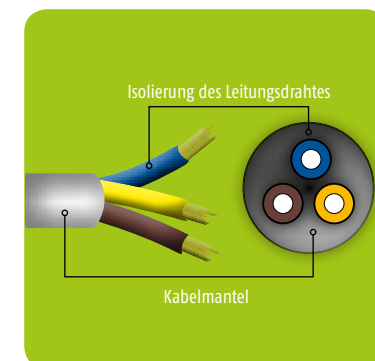
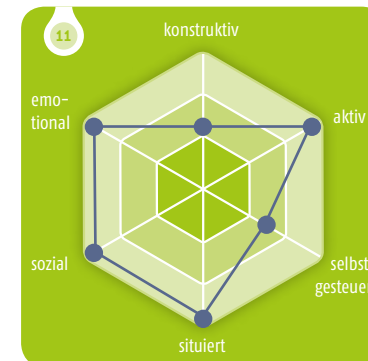
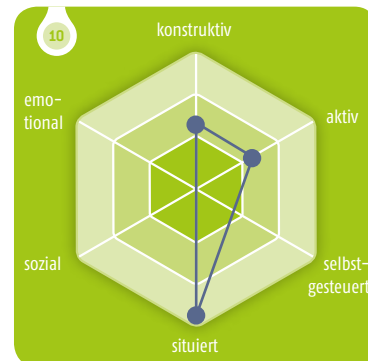
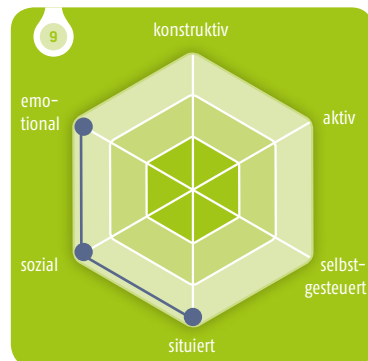
**C:** Anschließend erfolgt die **MODELLIERUNG FACHLICHER LEHR- UND MERKSÄTZE** im Sinne einer „Stromflusstheorie“ (ggf. mit den entsprechenden Gleichungen) durch die Interpretation der unterschiedlichen Schaltungsarten und ihre Anwendungen im Alltag. Das Maß an SchülerInnenaktivität und konstruktivem (u.U. selbstentdeckendem) Lernen ist abhängig von der zeitlichen Gewichtung dieser Phase. Je nach Erfolg der SchülerInnenarbeiten kann die Lehrkraft den theoretischen Anteil vervollständigen. <sup>10</sup>

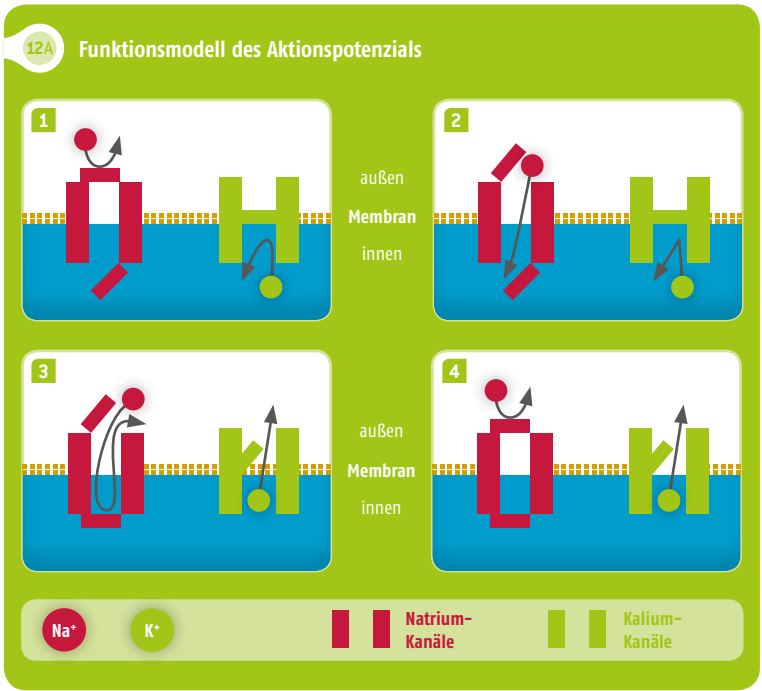
**D:** Als „Gesellenstück“ zerlegen die SchülerInnenteams ein Verlängerungskabel, fertigen eine Funktionsskizze an und verschrauben die Einzelteile wieder. Nach Überprüfung durch die Lehrkraft erfolgt der Praxistest durch Einschalten eines Verbrauchers. Alle Einzelaspekte des konstruktivistischen Lehrens und Lernens kommen zum Tragen. Gelernt wird der praktische Umgang mit Sicherheitsvorschriften. <sup>11</sup>

**4.2.** Der deutsche Biologielehrer Lutz Wendel stellt seiner Klasse zum Abschluss der Unterrichtseinheit „**NEUROPHYSIOLOGIE – AKTIONSPOTENZIALE IM NEURON**“ die Aufgabe, ein Modell mit einfachen Materialien und sinnbildlichen Vorgängen zu erarbeiten. Modellbildung ist – nicht nur in den Naturwissenschaften – eine der grundlegenden intellektuellen Fähigkeiten des Menschen. Ausgehend von Beobachtungen am natürlichen System bzw. alternativ erlernt aus Sachinformationen eines fachspezifischen Textes entstehen Gedankenmodelle, die dem realen System sehr nahe kommen, es aber – je nach Fragestellung – auf wesentliche Punkte reduzieren. Zugleich wird in der Erarbeitung des Modells das Verständnis des Prozesses gefestigt und – nicht nur von der beurteilenden Lehrkraft – überprüfbar.

**A:** Die SchülerInnen (Jahrgang 13) sollen in 45 Minuten ein Modell für die **IMPULSFORTLEITUNG IM NERVEN** anfertigen. Dabei steht es ihnen frei, passendes Material (auch außerhalb des Schulgeländes) zu organisieren.

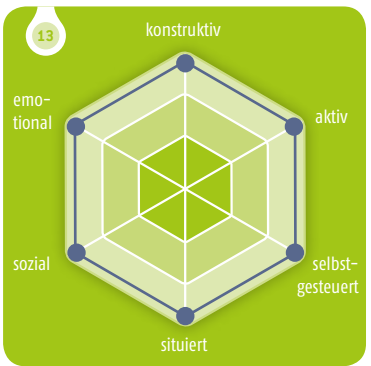
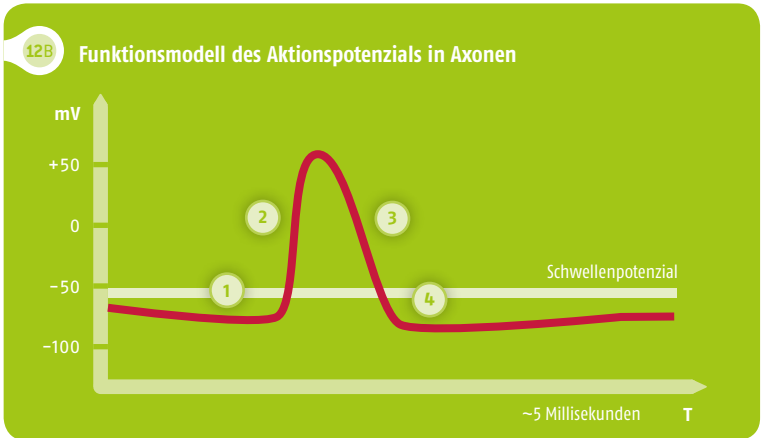
**B:** Während der Ausführung der Aufgabenstellung tauschen sich die SchülerInnen über biologische Erkenntnisse und deren gesellschafts- oder alltagsrelevanten Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus. Sie planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Arbeit. Im Ergebnis veranschaulichen oder erklären sie biologische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und mit Hilfe von geeigneten Modellen und Darstellungen. Diese Kernkompetenzen werden mit der Aufgabe der Modellbil-





dung auf konstruktivistische Weise gefestigt und tragen damit zu einer höheren Merkfähigkeit und -leistung bei den SchülerInnen bei. 13

C: In der PRÄSENTATIONS PHASE der Modelle zeigt sich dann die Kreativität der SchülerInnen:



In dem Fall von Lutz Wendel hatte sich eine Gruppe in einem benachbarten Schuhgeschäft mit Schuhkartons eingedeckt, die die Axonabschnitte darstellen sollten, Wattebäusche verschiedener Größe und Farbe stellten die beteiligten Ionensorten dar. Der Ablauf des Aktionspotenzials wurde nun – recht mühsam – durch Beförderung der Wattebäusche in den Karton bzw. heraus dargestellt.

Eine andere Gruppe hat sich lange Zeit nicht auf eine Vorgehensweise einigen können, bis sie – den Zeitdruck zur Kenntnis nehmend – eine einfache und entsprechend sinnliche Lösung gefunden haben: Die SchülerInnen dieser Gruppe haben den Umstand genutzt, dass der Biologiefachraum ebenerdig ist und über zahlreiche Fenster verfügt. Die Fenster haben sie den beteiligten Ionenkanälen zugeordnet (Na<sup>+</sup>Pore, K<sup>+</sup>Pore, Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>Pumpe), als beteiligte Ionensorten wurden (farblich geordnete) MitschülerInnen umfunktioniert. Um den Ablauf und die Fortpflanzung des Aktionspotenzials darzustellen, mussten nun die SchülerInnen an passender Stelle durch die Fenster klettern. Dies führte auch zu einem Lerneffekt bei SchülerInnen, die bereits ein anderes Modell vorgestellt hatten, aber nun noch einmal „mitmachen“ wollten.

4.3. "Terraforming via Moodle" (Facebook/beliebige Internetplattform)

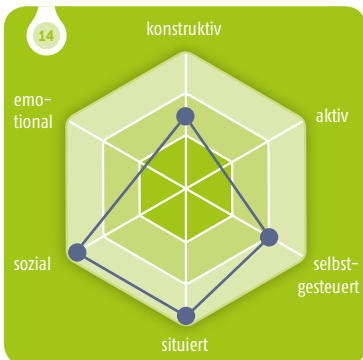
Im nachfolgenden Unterrichtsmodell wird eine Idee und die praktische Erfahrung der finnischen Kollegin Merja Kuisma (Geografie und Biologie) adaptiert auf eine Unterrichtseinheit im Rahmen fachübergreifenden

Biologie-Unterrichts. Terraforming ist ein Spezialgebiet der Astrobiologie, das die Bedingungen der notwendigen Voraussetzungen für ein menschliches Leben z.B. auf dem Mars kalkulierend plant.

Das Unterrichtsmodell soll den SchülerInnen auf der Basis ihrer individuellen IT-Erfahrung – in der Praxis des Chattings z. B. in „facebook“ – eine Auseinandersetzung bieten mit:

- dem kostbaren Gut der irdischen Atmosphäre (Alltagsbezug);
- den spezifischen Ingredienzien eines lebensnotwendigen Gases als wichtiger Bestandteil einer Biosphäre (Fachwissen);
- teamfähiger Kommunikation (soziale Interaktion);
- selbständiger Weiterbildung/Erarbeitung wissenschaftlicher Inhalte (Interdisziplinarität);
- der Aufbereitung der Erfahrungen und Erkenntnisse in einer Präsentation (Publikation);
- einer kritischen Analyse menschlicher Zielstrebigkeit (Science vs. Fiktion).<sup>14</sup>

Die alltägliche Unterwanderung jugendlichen Denkens mit fiktionalen Motiven vor allem durch mediale Einflüsse soll in diesem Unterrichtsmodell kreativ und sinnvoll genutzt werden. Die Moderation aus wissenschaftspropädeutischer Perspektive durch die Lehrkraft, die Moderation des Erlernens naturwissenschaftlicher Inhalte, geschieht quasi „online“ (u. U. mit externen ExpertInnen/Organisationen wie ESA) in einer definierten Lerngruppe dadurch, dass die Lehrkraft den Internet-basierten Fortgang des Unterrichts kommentieren, notfalls korrigieren kann.



#### EINZELNE ARBEITSSCHRITTE:

**A:** Merja Kuisma schlägt vor, den Einstieg in die Aufgabenstellung mit einem in Teamarbeit (2-3 Personen) erstellten **FRAGENKATALOG** zu eröffnen, der mittels online/offline verfügbaren Informationsquellen, z. B. ESA/NASA Websites, Fachtexten und Illustrationen, systematisch beantwortet werden soll. Beispiele:

- „Wie ist denn Leben eigentlich definiert?“
- „Der Mars hat ja kein Wasser, oder?“
- „Was hat denn die „habitable Zone“ mit der Sonne zu tun?“ usw.

**B:** Während der folgenden Internetrecherche bzw. der **RECHERCHE** in einer klassischen Bibliothek zur Beantwortung der eigenen sowie interessanter Fragen anderer, treten naturgemäß individuelle Schwerpunktsetzungen (z. B. Chemie/Soziologie/Journalistik) und Strategien zu Tage (z. B. visueller Lerntyp mit hohem Bedarf an Vorstellungskraft fördernder





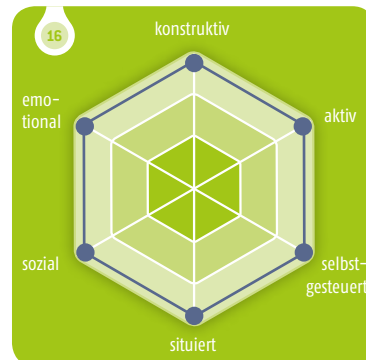
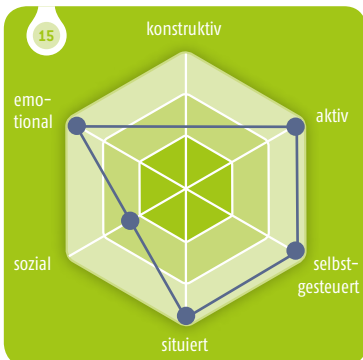
Illustrationen), die sich einerseits in der Lerngruppe angleichen, andererseits vom Moderierenden im Sinne fachspezifischer Termini und wissenschaftlichem Sprachgebrauch gesteuert werden können: Z. B. „Achtung: Deine bevorzugte Seite www.xy.com ist Geografie für dummies! Kein einheitlicher Maßstab/fragwürdige Gewichtung wirtschaftlicher Interessen/etc.“ oder: „Vorsicht, fehlerhafte Termini!“

Die gemäß Zielvorgabe zu erreichende Qualitätsstufe erfordert eine unterschiedlich intensive und komplexe Auseinandersetzung mit der Thematik. Merja Kuisma betont den Vorteil der offenen Arbeitsform (z. B. in Moodle) hinsichtlich der vertrauensbildenden Maßnahmen zwischen Lehrkraft und SchülerInnen bei längeren Arbeitsphasen. Einerseits wollen SchülerInnen die Lehrkraft mit ihrem Tempo der Informationsbeschaffung und Verarbeitung beeindrucken, andererseits zeigt die Lehrkraft dank ihrer Erfahrungen und Hinweise zur Qualität der genutzten Quellen hier häufig ihre vorausschauende Bildung, was wiederum in dem zu mode-



rierenden Lernfortschritt der SchülerInnen Spuren hinterlässt. Die mehr oder weniger zielgerichtete Eigeninitiative des Lernenden erhält somit einen größtmöglichen Spielraum, der nur durch die Faktoren Zeit und Infrastruktur (Internetarbeitsplätze/Bibliothek/Lernorte) begrenzt ist. <sup>15</sup>

**c:** Der abschließenden **PRÄSENTATION** der Lernfortschritte und der Ergebnisse muss in einem solchen Unterrichtskonzept ein besonderer Stellenwert eingeräumt werden. Zunächst sollen die SchülerInnen ihre eigenen Fragenkataloge der ersten Stunde vergleichen, um das Ausmaß des Wissenszuwachses zu realisieren. Sodann entscheidet jede Arbeitsgruppe, ob sie eher den Fortschritt der anderen Gruppen begutachten will oder die eigenen Ergebnisse vorstellen möchte. Daraus ergibt sich eine jeweilige Gruppierung in „ExpertInnen“ und „JournalistInnen“: Die ExpertInnen präsentieren und diskutieren ihre Ergebnisse in Form eines „Fachkongresses“, die JournalistInnen berichten darüber und stellen kritische Fragen. Die Lehrkraft notiert im Verlauf der Präsentationsveranstaltung notwendige Zensuren bzw. beurteilt später die Leistung der JournalistInnen, meist in Form eines Berichts, einer Reportage. Nahe liegend ist eine Einladung von weiterem Schulpublikum, eine Ausstellung grafischer Lerninhalte oder die (obligatorische) Produktion eines Lehrfilmes für die Internetplattform. <sup>16</sup>





#### 4.4. Die Exkursion im naturwissenschaftlichen Unterricht

In den folgenden Anmerkungen des deutschen Kollegen **MICHAEL LENSKI** (Berlin) steht die Lehrkraft-SchülerInnen-Interaktion während einer Exkursion im Brennpunkt. Das Beispiel ist in der Methodik so gehalten, dass es für alle Nawi-Fächer gelten kann. Die mehrstündige oder -tägige Exkursion als Methode ist immer von besonderer Brisanz. Sie "stört" den routinierten Unterrichtsablauf der betreffenden Tage und ist daher hinsichtlich der Effizienz und Nachhaltigkeit kritischen Fragen ausgesetzt. Im Idealfall bewegt das Problem auch die beteiligten SchülerInnen, denn die Verlegung des Lernortes ist mit nichtalltäglichem Aufwand verbunden. Somit ist eine lernerfolgreiche Exkursion erst recht von bleibendem Eindruck.

Michael Lenski praktiziert als Biologe in einer Großstadt unter erschwerten Bedingungen, wenn es um die von Menschen "berührte" Natur geht; im Falle einer Schulung der Beobachtungsgabe bei SchülerInnen für menschliche Verhaltenspsychologie ist die Großstadt dafür die sprichwörtliche Spielwiese.

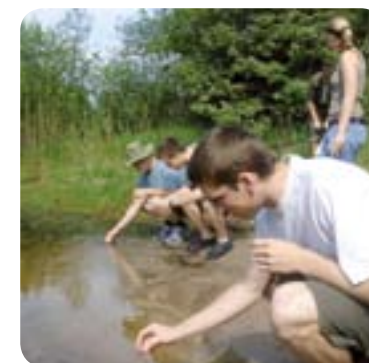
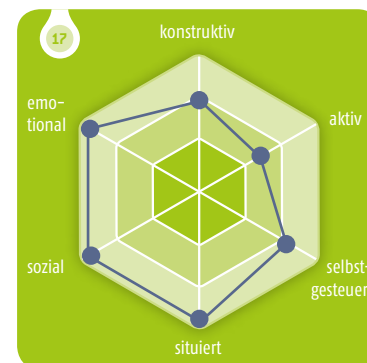
**A:** Er betont den Wert einer konventionellen **INSTRUKTIONSPHASE**, in der von der Lehrkraft gezielt auf zu beobachtende Phänomene hingewiesen



und in der dann unmittelbar eine analytische Methode zur Bearbeitung der jeweiligen Fragestellung vorgegeben wird. Zum Beispiel:

- Bestimmung von Pflanzen/Insekten/Vögeln und ihre Katalogisierung;
- Demonstration der Bestimmung des pH-Wertes eines Gewässers;
- Handhabung von Messgeräten für Luftproben/Verkehrslärm;
- Registratur von Messwerten in vorgegebene Computerprogramme;
- Hinweise zur Dokumentation mittels Skizzen und Fotos. <sup>17</sup>

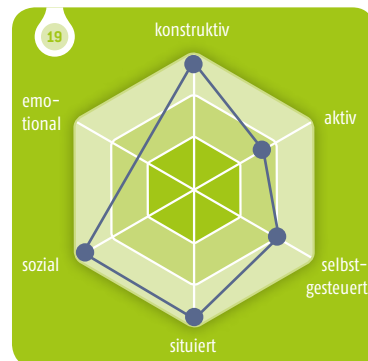
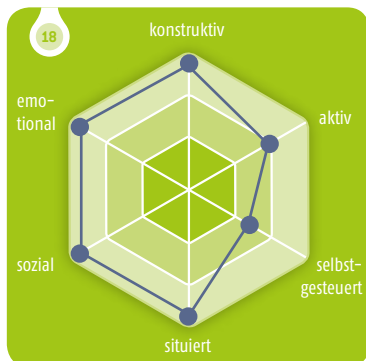
**B:** Der Erfolg der anschließenden **TEAMARBEIT DER SCHÜLERINNEN** ist auch bei einem hohen Grad der Eigeninitiative linear abhängig von der geschickten Umsetzung der Lehrkraftdemonstration. Dem kreativen Potenzial der SchülerInnenteams steht sodann nur noch die Natur „im Wege“, so dass die konzeptionelle Rekonstruktion des Naturbegriffs der SchülerInnen an Ort und Stelle gemäß der zentralen Aufgabenstellung erlebt wird. Besonders bei ganz- bzw. mehrtägigen Exkursionen greift der An-





teil der sozialen Interaktion im Lernprozess, wenn die Moderation durch die Lehrkraft auf das fachliche Minimum beschränkt bleibt, die organisatorischen Abläufe (primäre Bedürfnisbefriedigung) der Exkursion aber mit im Aufgabenbereich der SchülerInnen integriert sind. Die Exkursion erhält damit Expeditionscharakter, was zum bleibenden Eindruck bei SchülerInnen und der Lehrkraft beiträgt. Michael Lenski erinnert daher an Exkursionen als lernintensive und zugleich erfolgreiche Unterrichtserfahrung. <sup>18</sup>

**C:** Die abschließende **PRÄSENTATION DER LERNERFOLGE** der jeweiligen Teams enthält zugleich eine neuerliche Komponente von *Rekonstruktion*, in der in gebührender Knappheit fachspezifische Antworten und Ergebnisse der jeweiligen Fragestellungen formuliert und moderiert werden müssen. <sup>19</sup> Der „klassische“ Exkursionsbericht seitens der SchülerInnen sollte daher einer „Lehrveranstaltung“ durch das SchülerInnenteam weichen. Häufig ergibt sich die Gelegenheit, einer externen SchülerInnengruppe,



der Parallelklasse etc., einen Einblick in die Arbeitsergebnisse zu vermitteln. Die Evaluation der Exkursionsstunden und die Beurteilung seitens der Lehrkraft finden hier eine sinnvolle Beziehung zum Lernprozess.

Michael Lenski bestätigt damit die „Lebensnähe“ der gesammelten Erfahrungen, indem er zugleich darauf hinweist, dass konstruktivistischen Methoden fundamentale Erlebnisse zu Grunde liegen.

In den beiden nachfolgenden Unterrichtsbeispielen kommt in der SchülerInnenaktivität eine technisch-mediale Komponente zum Tragen. Die SchülerInnen produzieren während des Lernvorganges technisch aufwändige Bilddateien mit ihren (privaten) Digitalkameras. Die Produktion digitaler Medien wird hier bewusst der wesentlich häufiger praktizierten (passiveren) Rezeption gegenübergestellt.

#### 4.5. Spektralanalyse – „light“

**MARTIN FALK** (Deutschland) bringt aus der Erfahrung mit astronomischen Arbeitsgemeinschaften einen Vorschlag zur vertiefenden Auseinandersetzung mit **Spektralanalysen in Physik und Chemie**. Der fachliche Schwerpunkt liegt in der gymnasialen Oberstufe.

Die gebräuchlichen „Taschenspektrometer“ können auf preiswerte und relativ einfache Weise als Vorsatz für moderne Digitalkameras nachgebaut und damit die jeweils betrachteten Spektren dokumentiert werden. So erzielt man mit der Fotografie eine Bilddatei, die über eine kostenlose Software aus dem Internet „lehrbuchreife“ Spektren produziert und diese analysierbar macht.

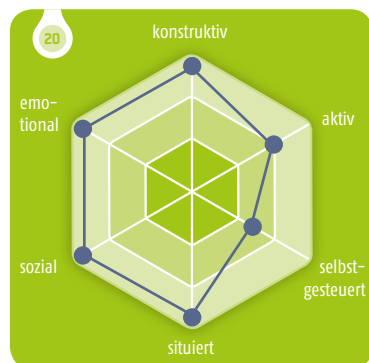
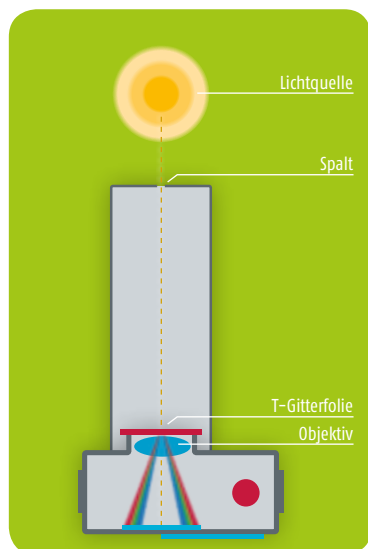
Der Lehrkraft steht mit Digitalkamera und Software ein praktisches Hilfsmittel zur Verfügung, die zum Thema „Spektralanalyse“ des jeweiligen Fachunterrichts üblichen Versuche und Beobachtungen der SchülerInnen dokumentieren zu lassen. Der visuelle Eindruck wird dadurch qualitativ und quantitativ zusätzlich auswertbar. Die konstruktivistische Komponente ergibt sich aus der höheren praktischen SchülerInnenaktivität und motiviert zu vertiefendem Lernen.



### EINZELNE ARBEITSSCHRITTE UND FACHLICHE INFORMATIONEN:

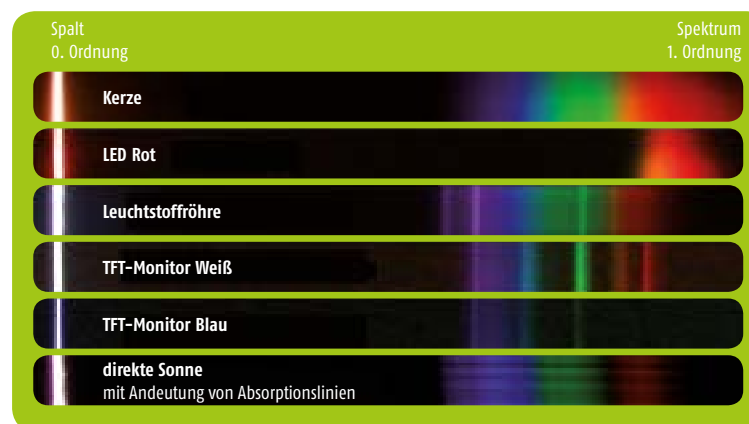
**A:** Das Spektrometer im „SchülerInnen-Selbstbau“ ist mit geringem Aufwand in rund 20 Minuten einsetzbar, lediglich die Handhabung und Einstellung der Kamera vor der zu fotografierenden Lichtquelle muss geübt werden, was damit der Handhabung optischer Geräte wie Mikroskopen ähnelt sowie entsprechender Versuchsaufbauten (Optik, Flammenfärbung, etc.). Dies fördert psychomotorische Fertigkeiten und die apparative Praxis und ist in Kleingruppen gut erlernbar.

Eine holografische **TRANSMISSIONSGITTERFOLIE MIT 500 LINIEN/MM** – z. B. der Firma Edmund-Optics (als Streifen vom Stück – alternativ als Klassensatz in der Fassung eines Diarahmens – Kosten: ~ €15.-) dispergiert das Licht jeglicher Quellen als Kontinuum bzw. Emissionsspektrum, wenn man die Folie entsprechend vor das Auge hält. Statt nun nur den kurzen Sinneseindruck mit dem Auge zu erleben, lassen sich mit einer Kamera dank der hohen Lichtempfindlichkeit moderner Bildsensoren die Spektren „aus der (geübten) Hand“ fotografieren. Der für die Spektralanalyse notwendige „Spalt“ stellt ein Schlitz an der dem Objektiv gegenüberliegenden Wand einer kleinen Schachtel (Kantenlänge ca. 10 cm) dar, die vor der Kamera befestigt wird. Die Kamera wird im Modus „Nahaufnahme“ auf den Spalt fokussiert.



**B:** (Un)abhängig von den Vorkenntnissen der SchülerInnen über Spektralanalyse sind die Teams (2-4 SchülerInnen je nach Altersstufe) nach der Vorbereitung der jeweils verfügbaren Kamera mit der Dokumentation der Spektren unterschiedlichster Lichtquellen vor dem Spalt beauftragt. Dies nimmt je nach Erfahrung, Intensität und Anzahl der Quellen etwa eine Unterrichtsstunde in Anspruch. Typische Lichtquellen sind die Neonröhren der Raumbelichtung, Kerzen-/Gasflammen, TFT-Bildschirme, farbige LEDs und nicht zuletzt das (direkte oder reflektierte) Sonnenlicht. Die sorgfältige Präparation der Kamera und eine geschickte Handhabung garantieren visuell beeindruckende Spektren, wenn sie im nächsten Schritt am Computerarbeitsplatz auf dem Monitor erscheinen. <sup>20</sup>

**C:** Die „Regenbogenfarben“ geben schon auf den ersten Blick einen Hinweis auf die spektrale Energieverteilung (entsprechend ihrer Helligkeiten) und sollen nun mit einer Software (z.B. IRIS von [www.astrosurf.com/buil](http://www.astrosurf.com/buil)) ausgewertet werden. Die umfangreiche Literatur des Internets zur Spektralanalyse bis hin zu den Spektralklassen der Sterne bietet ein weites Arbeitsfeld für unterschiedliche Interessen und Zielsetzungen der

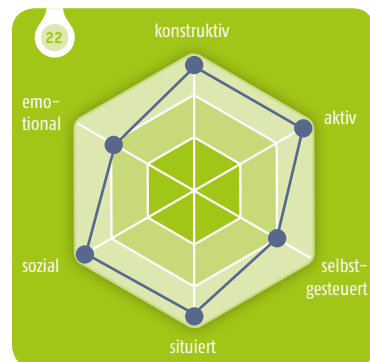
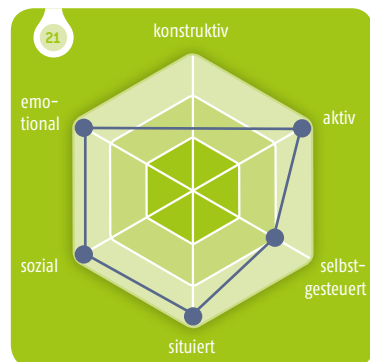


SchülerInnen sowie eine Quelle für vertiefte Kenntnisse, erworben in ausgewogener Kombination von Theorie und Praxis.

Zunächst gilt es, mit einer Bildbearbeitungssoftware (Photoshop o.ä.) die einzelnen Spektrenbilder zu bearbeiten hinsichtlich Bezeichnung der Lichtquelle, Sortierung gemäß der Typen (Kontinuum, Emission, Absorption und evtl. Linienstärke). Sodann bietet die IRIS-Spezialsoftware (nach einem Tutorial auf der Website) die Möglichkeit, die Arbeitsergebnisse der Teams mit professionellen Lehrbuchspektren hinsichtlich der Auflösung und Wellenlänge prominenter Linien zu vergleichen.

**D:** Den Abschluss bildet die Bildpräsentation der jeweiligen Arbeitsgruppen mit vertiefenden Kommentaren zu den spektralen Phänomenen, vom Spektrum einer Neonglimmleuchte bis zum Versuch, ein Sternspektrum zu fotografieren.

Die letzte Stufe stellt eine (relativ einfache, thematisch aber anspruchsvolle) SchülerInnenübung im Astronomie-Unterricht dar, in der die im Unterricht erworbenen Kenntnisse „nachts und draußen“ angewendet werden. Die auf dem Rücken liegende Kamera (jetzt nur mit der Folie vor dem Objektiv und auf „unendlich“ fokussiert) „spektralanalysiert“ in ca. zehn Sekunden-Langzeitbelichtung durch die Transmissionsgitterfolie die hellsten Sterne. <sup>21</sup>



#### 4.6. „Genes go Hollywood“

Lutz Wendel (s. Abschnitt 4.2.) geht mit der Produktion eines Lehrfilms konsequent den Weg der kognitiven Modellbildung im Lernprozess zu Ende.

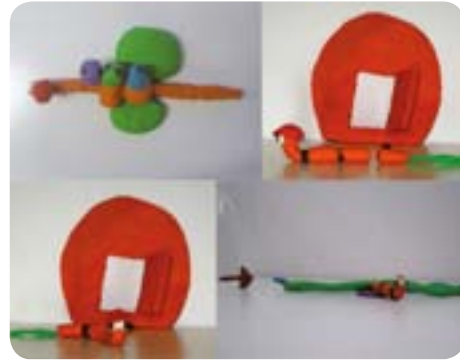
Die OberstufenschülerInnen fassen parallel zu der **BIOLOGIE-UNTERRICHTSEINHEIT „PROTEINBIOSYNTHESE“** ihre erworbenen Kenntnisse mittels digitaler Medien so zusammen, dass die selbst erstellte Animation die notwendige Rekapitulation komplexer Vorgänge (z. B. für die Abiturprüfung) stimuliert. Als „Nebenprodukt“ stimuliert ein „schuleigenes“ Video (auf der Homepage der Schule) aber auch die Motivation bei jüngeren SchülerInnen zur Identifikation mit den Inhalten des Fachs.

Ein Ausschnitt des Films ist als Download auf der Science on Stage Deutschland e.V.–Homepage verfügbar.

#### EINZELNE ARBEITSSCHRITTE:

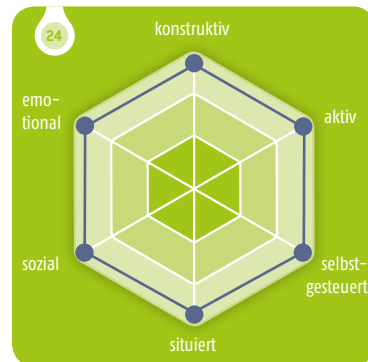
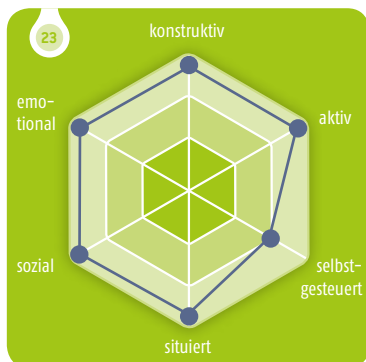
**A:** Die Lehrkraft stellt die Aufgabe, eine geeignete modellhafte Darstellung für ein dynamisches System zu finden. Da statische Modelle hier sehr schnell an Grenzen stoßen, entwickeln die SchülerInnen folgerichtig die Idee, einen Trickfilm zu erstellen. Hierzu wird **DER VORGANG DER SYNTHESE MIT SYMBOLEN AUS KNETMASSE** schrittweise fotografiert und anschließend mittels der Software „iMovie“ bzw. „Moviemaker“ zu einem Film zusammengestellt (s. auch „Slowmation“ im Internet). Dabei ergibt sich für etliche SchülerInnen die Gelegenheit, bereits erworbene praktische Fertigkeiten im Umgang mit Bildmedien einzubringen und die Gruppenarbeit voranzutreiben. <sup>22</sup>





**B:** Notwendig ist der neuerliche **ABGLEICH DER FACHKENNTNISSE MIT DER LITERATUR** zwecks Vermeidung von sachlichen Fehlern parallel zur Modellierungsphase. Mit der Kreativität der einzelnen Arbeitsgruppen geht stilistisch ein altersgemäßer „Spaßfaktor“ einher, der einerseits simplifizierend wirkt, andererseits die konstruktivistische Komponente „Emotion“ hervorhebt. Eine mediale Zwischenlösung wäre eine fachgerechte GIF-Animation von SchülerInnen mit speziellen Vorkenntnissen. Die komplexen Vorgänge und die schwierige Modellierung sind in der Praxis dann doch nicht ganz fehlerfrei, woraus sich beim gemeinsamen Betrachten der fertigen Arbeitsergebnisse ein weiterer Lernimpuls ergibt.

**C:** Da die Proteinbiosynthese in drei große Abschnitte (Transkription, RNA Reifung, Translation) unterteilbar ist, wird z. B. in **ARBEITSTEILIGEN GRUPPEN GEARBEITET**. Es stellt sich über die relativ lange Zeit (u. U. sechs Stunden) für die SchülerInnen als schwierig heraus, sich auf eine gemein-



same Symbolik festzulegen und einen Zeit- und Arbeitsplan zu erstellen. Die gruppendynamischen Prozesse (Wahl eines Projektleitenden, Kontakte zu ExpertInnen, Lösungen für infrastrukturelle/mediale Probleme) geben zudem Einblicke und Erfahrungen in professionelle Arbeits- und Laborpraxis, auch wenn hier noch eine spielerische Komponente vorherrscht.

**D:** Für die Rolle des „Moderierenden“ ergeben sich Freiräume, je nachdem, ob sie/er als BeraterIn lediglich ansprechbar ist, sich aktiv modellierend einbringt, steuernd schwächeren Arbeitsgruppen Hilfestellung leistet oder für das „Filmfestival“ ein Preiskomitee gründet und für die Öffentlichkeitsarbeit (Presse, regionale Wettbewerbe) des Faches die Weichen stellt.

Die Idee von Lutz Wendel und die Ergebnisse seiner SchülerInnen sind zugleich ein sinnvoller Vorschlag, selbst erstellte Bildsequenzen als modernes „Infotainment“ für SchülerInnen-Handys zu nutzen.<sup>23</sup>

### 5. Schlussbemerkungen

Die Koordinatoren des „Moderations-Workshops“ mussten die Unterrichtsideen und Vorschläge der mitarbeitenden KollegInnen stark raffen. Dabei sollte den interessierten LeserInnen auch in dieser Kurzform nicht entgehen, dass hier innovative Unterrichtssequenzen oder -einheiten vorgestellt werden,

- mit denen motivierende Aktivierungen der SchülerInnen im naturwissenschaftlichen Unterricht gelingen können,
- die ein intensives Miteinander und Austauschen zwischen den SchülerInnen erforderlich machen,
- die den SchülerInnen Freiräume geben, im Unterricht eigene Ideen auszuprobieren und eigene Wege zu beschreiten,
- die eingebettet sind in lebensnahe Kontexte und damit Anknüpfungspunkte an die Vorstellungen der SchülerInnen erlauben,
- die anspruchsvoll sind, curriculare Inhalte vermitteln sollen und damit mehr sind als Vorschläge für „exotische Unterrichtsstunden“.<sup>24</sup>

Mit diesen Entwürfen sollen Unterrichtssituationen geschaffen werden, in denen eine Atmosphäre hergestellt wird, in der gelernt werden kann. Die Lehrkraft ist dabei in hohem Maße gefordert, die strukturellen Lernbedingungen mit all ihren Freiheiten im definierten Rahmen zu halten (keine Unterrichts-anarchie), SchülerInnengruppen, die Hilfen und Anleitung benötigen, zu unterstützen, grundsätzlich auf eine effektive Zeitnutzung zu achten und selbstverständlich Informationen bereit zu stellen, die wahlweise in Anspruch genommen werden können. Der Gewinn in der Moderation liegt darin, dass die „Energie“ der Lehrenden nicht nach dem Gieskannenprinzip gleichmäßig über alle verteilt wird, sondern punktuell dort eingesetzt wird, wo individuelle Unterstützung benötigt wird.

Detailreichere Konzepte zu den hier vorgestellten Ideen stehen auf der Homepage von Science on Stage Deutschland e. V. zur Verfügung. An ihnen wird ab Sommer 2010 in den Workshops mit Erscheinen dieser Ausgabe weiter gearbeitet.

Erfahrungen, Kommentare, Kritik und weiterführende Ideen nehmen wir per E-Mail an Science on Stage Deutschland e. V. freudig entgegen.

Wir bedanken uns bei den mitarbeitenden KollegInnen unseres Workshops für ihr Engagement und die Hingabe zur Verbreitung positiver emotionaler Lernerfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht.

MARTIN FALK, DIRK KRÜGER UND WOLFGANG WELZ

### Veranstaltungen im Rahmen des Projektes

#### 2008

23.–26. Oktober

Auftakt der Workshops im Rahmen des Science on Stage-Bildungsfestivals in Berlin

#### 2009

30.–31. Januar

KoordinatorInnentagung in Berlin

19.–21. Juni

Folgeworkshop im Gläsernen Labor in Berlin-Buch

25. September

KoordinatorInnentagung im Rahmen der EduNetwork 09 in Saarbrücken

13.–14. November

Workshop der Gruppe „Naturwissenschaften und Sprache“  
(Untergruppe von „Naturwissenschaften in Kindergarten und Grundschule“)

#### 2010

11.–12. Juni

Präsentation der Publikation bei der Abschlussveranstaltung in Berlin



## Teilnehmerinnen und Teilnehmer

Arbeitsgruppen-Themen:

- A Naturwissenschaften in Kindergarten und Grundschule
- B Wie nützen außerschulische Lernorte?
- C Moderation des Lernens im naturwissenschaftlichen Unterricht

	NAME	VORNAME	LAND	THEMA
Herr	<b>Araque</b>	José	Spanien	C
Frau	<b>Breuer-Küppers</b>	Petra	Deutschland	A
Frau	<b>Brücher</b>	Ilka	Deutschland	A
Frau	<b>Curtis</b>	Amanda	Großbritannien	A
Frau	<b>Danielson</b>	Wibke	Deutschland	A
Herr	<b>Detlefsen</b>	Malte	Deutschland	B Koordinator
Frau	<b>Dobkowska</b>	Maria	Polen	B
Herr	<b>Falk</b>	Martin	Deutschland	C Koordinator
Frau	<b>Frank</b>	Carolin	Deutschland	B
Frau	<b>Görhardt</b>	Bärbel	Deutschland	A
Frau	<b>Gostincar Blagotinšek</b>	Ana	Slowenien	A
Herr	<b>Gutschank</b>	Jörg	Deutschland	C
Frau	<b>Hane</b>	Eva	Deutschland	A
Frau	<b>Hänsler</b>	Ute	Deutschland	A Koordinator
Frau	<b>Hartevelt</b>	Shamim	Niederlande	B
Herr	<b>Jann</b>	Peter	Schweiz	B
Frau	<b>Kieseier</b>	Manuela	Deutschland	C
Herr	<b>Konstantinou</b>	Dionysis	Griechenland	B
Herr	<b>Krüger</b>	Dirk	Deutschland	C Koordinator
Frau	<b>Kühnen</b>	Hannelore	Deutschland	B
Frau	<b>Kuisma</b>	Merja	Finnland	C
Herr	<b>Lenski</b>	Michael	Deutschland	C
Frau	<b>Link</b>	Victoria	Deutschland	A
Herr	<b>Los</b>	Mirek	Polen	B
Herr	<b>Lühns</b>	Otto	Deutschland	B Koordinator
Frau	<b>Meyer</b>	Ursula	Deutschland	A
Frau	<b>Meyer</b>	Iris	Deutschland	A
Frau	<b>Mitlöhner</b>	Rita	Deutschland	A
Frau	<b>Musilek-Hofer</b>	Monika	Österreich	A
Herr	<b>Naylor</b>	Stuart	Großbritannien	A

Herr	<b>Niehues</b>	Günter	Deutschland	C
Herr	<b>Pausenberger</b>	Rudolf	Deutschland	B
Frau	<b>Prem-Vogt</b>	Christine	Deutschland	A
Herr	<b>Quéré</b>	Yves	Frankreich	A
Herr	<b>Reinholtz</b>	Andreas	Deutschland	C
Frau	<b>Reinholtz</b>	Christine	Deutschland	C
Herr	<b>Sauer</b>	Gerhard	Deutschland	A Koordinator
Herr	<b>Schaumburg</b>	Felix	Deutschland	C
Herr	<b>Scherer</b>	André	Deutschland	A
Frau	<b>Serra</b>	Maria	Italien	C
Herr	<b>Serrano</b>	Antonio	Spanien	B
Frau	<b>Skiebe-Corrette</b>	Petra	Deutschland	A
Herr	<b>Spies</b>	Mario	Deutschland	A
Herr	<b>Stammler</b>	Georg	Deutschland	A
Herr	<b>Stetzenbach</b>	Werner	Deutschland	A
Frau	<b>Stetzenbach</b>	Gabriele	Deutschland	A
Frau	<b>Sudbrock-Niehues</b>	Maria	Deutschland	C
Frau	<b>Tomczyk</b>	Alexandra	Deutschland	C
Frau	<b>Trautwein</b>	Christine	Deutschland	C
Frau	<b>Turricchia</b>	Angela	Italien	B
Frau	<b>Vogt</b>	Andrea	Deutschland	A
Frau	<b>Wasmann-Frahm</b>	Astrid	Deutschland	B Koordinator
Herr	<b>Welz</b>	Wolfgang	Deutschland	C Koordinator
Herr	<b>Wendel</b>	Lutz	Deutschland	C
Frau	<b>Yilmaz</b>	Nese	Deutschland	A

# Rückmeldebogen

## Publikation „Teaching Science in Europe 3“

Rückgabe bitte per Post an Science on Stage Deutschland e.V.,  
Poststraße 4/5, 10178 Berlin, Deutschland oder per Fax an  
+49 (0)30 40 00 67 35. **Zutreffendes bitte ankreuzen!**

### Land:

- |                                    |                                   |  |
|------------------------------------|-----------------------------------|--|
| <input type="radio"/> Belgien      | <input type="radio"/> Litauen     | <input type="radio"/> Spanien            |
| <input type="radio"/> Bulgarien    | <input type="radio"/> Luxemburg   | <input type="radio"/> Schweden           |
| <input type="radio"/> Deutschland  | <input type="radio"/> Malta       | <input type="radio"/> Schweiz            |
| <input type="radio"/> Dänemark     | <input type="radio"/> Niederlande | <input type="radio"/> Tschechien         |
| <input type="radio"/> Finnland     | <input type="radio"/> Norwegen    | <input type="radio"/> Ungarn             |
| <input type="radio"/> Frankreich   | <input type="radio"/> Österreich  | <input type="radio"/> Verein. Königreich |
| <input type="radio"/> Griechenland | <input type="radio"/> Polen       | <input type="radio"/> Zypern             |
| <input type="radio"/> Irland       | <input type="radio"/> Portugal    | <input type="radio"/> anderes: .....     |
| <input type="radio"/> Italien      | <input type="radio"/> Rumänien    |  |
| <input type="radio"/> Kanada       | <input type="radio"/> Slowakei    |  |

### Schulstufe:

- |  |                                     |                                       |
|--|-------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="radio"/> Vorschule        | <input type="radio"/> Primarstufe   | <input type="radio"/> Sekundarstufe I |
| <input type="radio"/> Sekundarstufe II | <input type="radio"/> Andere: ..... |                                       |

### Lehrkraft für: (Mehrfachnennungen möglich)

- |                                  |                                  |   |
|----------------------------------|----------------------------------|---|
| <input type="radio"/> Mathematik | <input type="radio"/> Biologie   | <input type="radio"/> anderes Fach: ..... |
| <input type="radio"/> Physik     | <input type="radio"/> Technik    | .....                                     |
| <input type="radio"/> Chemie     | <input type="radio"/> Informatik | .....                                     |

### Ist die Publikation für Ihre Arbeit anregend?

.....

.....

.....

### Finden Sie die Form der Broschüre ansprechend?

.....

.....

.....

**Welche Frage(n) oder welches Thema würden Sie gern in einem europäischen Lehrkräfte-Workshop bearbeiten?**

---

---

---

---

**Vielen Dank!**

Bitte senden Sie mir die Publikation

● **„Teaching Science in Europe 1“**

zu den Themen:

- Naturwissenschaften in der Grundschule
- Interdisziplinärer Ansatz für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Europa
- Die Rolle des Experiments im naturwissenschaftlichen Unterricht
- Astronomie im Unterricht

● **„Teaching Science in Europe 2“**

zu den Themen:

- Naturwissenschaften im Kindergarten und in der Grundschule
- Interdisziplinärer Unterricht
- Selbstwahrnehmung und Selbstevaluation

● in deutscher Sprache   ● in englischer Sprache

an die folgende Adresse zu:

---

---

---

---

Die Publikation ist kostenfrei, wir bitten Sie lediglich um die Portokostenerstattung.

**Was ist Science on Stage Deutschland?**

Der gemeinnützige Verein Science on Stage Deutschland (SonSD) knüpft für deutsche Lehrerinnen und Lehrer der Naturwissenschaften ein Netzwerk, über das sie sich mit Pädagogen aus anderen Ländern Europas austauschen können.

Er veranstaltet Workshops, Fortbildungen, Wettbewerbe und Festivals, um spannende Experimente und neue Unterrichtskonzepte aus ganz Europa in Deutschland zu verbreiten.

Der Verein fördert die naturwissenschaftlich-technische Bildung in Deutschland und Europa.

**Machen Sie mit!**

[www.science-on-stage.de](http://www.science-on-stage.de)



Für die Unterstützung danken wir herzlich:

Robert Bosch **Stiftung**

**SIEMENS** | Stiftung



**THINK  
ING.**

Arbeitgeberverband  
Gesamtmittel mit seiner  
Initiative THINK ING.

**[www.science-on-stage.de](http://www.science-on-stage.de)**