



Förderverein Schulbiologiezentrum Hamburg e.V.



Lynx

Druck 02 / 2014



Experimente und Rollenspiele im naturwissenschaftlichen Unterricht
Spezial: Back to the Moon

Vorwort	4
1. Experimentieren lernen und lehren im naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe I	5
2. Klimawandel vor Gericht – Rollenspiele in naturwissenschaftlichen Unterricht	16
3. Experimente und forschendes Lernen in den Rahmenplänen	22
3.1 Experimente in den Rahmenplänen	22
3.2 Forschendes Lernen zu Naturphänomenen	24
4. Aktuelles aus dem Zentrum für Schulbiologie und Umwelterziehung (ZSU)	28
5. Angebote aus dem ZSU	30
5.1 Entdecken und Erforschen – im ZSU-Schulgarten	30
5.2 Schülerpraktika im Wasserlabor des ZSU	34
6. Sonderausstellung: Mathematik mit allen Sinnen begreifen im naturwissenschaftlichen Zentrum (NWZ)	35
7. Schulen fördern Naturwissenschaften	37
7.1 MINT-Schulen in Hamburg	37
7.2 „Lab in a drop“, Katholische Schule Harburg	39
8. Externe Angebote	43
8.1 Das Haus der kleinen Forscher	43
8.2 Konstantins Erbe – „von der Bruchbude zum Passivhaus“	46
9. Anregungen für den Unterricht	48
9.1 Experimente mit dem Sonnenlicht	48
9.2 Rollenspiele in der Astronomie	63
9.3 „Ich bin ... der Minuspol, die Kathode“ – Theaterprojekt	72
9.4 Längen- und Breitengrade	74
9.5 Eine zuverlässige Methode zur Berechnung des Längengrades	76
10. Spezial: Projekt – Back to the moon	77
10.1 Part-Time Scientists – aus dem Hobbykeller zum Mond	77
10.2 Das Lego-Mondrover-Projekt an der Max-Brauer-Schule	79
10.3 „Milliarden Sonnen – Eine Reise durch die Milchstraße“	80
10.4 GAIA – der genaueste optische Astronomiesatellit	81
10.5 Airbus Defence and Space: Ein einzigartiges Unternehmen	84
11. Medienhinweise und Exkursionsziele	87
11.1 Literaturliste zum Thema „Experimentieren und Rollenspiele im NW-Unterricht“	87
11.2 Hamburger Bildungsserver – MINT-Fächer	97
11.3 Hamburger Bildungsserver – Außerschulische Lernorte „Natur und Umwelt“	99
11.4 Neue DVDs – „Wer pickt denn da?“	102
11.5 Kaulquappe – Ohren auf für leise Töne	103
Lageplan ZSU	104
FSH-Aufnahmeantrag	105
Impressum	106

Foto: Markus Scholz



Liebe Leserinnen
und Leser,

wann haben Sie zuletzt experimentiert? Erproben Sie doch einmal folgendes Experiment mit ihren Schülerinnen und Schülern oder ihrer Familie:

Die schwimmende Cola-light-Dose:

Tim und Jasmin waren letzten Samstag auf einer Grillparty im Garten. Um die Getränkedosen möglichst für lange Zeit kühl zu halten, wurden diese in eine Wanne voller Eiswasser gegeben. Tim bevorzugte lieber Cola und musste stets sehr tief in das wassergefüllte Becken greifen. Jasmin dagegen, welche lieber die kalorienarme Cola-light bevorzugte, hatte Glück. Die Cola-light-Dosen schwammen stets oben, so dass sie diese greifen konnte.

1. Probiert selbst einmal aus, ob die beiden Dosen sich wirklich im Schwimmverhalten unterscheiden. Ihr benötigt 1 Cola, 1 Cola-light-Dose, 1 Wanne mit Wasser, 1 Waage.
2. Hast du eine mögliche Erklärung für die Beobachtungen?
3. Entwickle nun ein Experiment, um deine Vermutung zu überprüfen und führe es durch!
4. Hast du eine mögliche Erklärung, worin die Unterschiede zwischen Cola und Cola-light bestehen (Tipp: Inhaltsstoffe)?

Kinder und Jugendliche setzen sich im Unterricht aktiv forschend mit den Phänomenen von Natur und Umwelt auseinander. Mit Experimenten, als Frage an die Natur, können Alltagsbeobachtungen genauer untersucht und erklärt werden. Dr. Dennis Nawrath stellt im Lynx ein Modell experimenteller Kompetenz vor, das mit Lehrkräften entwickelt wurde. Das Modell zeigt auf, welche Kompetenzen beim Experimentie-

Regina Marek

Regina Marek
1. Vorsitzende des FSH

ren erworben werden können. Erproben Sie das Modell. Eine wissenschaftliche Untersuchung hat gezeigt, dass durch Einsatz des Modells im Unterricht ein mittelstarker bis starker Kompetenzzuwachs im Experimentieren nachweisbar ist.

Foto: Markus Scholz



Im Sachunterricht in der Grundschule sind drei zentrale Kompetenzbereiche „Orientierung in unserer Welt“, „Erkenntnisgewinnung“ und „Urteilsbildung“ ausgewiesen. Diese Kompetenzbereiche werden von den weiterführenden Schulen aufgegriffen und differenziert. In den Bildungsplänen für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Hamburg sind vier Kompetenzbereiche verbindlich vorgesehen: Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung.

Rollenspiele, die ebenfalls in diesem Lynx vorgestellt werden, fördern hauptsächlich die Kompetenzbereiche Fachwissen, Kommunikation und Bewertung bei Schülerinnen und Schülern. Spielen ist Handeln mit dem Hinweis des „Als ob“, ist Tätigwerden in einer anderen, simulierten Realität. Man wird Spielerin oder Spieler durch freie Anerkennung der Regeln. Spiel macht Spaß. Da es sich nicht um eine Ernstsituation handelt, können Verhaltensweisen angstfrei und ohne Furcht vor Folgen kreativ und produktiv ausprobiert werden. Ein gelungenes Beispiel hierzu ist das von Frau Prof. Dr. Hößle entwickelte Rollenspiel zum Klimaschutz: „Heute bleibt die Küche fleischlos“.

Wir danken allen Beteiligten für die interessanten Beiträge!

Monika Schlottmann

Monika Schlottmann
Päd. Leitung ZSU-Schulgarten, Landesinstitut

1. Experimentieren lernen und lehren im naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe I

Dr. Dennis Nawrath

Experimentieren – Wichtige Kompetenz naturwissenschaftlichen Lernens

Experimente sind wichtiger Bestandteil naturwissenschaftlichen Denkens und Lernens! Doch was versprechen und erhoffen wir uns überhaupt von Experimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht? Diese Frage ist nicht leicht zu beantworten. Dennoch möchte ich einen Versuch starten: Wir hoffen erstens, dass Experimente Schülerinnen und Schülern helfen, fachliche Aspekte besser zu verstehen, und dass diese zur Mitarbeit im Unterricht motivieren (z. B. Tesch, 2005 und Börlin, 2012). Zweitens sollen die Schülerinnen und Schüler anhand von Experimenten etwas über den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess und die Rolle von Experimenten in diesem lernen. Höttecke (2001) bezeichnet dies als ein Lernen über die Natur der Naturwissenschaften. Drittens sollen die Schülerinnen und Schüler das Experimentieren an sich in all seinen Facetten erlernen.

Diese drei Aspekte können und sollen natürlich nicht streng getrennt voneinander stehen, sie bedingen sich gegenseitig. Dennoch hilft aus meiner Sicht eine derartige Aufschlüsselung, sich über die Wirkung von Experimenten auf das Lernen von Schülerinnen und Schülern im naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe I Gedanken zu machen.

In diesem Beitrag wird schwerpunktmäßig der dritte genannte Aspekt (Experimentieren als prozessbezogene Kompetenz) unter die Lupe genommen. **Wie können wir das Experimentieren lehren, damit die Schülerinnen und Schüler es lernen?** Diese Frage war zentral bei der Entwicklung eines Modells experimenteller Kompetenz für den praxisorientierten Einsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe I. Das Modell wird in diesem Beitrag vorgestellt. Es schlüsselt experimentelle Kompetenz in neun Teilkompetenzen auf und unterbreitet Vorschläge, wie diese bei der Planung von Unterricht berücksichtigt werden können. Zudem zeigt es auf,

wie experimentelle Kompetenz von Schülern diagnostiziert und rückgemeldet werden kann. Es wurde in Zusammenarbeit von Physikdidaktikern der Universität Bremen und Lehrkräften aus dem Hamburger Schulversuch alles>>könner (Schroeter et al, 2013) entwickelt und hat sich inzwischen in der Praxis bewährt. Im Beitrag wird der Einsatz anhand eines erprobten Unterrichtsbeispiels aus dem naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht verdeutlicht.

Was zeichnet Experimentieren aus?

Erste Antworten darauf, was Experimentieren auszeichnet und welche Erwartungen an Schülerinnen und Schüler in diesem Bereich herangezogen werden, liefern die nationalen Bildungsstandards aus dem Jahre 2004. Schülerinnen und Schüler sollen beispielsweise Hypothesen aufstellen, Experimente nach Anleitung durchführen und auswerten, Experimente planen, durchführen und dokumentieren, gewonnene Daten auswerten und die Gültigkeit empirischer Ergebnisse und deren Verallgemeinerung beurteilen (vgl. KMK 2005, 11). Dies spiegelt sich auch in den Hamburger Bildungsplänen wider. So gehören beispielsweise zu den Mindestanforderungen an Sechstklässler in Stadtteilschulen Fähigkeiten wie die Durchführung qualitativer Experimente nach Anleitung, die Entwicklung naturwissenschaftlicher Fragestellungen, die Wiedergabe wesentlicher Schritte eines Versuchs, die Formulierung von Beobachtungen und die Dokumentation von Messwerten mit Hilfestellung (vgl. Freie und Hansestadt Hamburg 2011, 19).

Auch knapp 10 Jahre später zeigt sich, dass Lehrkräfte es schwierig finden, neben den von den Bildungsplänen und Curricula inhaltlichen Vorgaben auch prozessorientierte Kompetenzen zu vermitteln. Dies liegt unter anderem darin begründet, dass bei gleichbleibender Stundenzahl aus Sicht der Lehrkräfte zusätzliche Wissens-elemente vermittelt werden müssen. Andernfalls stellt sich offensichtlich die Frage, wie prozessbezogene Kompetenzen im Unterricht vermittelt

werden können, ohne dass die Inhalte dabei zu kurz kommen (vgl. Schecker & Wiesner 2013, 16). Die naturwissenschaftsdidaktische Literatur stellt bislang überwiegend theoretische Modelle zur Beschreibung der Experimentierkompetenz für Forschungszwecke bereit (z.B. Hammann 2004 und Mayer, Grube & Möller, 2008). Diese Modelle zeichnen sich dadurch aus, dass experimentelle Fähigkeiten möglichst detailliert und trennscharf beschrieben und forschungsseitig analysiert werden können. Diese Modelle eignen sich aber nicht, um Lehrerinnen und Lehrern Hilfestellungen an die Hand zu geben, experimentelle Fähigkeiten noch stärker als bislang in den Fokus ihres Unterrichts zu rücken.

Ein Modell experimenteller Kompetenz für die Unterrichtspraxis

Im Rahmen des Hamburger Schulversuchprogramms alles>>könnner (2008 bis 2013, Schroeter et al., 2013) wurde daher in Zusammenarbeit von Lehrkräften und Naturwissenschaftsdidaktikern ein Modell experimenteller Kompetenz entwickelt (siehe Abb. 1). Das Modell ist ausführlich in den Tabellen 1 und 2 beschrieben. Es basiert auf Vorarbeiten von Schreiber, Theyßen & Schecker (2009) und hat den Anspruch, dass es Lehrkräften Hinweise und Hilfestellungen bei der Planung, Durchführung und Reflexion experimentell orientierten Unterrichts liefert. Das Fachset Naturwissenschaften, in welchem das Modell entstand, bestand aus 16 Lehrkräften der Fächer Biologie, Chemie und Physik bzw. dem Lernbereich Naturwissenschaften aus 8 Hamburger Stadtteilschulen und 3 Hamburger Gymnasien sowie drei Physikdidaktikern der Universität Bremen und einer Mitarbeiterin des Landesinstituts für Lehrerbildung und Schulentwicklung Hamburg. Gemeinsam wurden Modelle und Unterrichtskonzepte zur Experimentier-, Modell- und Kommunikationskompetenz entwickelt und erprobt. Die Modelle und eine Auswahl erprobter Unterrichtskonzepte wurden in Schecker et al. (2013) veröffentlicht. Die Aufgabe der Wissenschaftler bestand insbesondere in der Zusammenfassung und Ausarbeitung unterrichtsrelevanter Ergebnisse naturwissenschaftsdidaktischer Forschungsergebnisse im Bereich der Kompetenzmodellierung und in der Ausarbeitung und Fertigstellung der gemeinsam

diskutierten Modelle. Die Lehrkräfte brachten ihre unterrichtlichen Expertisen ein und zeigten Möglichkeiten und Grenzen der Umsetzung von Kompetenzmodellen im Unterricht auf.

Im Rahmen ihres Promotionsverfahrens evaluierte Veronika Maiseyenko die Modellentwicklung, die Implementation in den Unterricht sowie die Wirksamkeit modellorientierten Unterrichts im Bereich des Experimentierens. Ihre Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen (vgl. Maiseyenko 2014, 85f.):

Die Zusammenarbeit zwischen Praxis (Lehrkräften) und Wissenschaft (Physikdidaktikern) hat sich bei der Entwicklung des Modells bewährt. Das Modell experimenteller Kompetenz ist zum einen theoretisch fundiert, berücksichtigt jedoch zugleich aus Sicht der Lehrkräfte wichtige Handlungsaspekte des Experimentierens in gleichem Maße. Die meisten befragten Lehrkräfte schätzen das Modell als einfach, überschaubar und hilfreich bei der Förderung experimenteller Kompetenzen ein. Schwerpunktmäßig wird das Modell bei der Unterrichtsplanung eingesetzt und dort insbesondere bei der Formulierung konkreter Schülerarbeitsaufträge. Von einigen, wenn auch nicht allen, Lehrkräften wurde das Modell zudem für die Kompetenzrückmeldung an Schülerinnen und Schüler verwendet. Einen Einblick in die Arbeit mit dem Modell gibt eine Zusammenstellung von Aussagen aus Interviews mit den Lehrkräften:

- *Das Modell ist ein Hilfsmittel für jeden, der in die Richtung geht „kompetenzorientiertes Lernen“.*
- *Diese Unterrichtseinheit habe ich genommen und das Modell daneben gelegt, um mir klarzumachen, welche Teilkompetenzen decke ich hier ab. Darauf folgte dann auch der Schluss, welche Schwerpunkte ich noch behandeln muss.*
- *Ich habe einen Versuch, lege mir das Modell hin und gucke, welche Kompetenzen werden hier speziell gefördert und wie kann ich den Versuch abändern, um spezielle Kompetenzen zu fördern.*
- *Wenn ein Experiment ansteht, mache ich mir Gedanken, wie sich das Experiment im Modell verorten lässt.*

Bezüglich der Lernwirksamkeit begleitete Veronika Maiseyenko über ein Jahr lang insgesamt elf Klassen in Hamburger Stadtteilschulen und Gymnasien. In einem Teil der Klassen wurde der Unterricht auf Grundlage des Modells geplant und durchgeführt, die anderen Schülerinnen und Schüler experimentierten in gleichem Umfang,

jedoch ohne modellbasierte Unterrichtsplanung. Maiseyenka (2014, 163ff.) kommt basierend auf verschiedenen Vergleichstests zusammenfassend zu dem Ergebnis, dass ein modellbasierter Unterricht im Hinblick auf die Entwicklung experimenteller Fähigkeiten lernwirksam ist. Lerngruppen, in denen die Lehrkräfte sich am Modell orientierten, erreichten einen mittelstarken bis starken Kompetenzzuwachs im Experimentieren, wohingegen die Kontrollklassen (ohne modellbasierte Förderung) keine signifikant messbare Änderung der Experimentierkompetenzen erreichten (Maiseyenka 2014, 172).

Das Modell experimenteller Kompetenz

Das Modell wurde von Nawrath, Maiseyenka & Schecker (2011) beschrieben. Die folgenden Ausführungen orientieren sich eng an diesem Beitrag in „Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule, Heft September 2011“. Das im Hamburger Schulversuch alles>>können entwi-

ckelte Modell experimenteller Kompetenz hat im Wesentlichen zwei Funktionen.

Die erste Funktion besteht darin, dass Lehrkräfte eine Fokussierung auf eine oder mehrere von sieben Teilkompetenzen des Experimentierens in bestimmten Unterrichtsabschnitten vornehmen. Über einen längeren Unterrichtszeitraum sollten dabei alle Kompetenzen im Unterricht gefördert werden. Es geht gerade nicht darum, dass in jeder Stunde alle Teilkompetenzen angesprochen werden müssen. Für die konkrete Unterrichtspraxis bedeutet dies für die Lehrkräfte zugleich, dass der bisherige Unterricht nicht von Grund auf neu geplant werden muss, sondern gegebenenfalls lediglich modifiziert werden muss. So wurden bei der Arbeit mit dem Modell im Fachset Naturwissenschaften Aufgabenstellungen zu bestimmten Experimenten zum Teil abgewandelt, wenn den Lehrkräften bewusst wurde, dass Teilkompetenzen noch nicht ausreichend gefördert wurden. Die sieben Teilkompetenzen können wie folgt beschrieben werden:

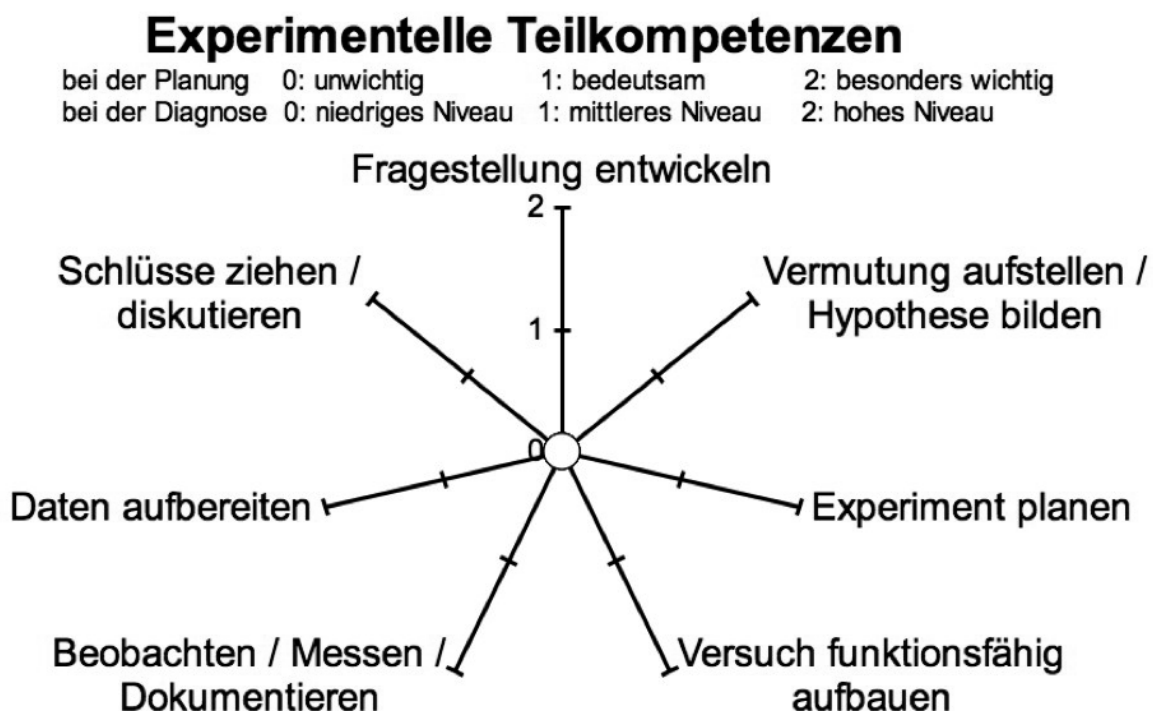


Abb. 1: Modell experimenteller Kompetenz.

Das Modell wurde von Nawrath, Maiseyenka & Schecker (2011) beschrieben. Die folgenden Ausführungen orientieren sich eng an diesem Beitrag in „Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule, Heft September 2011“.

Beschreibung der sieben Teilkompetenzen	
Teilkompetenz	Beschreibung
Fragestellung entwickeln	Um ein unbekanntes Phänomen zu klären, entwickeln Naturwissenschaftler konkrete Fragestellungen, die untersucht werden sollen. Eine wissenschaftliche Fragestellung ist zielgerichtet und in der Regel von theoretischen Vorannahmen geleitet.
Vermutung aufstellen/Hypothese bilden	Auf Grundlage einer wissenschaftlichen Fragestellung können Vermutungen oder Hypothesen über einen zu untersuchenden Zusammenhang oder die Ursachen eines Phänomens formuliert werden. Für Vermutungen nimmt man z. B. Bezug auf Vorerfahrungen. Wenn eine Vermutung unter Bezugnahme auf theoretisches Vorwissen begründet wird, spricht man von einer Hypothese. Raten, auch wenn das Ergebnis richtig sein mag, wird nicht als Vermutung oder Hypothese verstanden. Hypothesen und Vermutungen sind ein Rahmen für experimentelle Messungen und Beobachtungen. Die Entwicklung theoretisch begründeter Hypothesen ist eine anspruchsvolle Aufgabe.
Experiment planen	Hypothesen und Vermutungen können mit Hilfe von Experimenten überprüft werden. Dafür muss geklärt werden, welches Material und welche Instrumente benötigt werden und welche Größen im Experiment erfasst werden sollen bzw. welche Beobachtungen durchgeführt werden sollen. Wichtig ist dabei die Variablenkontrolle bzw. die Wahl eines aussagekräftigen Kontrollansatzes. Es soll dabei nicht um ein bloßes Ausprobieren gehen. In einem Experiment geht es um ein gezieltes Vorgehen unter vorgegebenen Bedingungen im Zusammenhang mit einer naturwissenschaftlichen Fragestellung. Bei qualitativen Experimenten können Experimentalansatz und Kontrollansatz miteinander verglichen werden.
Versuch funktionsfähig aufbauen	Zu dieser Teilkompetenz gehört das Zusammenstellen der in der Planung vorgesehenen Geräte, der Aufbau der Versuchsanordnung, das Testen der Funktion des Aufbaus und ggf. der einzelnen Instrumente und Geräte. Beim Versuchsaufbau und der Kontrolle der Funktionsfähigkeit kann es erforderlich sein, Fehlerquellen ausfindig zu machen und ggf. den Aufbau zu variieren. Dies setzt eine systematische Fehlersuche voraus.
Beobachten/Messen/Dokumentieren	Die Dokumentation von Beobachtungen und Messungen unterscheidet sich beim Umgang mit qualitativen Daten (Beobachtungen) oder quantitativen Daten (Messungen). Beim Beobachten ist es wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler ein Kriterium bzw. ein Versuchsmerkmal erkennen, das gezielt in den Blick genommen wird. Messungen können Beobachtungen präzisieren und quantifizieren. Messungen sind stets mit Unsicherheiten verbunden. Sie müssen daher sehr genau, sorgfältig und mehrfach durchgeführt werden. Beobachtungen sind präzise zu formulieren und darzustellen. Bei der Dokumentation der Messung kommt es ebenso wie bei der Beobachtung auf die Vollständigkeit, Genauigkeit und Sorgfalt an.
Daten aufbereiten	Daten müssen in eine Form gebracht werden, in der man sie weiterverarbeiten kann, um daraus Schlüsse ziehen zu können. Die Daten aus Messungen und Beobachtungen können tabellarisch, graphisch oder in Form von Texten aufbereitet werden. Ggf. müssen Formeln angewendet werden. Dabei sind einerseits instrumentelle Fähigkeiten gefragt (z. B. einen Graphen zeichnen oder eine Tabelle anlegen und übersichtlich gestalten). Aber auch analytische Fähigkeiten sind von Bedeutung, wenn z. B. Zusammenhänge zwischen Größen dargestellt werden sollen. Bei Beobachtungsdaten kann die Analyse z. B. in Form einer vergleichenden Gegenüberstellung der unterschiedlichen beobachteten Objekte erfolgen.
Schlüsse ziehen/diskutieren	Nach der Datenaufbereitung und der Untersuchung auf Zusammenhänge müssen die Ergebnisse interpretiert werden und auf die Fragestellung und die Vermutung bzw. Hypothese rückbezogen werden. Hypothesen/Vermutungen müssen aufgrund der Datenlage kritisch reflektiert und ggf. überarbeitet und verändert werden. Dabei werden auch Fehler analysiert. Außerdem gehört zu dieser Teilkompetenz die Fähigkeit, eigene Positionen zu den Ergebnissen einer experimentellen Untersuchung zu entwickeln, zu begründen und in Diskussionen zu vertreten.

Tabelle 1: Beschreibung der Teilkompetenzen (übernommen aus Nawrath, Maiseyken & Schecker 2011, 47)

Die zweite Funktion des Modells besteht in der Diagnose und Rückmeldung experimenteller Kompetenzen an die Schülerinnen und Schüler. Basierend auf den Ausführungen in Tabelle 2

können Lehrkräfte den Schülern Rückmeldung geben, in welchen Bereichen Fähigkeiten bereits gut entwickelt sind und wo noch Verbesserungsbedarf besteht.

Kompetenzstufen der sieben Teilkompetenzen		
Teilkompetenz	Stufung	
Fragestellung entwickeln	2	Sinnvolle Fragestellung, die <ul style="list-style-type: none"> - mit den verfügbaren experimentellen Mitteln untersucht werden kann, - zielgerichtet ist und - sich auf das zugrundeliegende naturwissenschaftliche Phänomen bezieht
	1	Prinzipiell sinnvolle Fragestellung, die <ul style="list-style-type: none"> - mit gegebenen experimentellen Mitteln nicht oder nur unzureichend untersucht werden kann oder - sich ausschließlich auf der Ebene der Beschreibung des Phänomens befindet
	0	<ul style="list-style-type: none"> - keine Fragestellung vorhanden oder - Fragestellung ohne sachlichen Bezug zum Thema oder - keine verwertbare Fragestellung (Problem nicht erfasst)
Vermutung aufstellen/Hypothese bilden	2	Hypothesen mit elaborierter sachlicher Begründung (ohne Notwendigkeit fachlicher Richtigkeit)
	1	Vermutung mit unvollständiger Begründung oder ad-hoc-Annahmen
	0	keine/unbegründete Vermutung oder Vermutung mit unzusammenhängender Begründung
Experiment planen	2	voll ausgearbeiteter und realisierbarer Versuchsplan, der zur Klärung der Aufgabenstellung dient
	1	Versuchsplan mit erkennbarem Zusammenhang zur Aufgabenstellung, aber ungenaue Beschreibung des Vorgehens (Aufbau und/oder Durchführung in Teilen unvollständig beschrieben) oder nicht realisierbar
	0	kein nachvollziehbarer Versuchsplan erkennbar oder Versuchsplan mit keinem erkennbarem Zusammenhang zur Aufgabenstellung
Versuch funktionsfähig aufbauen	2	funktionsfähige Versuchsanordnung, die eigenständig aufgebaut wurde
	1	funktionsfähige Versuchsanordnung, die mit geringer externer Hilfe aufgebaut wurde
	0	<ul style="list-style-type: none"> - fehlerhafte bzw. - unvollständige Versuchsanordnung und - Schüler erkennt Probleme nicht und fragt nicht nach Hilfe

Fortsetzung nächste Seite

Tabelle 2: Kompetenzstufen der sieben Teilkompetenzen (übernommen aus Nawrath, Maiseyenko & Schecker, 48)

Kompetenzstufen der sieben Teilkompetenzen (Fortsetzung)		
Teilkompetenz	Stufung	
Beobachten/Messen/Dokumentieren	2	- vollständige und zielgerichtete Beobachtung (zeitliche Chronologie, erkannter Ursache-Wirkungszusammenhang) und - korrekte (auch in der Reihenfolge sinnvolle) und gut dokumentierte Messungen
	1	- unvollständige Beobachtung oder Beobachtungen/Messungen/Dokumentationen mit einzelnen fehlerhaften Werten oder - unchronologische Beobachtung/Messungen
	0	- keine/falsche Beobachtungen/Messungen - unsystematische, sporadische, wenig zielgerichtete, unvollständige und unchronologische, schlecht dokumentierte Beobachtung oder Messung - Beobachtung verfehlt das Thema
Daten aufbereiten	2	korrekte und sachgerechte Datenaufbereitung
	1	nicht sachgerechte oder fehlerhafte Datenaufbereitung
	0	kein sachgerechter Ansatz für Datenaufbereitung
Schlüsse ziehen/diskutieren	2	Rückbezug der Ergebnisse auf Ausgangsfragestellung mit elaborierter Begründung, die auch im Diskurs vertreten wird
	1	Rückbezug der Ergebnisse auf Ausgangsfragestellung mit wenig differenzierter Begründung der Schlüsse
	0	keine Bezugnahme auf Ausgangsfrage oder Hypothese, keine oder grob unangemessene Schlüsse

Tabelle 2 Fortsetzung: Kompetenzstufen der sieben Teilkompetenzen (übernommen aus Nawrath, Maiseykenka & Schecker, 48)

Ein Beispiel aus dem Anfangsunterricht im Bereich Elektrizität

Im Folgenden (Kasten 2) wird ein modellbasierter Unterricht als Einstieg in die Elektrizitätslehre in Klassenstufe 5/6 dargestellt.

Erste Stunde:

In Anlehnung an Richter & Komorek (2013, 33ff) (Die Geschichte und ein Arbeitsblatt sind kostenlos zugänglich unter: http://www.energieportal.uni-oldenburg.de/sites/default/files/material/Reise_zum_Planeten_Magneton.pdf) liest die

Lehrkraft den Schülerinnen und Schülern eine gruselige Geschichte vor. In dieser Geschichte suchen vier Kinder und ihr Hund nachts bei Regen Unterschlupf in einem verlassenen Haus. Als die Taschenlampe durchbrennt, stellen sie fest, dass die Ersatzglühlampe nicht in das Gewinde passt. Beim Durchsuchen ihres Rucksacks finden die Kinder folgende Materialien: Wollschnur, Tesafilm, Tesakrepp, Büroklammern, einen Strohhalm, einen Plastiklöffel, ein Stück Aluminiumfolie, eine Batterie (AA) sowie Plastik- und Eisenschrauben. Die Kinder beschließen, aus den Materialien eine neue Taschenlampe zu bauen. Diese Aufgabe übernehmen nun die Schüler im Unterricht. Dafür müssen die ge-

nannten Materialien zusammengestellt werden. Der Arbeitsauftrag (Bau einer Taschenlampe) ist dabei bewusst offen gehalten. Das Vorgehen soll von den Schülerinnen und Schülern in Form einer Skizze und eines kurzen Textes dokumentiert werden. Unterrichtsproben zeigten, dass es allen Schülern gelang, die Lampe zum Leuchten zu bringen. Für die Halterung von Lampe und Batterie wurden verschiedene Konstruktionen entwickelt. Einige Schüler bauten sogar einen Schalter mit ein. Mit Blick auf das Modell experimenteller Kompetenz werden in dieser Stunde Schwerpunkte auf die Kompetenzen „Experiment planen“, „Versuch funktionsfähig aufbauen“ sowie „Beobachten, Messen, Dokumentieren“ gelegt (vgl. Abb. 2). Inhalt-

leitende als auch nicht leitende Materialien beim Bau der Taschenlampe verwendet werden.

Zweite Stunde:

Wieder zu Hause angekommen resümieren die Kinder, dass für den Bau der Taschenlampe sowohl Materialien verwendet werden müssen, die den Strom leiten als auch welche, die nicht leitend sind. Die Schüler stellen zunächst Vermutungen über die Leitfähigkeit verschiedener Materialien an (siehe auch das beigefügte Arbeitsblatt). Diese basieren auf Erfahrungen aus dem Bau der Taschenlampe. Zur Überprüfung der Vermutungen wollen die Kinder einen Leitfähigkeitsmesser verwenden. Eine Anleitung dafür finden sie im Labor des On-

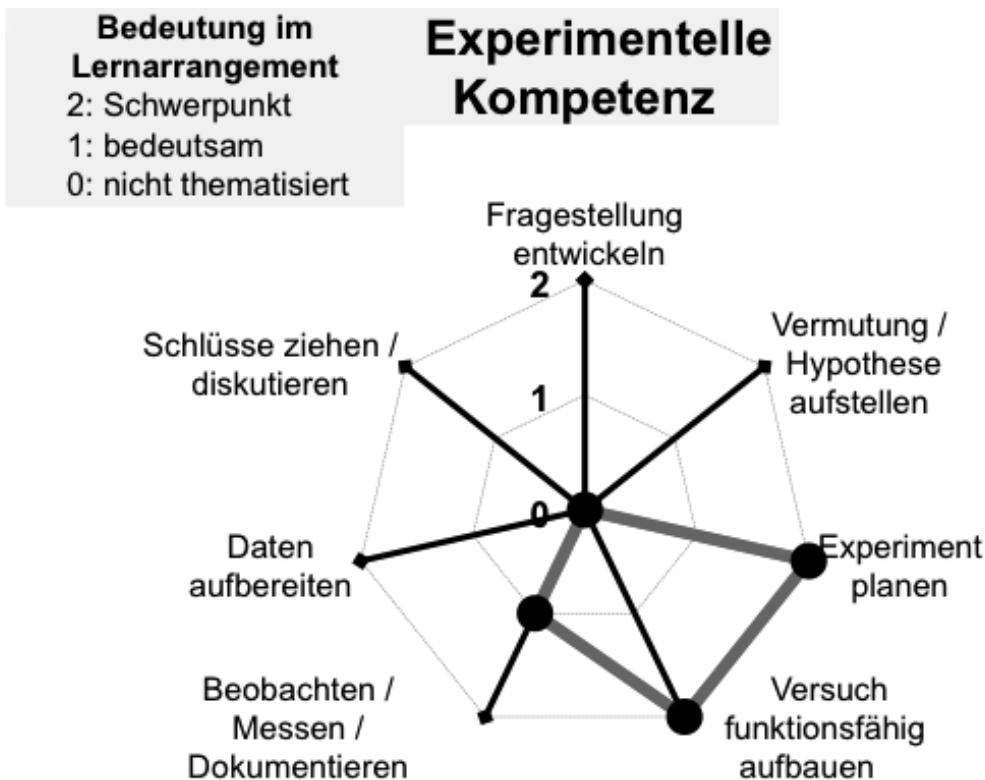


Abb. 2: Einordnung der ersten Stunde in das Modell experimenteller Kompetenz

lich lernen die Schüler, dass ein geschlossener Stromkreis notwendig ist, um eine Glühlampe zum Leuchten zu bringen und dass dafür die Lampe an den Plus- und Minuspol angeschlossen werden muss. Möglicher Weise erfahren die Schülerinnen und Schüler auch, dass bei Nichtverwendung einer Lampe ein Kurzschluss entsteht (wenn man z. B. die Glühlampe in die Alufolie einwickelt). Wichtig ist daher, dass sowohl

kels einer der Kinder (Anleitungen für Leitfähigkeitsmesser finden sich in verschiedenen Schulbüchern, z. B. in Arnold et al., 2007, 35). Im Gegensatz zur vorherigen Stunde liegt hier nicht der Fokus auf der eigenen Entwicklung eines Experiments. Vielmehr entwickeln die Schüler zunächst begründete Vermutungen und ziehen im Anschluss an das Experiment Vermutungen.

Auch in dieser Stunde wird der Versuch funktionsfähig aufgebaut. Anders als in der vorherigen Stunde kommt hier aber der Funktionsüberprüfung und Suche von Fehlerquellen eine stärkere Bedeutung zu. Um die Eigenständigkeit beim Experimentieren zu fördern, suchen die Schülerinnen und Schüler (angeleitet durch das Arbeitsblatt) mögliche Fehler in ihrem Aufbau.

Mit Blick auf die ersten beiden Stunden sollten im Sinne der ersten Funktion des Modells in den folgenden Stunden den Teilkompetenzen „Fragestellung entwickeln“ sowie „Daten aufbereiten“ eine wichtige Rolle zukommen.

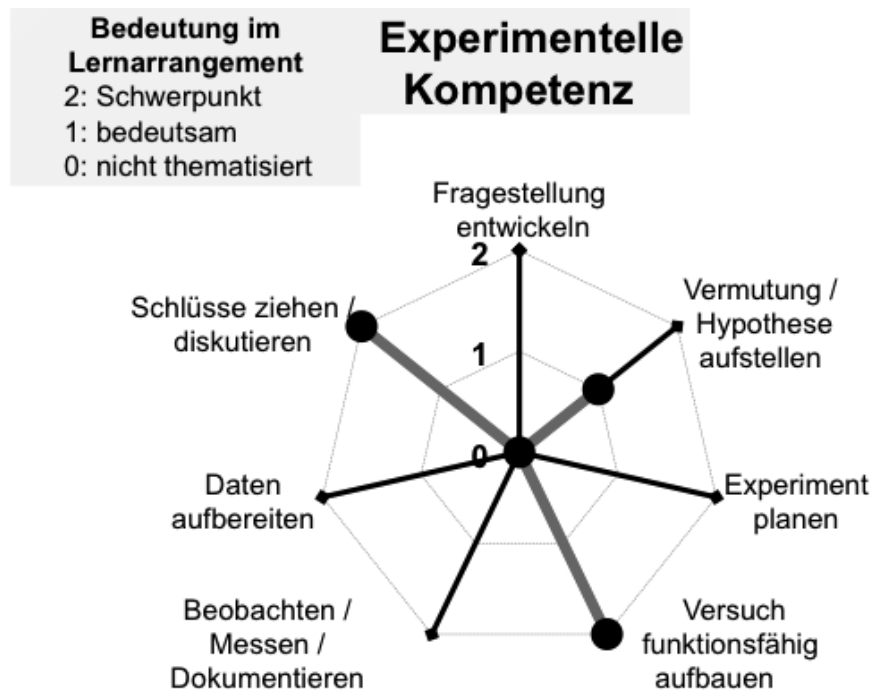


Abb. 3: Förderung experimenteller Kompetenzen in der zweiten Unterrichtsstunde

Arbeitsblatt – Was leitet den Strom?

Material: dein selbst gebauter Leitfähigkeitsmesser, Gegenstände/Flüssigkeiten aus verschiedenen Materialien.

1. Wir stellen Vermutungen an

Stelle zunächst Vermutungen an, welche Gegenstände elektrischen Strom leiten (schreibe auf: „ja“ oder „nein“). Du kannst auch eigene Materialien verwenden.

Gegenstand	Material	Deine Vermutung	Leuchtet die Diode?
Schraube	Plastik		
Schraube	Eisen		
Schraube	Kupfer		
Murmel			
Murmel			
Nagel			
Büroklammer			
Wasser			
Salzwasser			
Zuckerwasser			

2. Wir bauen einen Leitfähigkeitsmesser

Der Bau des Leitfähigkeitsmessers ist im Schulbuch beschrieben.

3. Überprüfung des Leitfähigkeitsmessers

Bevor dein selbst gebauter Leitfähigkeitsmesser eingesetzt wird, musst du sicher sein, dass er auch funktioniert.

	geprüft?
Die Diode leuchtet, wenn ich beide Draht-Enden aneinander halte.	

Arbeitsblatt – Was leitet den Strom? (Fortsetzung)

Wenn dein Leitfähigkeitsmesser noch nicht funktioniert, musst du auf Fehlersuche gehen.
Hier ein paar Tipps:

Möglicher Fehler	geprüft
Die Batterie ist leer. Dies kannst du mit einer Glühlampe überprüfen.	
Die Polung der Diode und die Anschlüsse an den Minus- und Pluspol der Batterie sind falsch. Vergleiche deinen Aufbau mit dem Bild im Buch.	
Die Kabel sind falsch angebracht . Vorsicht: Auf dem Bild im Buch sind fünf Lüsterklemmen gezeigt. Du hast sechs Lüsterklemmen, von der die unterste nicht benötigt wird.	
Die Schrauben der Lüsterklemmen sind nicht fest und es besteht kein Kontakt zu den Drähten der Kabel?	
Falls dir noch weitere Fehler einfallen oder bei dir aufgetreten sind, notiere sie hier:	

4. Überprüfung deiner Vermutungen

Ergänze die letzte Spalte der Tabelle, indem du deinen Leitfähigkeitsmesser einsetzt. Du kannst auch ergänzen, ob die Diode hell oder nur schwach leuchtet.

Merksatz (wird gemeinsam formuliert)

Ausblick

Weitere Beispiele zum Einsatz des Modells befinden sich in Schecker et al. (2013), Nawrath et al. (2011) sowie auf der Homepage www.idn.uni-bremen.de/komdif. Derzeit arbeiten wir insbesondere daran, weitere Checklisten zur Diagnose und Förderung experimenteller Teilfähigkeiten zu erstellen und zu erproben. Dabei soll insbesondere auch der Aspekt der Selbsteinschätzung von Schülerinnen und Schülern berücksichtigt werden.

Autor

Dr. Dennis Nawrath war als Physikdidaktiker Mitglied des Fachsets Naturwissenschaften. Seit 2011 unterrichtet er die Fächer Physik und Mathematik an der Kooperativen Gesamtschule Rastede (Niedersachsen) und beschäftigt sich weiterhin nebetätig am Institut für Didaktik der Naturwissenschaften (Abteilung Physikdidaktik) der Universität Bremen mit der Förderung von Experimentier- und Modellkompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Literatur und Internetquellen

Arnold, K., Boysen, G., Breuer, E., Fösel, A., Heise, H., Lichtenberger, J. & Welzel, M. (2007). Fokus Physik/Chemie Gymnasium 5/6. Ausgabe N., Berlin: Cornelsen Verlag.

Börlin, J. (2012). Das Experiment als Lerngelegenheit. Berlin: Logos Verlag

Freie und Hansestadt Hamburg (Hrsg., 2011). Bildungsplan Stadtteilschule. Jahrgangsstufe 5 bis 11. Lernbereich Naturwissenschaften und Technik. <http://www.hamburg.de/contentblob/2372516/data/lernbereich-nwt-sts.pdf>

Hammann, M. (2004). Kompetenzentwicklungsmodelle: Merkmale und ihre Bedeutung dargestellt anhand von Kompetenzen beim Experimentieren. MNU, 57(4), 196-203.

Höttecke, D. (2001). Die Vorstellungen von Schülern und Schülerinnen von der „Natur der Na-

turwissenschaften“. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, Jg. 7, 7-23.

KMK (2005). Bildungsstandards im Fach Physik für den mittleren Schulabschluss (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004). München: Wolters Kluwer.

Maiseyenko, V. (2014). Modellbasiertes Experimentieren im Unterricht – Praxistauglichkeit und Lernwirkungen. Dissertation an der Universität Bremen.

Mayer, J., Grube, C. & Möller, A. (2008). Kompetenzmodell naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung. In: U. Harms & A. Sandmann (Hrsg.). Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik. Band 3. Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften. Innsbruck: Studienverlag, 63-79.

Nawrath, Maiseyenko & Schecker (2011). Experimentelle Kompetenz – Ein Modell für die Unterrichtspraxis. In: Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule, Heft September 2011, 42-48.

Richter, C. & Komorek, M. (2013). Die Reise zum Planeten Magneton. Kontextorientierte Lernaufgaben für den Physikunterricht in der Sekundarstufe I. Oldenburger Vordruck. Oldenburg: Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg

Schecker, H., Nawrath, D., Elvers, H., Borgstädt, J., Einfeldt, S. & Maiseyenko, V. (2013). Modelle und Lernarrangements für die Förderung naturwissenschaftlicher Kompetenzen. Hamburg: Behörde für Arbeit, Soziales, Familie und Integration

Schecker, H. & Wiesner, H. (2013). Die Bildungsstandards Physik. Eine Zwischenbilanz nach neun Jahren. Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule, 5/62, 11-17

Schreiber, N., Theyßen, H. & Schecker, H. (2009). Experimentelle Kompetenz messen?! PhyDid, 3/8, 92-101.

Schroeter, B., Harms, U., Klüh, B., Lücken, M., Möller, J. & Südkamp, A. (2013). Kompetenzorientiert unterrichten und rückmelden. Der Hamburger Schulversuch alles>>könnern und das Forschungsprogramm komdif. In: Die Deutsche Schule, 105/2.

Tesch, M. (2005). Das Experiment im Physikunterricht. Berlin: Logos Verlag.

2. Klimawandel vor Gericht – Rollenspiele im naturwissenschaftlichen Unterricht

Dr. Corinna Hößle, Uni Oldenburg

*„Heute bleibt die Küche fleischlos“ –
ein Rollenspiel zur Förderung der Bewertungskompetenz*

Einleitung

„Das Thema Klimawandel geht uns alle an“ – wie häufig haben wir diesen Satz schon gehört? Aber oft haben wir den Eindruck, dass wir dem Klimawandel machtlos ausgeliefert sind und als einzelne Person nichts daran ändern können. Dieses Gefühl der Ohnmacht wird nicht selten auch von Schülerinnen und Schülern geäußert und stellt eine Barriere auf dem Weg hin zu einem nachhaltigen Lebensstil dar. In dem von der Deutschen Bundestiftung Umwelt geförderten Projekt „Klimawandel vor Gericht“ haben wir es uns drei Jahre lang zur Aufgabe gemacht, in einem Konsortium aus naturwissenschaftlichen Fachdidaktikerinnen, -didaktikern und Lehrkräften Unterrichtsmaterialien zu entwickeln und zu erproben, die die ethische Bewertungskompetenz von Schülerinnen und Schülern fördern. Dabei war es ein wichtiges Ziel, dem gespürten Gefühl der Machtlosigkeit zu begegnen und Partizipationsmöglichkeiten vorzustellen, die den Weg zu einem nachhaltigen Lebensstil ebnet. Das Rollenspiel stellt dabei eine wichtige Methode dar, die es ermöglicht, beispielhafte Konflikte um das Thema Klimawandel in den Klassenraum zu holen und dort ganz konkret zu „durchspielen“ (Eilks et al 2011).

Die beteiligten Biologielehrkräfte haben ein Rollenspiel zur Frage entwickelt, ob in der schul-eigenen Mensa der Fleischverkauf eingestellt werden sollte, um somit einen aktiven Beitrag zum Schutz des Klimas zu leisten. Die Erfahrungen waren vielseitig und spannend und sollen Mut machen, das Rollenspiel im naturwissenschaftlichen Unterricht fest zu integrieren, um Bewertungskompetenz von Schülerinnen und Schülern zu fördern und eine aktive Teilhabe an demokratischen Entscheidungssituationen zu ermöglichen (Hößle, Menthe 2013).

Das Rollenspiel fördert den Perspektivwechsel
Rollenspiel ist die Bezeichnung für eine ganz bestimmte Art von Simulationsverfahren, durch

das der Blick auf die Interaktion von Personen gerichtet wird. Der Grundgedanke des Rollenspiels ist, sich in eine ganz bestimmte vorgegebene Situation zu begeben, in der man eine bestimmte Rolle einnimmt. Der Rolleninhaber bzw. die Rolleninhaberin wird gebeten, die Rolle möglichst so zu spielen, wie es die tatsächliche Person tun würde. Das Ergebnis dieses Spiels würde sein, dass der Rolleninhaber und die Rolleninhaberin sowie weitere Beteiligte des Rollenspiels etwas über die Perspektive, die Gefühle, die Motive, die Interessen und die Argumente der Person und die damit verbundene Situation lernen. Von diesem scheinbar einfachen Konzept leiten sich viele alternative Wege ab. So kann der Rollenspieler und die Rollenspielerin die Rolle einer imaginären Person, einer realen Person oder die eigene Person spielen. Die Situation kann bekannt, neu, futuristisch, detailliert, kurz oder lang sein. Die Argumentationsweisen können entweder frei entwickelt oder ansatzweise bzw. vollständig vorgegeben werden. Und auch die damit verbundenen Ziele variieren dementsprechend und sprechen unterschiedliche Anforderungsniveaus an. Aber eines haben alle Rollenspiele gemeinsam: „Das Rollenspiel ist vorteilhaft und zuverlässig in der Behandlung von Haltungen, Einstellungen und Gefühlen und fördert das Emphathievermögen.“ (van Ments 1998, S. 21). Insofern spielt diese offene Unterrichtsmethode eine entscheidende Rolle bei der Förderung ethischer Bewertungskompetenz von Schülerinnen und Schülern. Inwieweit das gelingen kann, soll anschließend deutlich werden. Aber vorab soll ein Blick auf den Kompetenzbereich ethisches Bewerten geworfen werden.

Ethische Bewertungskompetenz definieren

Bewertungskompetenz wird in den Bildungsstandards Biologie konkretisiert als Entwicklung einer „Wertschätzung für eine intakte Natur und eine eigene gesunde Lebensführung“, als „Verständnis für Entscheidungen im Sinne einer nachhaltigen

Entwicklung“ und der Fähigkeit zur „Beteiligung am gesellschaftlichen Diskurs“. Des Weiteren impliziert Bewertungskompetenz die „Fähigkeit zum Perspektivwechsel“, die „Bewusstwerdung des eigenen Toleranzrahmens und dessen Erweiterung“ sowie die „In-Beziehungsetzung von Handlungsmöglichkeiten mit ethischen Werten“, die Fähigkeit „zur Begründung eines eigenen Urteils oder fremder Urteile“ und die Fähigkeit, „einen eigenen Standpunkt unter Berücksichtigung individueller und gesellschaftlich verhandelbarer Werte zu vertreten“. (KMK 2004, 12).

Fasst man diese einzelnen Punkt zusammen, so wird deutlich, dass es das Ziel von Biologieunterricht sein sollte, Schülerinnen und Schüler zu einer mündigen, reflektierten Diskurs- und Entscheidungsfähigkeit hinsichtlich kontrovers diskutierter Themenkomplexe wie zum Beispiel dem Klimawandel zu führen. Im Zentrum steht also die Befähigung zur bewussten, reflektierten, kritisch hinterfragten und argumentativ fundierten Meinungsbildung bezüglich ambivalent diskutierter Themen. Schüler sollen Demokratiefähigkeit erwerben, um an gesellschaftlich relevanten Diskussionen wie sie um das Thema Klimawandel stattfinden, partizipieren zu können und sich mit aktuellen ethischen Konflikten moralisch sensibel, verantwortungsbewusst, kritisch und reflektiert auseinandersetzen zu können (Eggert & Hößle 2006, Hößle 2014)

Das Rollenspiel eignet sich hervorragend, um die ethische Bewertungskompetenz von Schülerinnen und Schülern zu fördern. Angewandt im Unterricht schlüpfen die Schülerinnen und Schüler in eine neue Rolle und handeln und argumentieren aus dieser Perspektive. Dabei können sie ihre eigene Position durch das Angebot vieler Perspektiven neu überdenken und im Probeden eine Argumentation einüben. Die Verinnerlichung der ethischen Argumentation und der Lernprozesse vollziehen sich durch Diskussion und die Kriterien geleitete Reflexion dieser Diskussion. Lernziele des Rollenspiels sind:

- das selbstständige Erschließen einer Rolle
 - das Einüben von Argumentations- und Diskursfähigkeit
 - das Reflektieren und Systematisieren von Argumenten hinsichtlich ihrer Güte im Rollenspiel
 - die Entwicklung kommunikativer Kompetenz
 - die Verbesserung von Ausdrucksfähigkeit.
- Auch Toleranz und Empathie, Selbstdenken und Kreativität sollen gefördert werden. Eine

gute Vorbereitung und Vorstrukturierung ist die Voraussetzung für eine angeregte Diskussion, in der nicht vordergründige Meinungsäußerung überwiegt (Höttecke 2013).

Soll unsere Mensa fleischfreie Angebote anbieten? – Ein Rollenspiel zur Förderung ethischer Bewertungskompetenz

Das im Projekt „Klimawandel vor Gericht“ von Lehrkräften, Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern gemeinsam entwickelte Rollenspiel umfasst fünf Schritte, die nun dargestellt werden sollen:

1. Ausgangssituation

Als Ausgangssituation für ein Rollenspiel steht ein Problem oder Dilemma, das in eine fiktive Situation eingebaut sein sollte. In diesem Fall soll der Schulvorstand einer fiktiv gewählten Schule der Gesamtkonferenz vorschlagen, dass in der Mensa beim warmen Mittagessen zukünftig kein Fleisch angeboten wird. Im Schulvorstand wirken normalerweise Schulleiterin oder Schulleiter, Lehrkräfte, Erziehungsberechtigte sowie Schülerinnen und Schüler zusammen, um die Arbeit an der Schule mit dem Ziel der Qualitätsentwicklung zu gestalten. Als Begründung für das vorgebrachte Anliegen wird angeführt, dass der persönliche CO₂-Ausstoß durch ein Verzicht auf Fleisch verringert werden kann und somit ein aktiver Beitrag zur Erhaltung des Klimas geleistet werden kann. Das Rollenspiel wird in diesem Zusammenhang als Beispiel für eine Entscheidungsfindung herangezogen. Damit der Schulvorstand sich ein umfassendes und reflektiertes Urteil hinsichtlich der zu verhandelnden Frage bilden kann, werden Expertinnen und Experten aus den Bereichen Großküchenbetriebe, Landwirtschaft, Ernährungsberatung und Klimawandel eingeladen und aufgefordert, unterschiedliche Positionen vorzubringen.

2. Einführung (Briefing)

In der folgenden Einführung wird das Problem konkretisiert. Dabei ist darauf zu achten, dass allen Schülerinnen und Schülern sowohl der sachanalytisch-naturwissenschaftliche Hintergrund als auch die genaue Fragestellung eindeutig ver-

ständig sind. Es empfiehlt sich, einen Text vorzubereiten, in dem beide Punkte berücksichtigt werden. Es bietet sich zusätzlich an, in den vorangegangenen Stunden fiktive Warenkörbe erstellen zu lassen und hinsichtlich ihres CO₂-Emissionsgehaltes zu analysieren (Oelgeklaus, Höhle 2011). So wird bereits im Vorwege deutlich, dass insbesondere fleischhaltige Warenkörbe einen enormen Beitrag zur Erhöhung des CO₂-Gehaltes der Atmosphäre führen und durch eine neue, reflektierte Zusammensetzung umweltschonender ausfallen können.

3. Übergang zum Rollenspiel

Es kann nun in zwei Richtungen weitergearbeitet werden. Entweder werden unterschiedliche Rollen vorgestellt und die Schülerinnen und Schüler verteilen sich auf die Rollen je nach persönlichem Interesse oder es werden zuerst gezielt Gruppen gebildet, die dann auf Rollen verteilt werden, die jeweils unterschiedliche Interessengruppen widerspiegeln (z. B. Großküchenbetreiber, Klimaexperte).

Die Rollen können doppelt besetzt werden, damit sich eher zurückhaltende, introvertierte

Schülerinnen und Schüler eine Rolle mit eher extrovertierten Schülerinnen und Schülern teilen können und diese gemeinsam vorbereiten.

Jede Zweiergruppe vertritt nun eine Rolle und hat zur Aufgabe, diese Rolle exakt vorzubereiten. Dazu ist es notwendig, dass sich die Schülerinnen und Schüler selbstständig über die Rolle und ihre Argumentationsweisen informieren und ein Plakat mit den wichtigsten Aussagen erstellen, das im Rollenspiel vorgestellt werden kann.

Die Lehrerinnen und Lehrer stellen in der Vorbereitungsphase Informationsmaterial zu den einzelnen Rollen zusammen, um es nun den Schülerinnen und Schülern zur Bearbeitung bereitzustellen (z. B. Eilks et al 2011). Abschließend sollte in jeder Zweiergruppe festgelegt werden, wer im Rollenspiel auftritt und wer Beobachtungsaufgaben übernimmt.

4. Spielphase

Für die Durchführung des Rollenspiels sollte der Klassenraum umgebaut werden. Diese Veränderung schafft eine gute Grundlage, um sich in eine veränderte Rolle einzufinden und betont die Ernsthaftigkeit des Unterfangens. Der



Abb.: Drei Beispiele aus den Rollenkarten

„normale“ unterrichtliche Ablauf wird sichtbar unterbrochen. Jedes Mitglied des Schulvorstandes erhält einen Tisch im Halbkreis, der sich zur Tafel öffnet, damit dort eventuell mitgebrachte Plakate der Expertinnen und Experten angebracht und für den jeweiligen Vortrag betrachtet werden können. Die beteiligten Schülerinnen und Schüler legen sich ein vorab bereitgestelltes Utensil zu (z. B. Hut, Schal oder Weste), das die spezifische Rolle und deren bewusste Übernahme kennzeichnet. Die Lehrerin bzw. der Lehrer übernimmt, falls die Schülerinnen und Schüler nicht schon umfangreiche Erfahrungen in der Durchführung von Rollenspielen aufweisen, die Rolle der Moderatorin bzw. des Moderators. Sie oder er weisen anfangs auf die Rederegeln hin, bringen dann den Antrag des Schulvorstandes vor und weisen in diesem Zusammenhang auf die notwendige Kürze der Expertenvorträge hin. Die Moderatorin bzw. der Moderator führt ebenso die Redeliste und kann das Rollenspiel gegebenenfalls lenken, indem sie bzw. er Impulse erzeugt oder Stellungnahmen gezielt aufeinander bezieht und das Rollenspiel abschließend beendet. Zuletzt fasst sie bzw. er die Ergebnisse zusammen und stellt die Positionen klar. Sie bzw. er leitet eine Abstimmung ein und hält das Ergebnis fest.

Im Rollenspiel haben die Schülerinnen und Schüler nun die Gelegenheit, ihre Position zu äußern und sich im freien Argumentieren und Diskutieren zu üben. Dabei können sie überprüfen, wie stichhaltig die vorab von ihnen ausgearbeiteten Argumente sind und wie sie sich in ihrer Rolle fühlen.

Diejenigen Schülerinnen und Schüler, die nicht aktiv am Rollenspiel beteiligt sind, erhalten Beobachtungsaufgaben. Ihnen wird ein Arbeitsblatt ausgehändigt, auf dem sie die genannten Pro- und Contra-Argumente notieren sollen. Zusätzlich sollen Mimik und Gestik der Rollenspielerinnen und Rollenspieler beobachtet, Umbruchsituationen sowie kritische Situationen erkannt und notiert werden. Außerdem soll beobachtet werden, ob die einzelnen Personen lediglich ihre Position vorbringen oder ob es ihnen gelingt, auf andere Positionen einzugehen und diese in Beziehung zur eigenen Position zu setzen. Dies erfordert bereits ein hohes Maß an Bewertungskompetenz und Empathie. Zum Schluss des Rollenspiels verlassen alle beteiligten Schülerinnen und Schüler ihre Rolle,

indem sie das mitgebrachte Utensil wieder bewusst ablegen.

5. Auswertung

Die Reflexionsphase untergliedert sich in drei Schritte:

1. Phase: Wieder in die alte Rolle geschlüpft, erfolgt nun zunächst die Spielkritik, wobei es darauf ankommt, dass niemand persönlich verletzt wird. Dieses ist vorab unbedingt zu vermitteln. Konkret wird in dieser Phase der Bericht der Beobachter abgearbeitet. Dabei stehen folgende Fragen im Vordergrund:

- Welche Argumente waren stark?
- Welche Argumente waren schwach?
- Welche Argumente wurden häufig genannt?
- Gab es Argumente, die nicht genannt wurden?
- Wurden die Argumente frei vorgetragen oder abgelesen?
- Wurde auf die Argumente anderer Positionen eingegangen, diese in Beziehung zur eigenen Position gesetzt?
- Was fiel auf in Bezug auf Mimik, Gestik, Redefluss und Sprechlautstärke?
- Waren bestimmte Argumente stärker oder schwächer auf Grund der Persönlichkeit der Rolle?

2. Phase: In dieser Phase steht die Distanzierung vom Rollenspiel im Vordergrund. Dabei können folgende Fragen beantwortet werden:

- Wie hast du dich in deiner Rolle gefühlt?
- Wie stark hast du dich mit deiner Rolle identifiziert?
- Was war für dich besonders interessant, motivierend, störend, lehrreich?
- Welche Einsichten, Lernprozesse, Erfahrungen hast du gesammelt?

3. Phase: In dieser letzten Phase findet der Transfer in den Alltag der Schülerinnen und Schüler statt. Dazu bieten sich fünf Möglichkeiten mit folgender Ausgangssituation an:

Du warst Teilnehmer bzw. Beobachter des Rollenspiels. Mit dem Ergebnis bist du persönlich ganz zufrieden oder auch nicht.

Alternative 1: Schreibe dein ganz persönliches Urteil zu dem Problem.

Alternative 2: Erläutere, warum sich deine Mei-

nung zu dem Problem im Verlauf der Einheit geändert oder gefestigt hat.

Alternative 3: Schreibe für die Schülerzeitung einen Artikel über den Verlauf der Einheit und dem Ergebnis des Rollenspiels.

Alternative 4: Schreibe einen gut begründeten Antrag mit eurem Rollenspielergebnis an die Schülerversammlung eurer Schule, die diesen dann in der nächsten Gesamtkonferenz an deiner Schule einbringen soll.

Alternative 5: Vergegenwärtige und notiere dir, welche Werte hinter den genannten Argumenten stecken und versuche eine Reihenfolge zu erstellen, aus der deutlich wird, welcher Wert im Rollenspiel die größte und welcher die geringste Bedeutung hatte.

Am Ende bleibt noch zu sagen: Viel Freude und Erfolg bei der Umsetzung!

Literatur:

Eggert, S., Hößle, C (2006) Bewertungskompetenz im Biologieunterricht. In: Praxis der Naturwissenschaften. Heft 1/55, 55 Jhrg. S. 1-10

Eilks, I.; Feierabend, T.; Hößle, C.; Höttecke; D. Menthe, M.; Mrochen, M.; Oelgeklaus, H (2011): Der Klimawandel vor Gericht. Materialien für den Fach- und Projektunterricht. Aulis Verlag

Hößle, C., Alfs, N. (2014). Doping, Gentechnik, Zirkustiere. Bioethik im Unterricht. Aulis Verlag.

Hößle, C.; Menthe, J. (2013): Urteilen und Entscheiden im Kontext Bildung für nachhaltige Entwicklung. Ein Beitrag zur Begriffsklärung. In: J. Menthe, D. Höttecke, I. Eilks, C. Hößle (Hrsg.) Handeln in Zeiten des Klimawandels. Bewerten lernen als Bildungsaufgabe. Waxmann. S. 35-65.

Höttecke, D. (2013): Rollen- und Planspiele in der Bildung für Nachhaltige Entwicklung. In: J. Menthe, D.

Höttecke, I. Eilks, C. Hößle (Hrsg.) Handeln in Zeiten des Klimawandels. Bewerten lernen als Bildungsaufgabe. Waxmann. S. 95-113.

KMK (2004). Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Bildungsabschluss.

Oelgeklaus, H.; Hößle, C. (2011): Veggiday: Ein fleischloser Tag für den Klimaschutz. In: Unterricht Biologie. Themenheft Alltagsgestaltung mit Zukunft, Heft 370, S. 9-17

Van Ments, M. (1998): Rollenspiel: effektiv. Ein Leitfaden für Lehrer, Erzieher, Ausbilder und Gruppenleiter. Oldenbourg Verlag

Rollenkarten

Elternvertreterin bzw. Elternvertreter

Du bist 45 Jahre alt und deine Tochter besucht diese Schule. Ihr habt einen kleinen Biohof mit Hofladen. Du isst kein Fleisch und würdest es begrüßen, wenn die Mensa vegetarische Menüs anbieten würde.

Großküchenbetreiberin bzw. Großküchenbetreiber

Du bist selbstständiger Unternehmer und belieferst drei Mensen im Umkreis. Deine Erfahrung zeigt, dass Fleischgerichte am besten verkauft werden. Du befürchtest, dass die Schüler bei mangelndem Fleischangebot nicht mehr in der Mensa essen

Lokaler Landwirtin bzw. lokaler Landwirt

Du bist Landwirt in der Nähe der Schule und belieferst die Schulmensa mit deinem Schweinefleisch. Fleisch ist für dich ein Stück Lebenskraft. Du möchtest auch in Zukunft die Schule weiter beliefern und deine Einkünfte sichern.

Lehrerin bzw. Lehrer

Deine Fächer sind Politik und Biologie. Du versuchst dich möglichst umweltschonend zu verhalten und deshalb ist es dir wichtig, auf den Kauf von Fleischartikeln zu verzichten.

Ernährungsberaterin bzw. Ernährungsberater

Du bist als Ernährungsberater in die Schule eingeladen. Gern würdest du dem Vorstand mitteilen, dass täglicher Fleischkonsum keineswegs nötig ist. Ein zu hoher Fleischkonsum kann die Gesundheit gefährden.

Schülervertreterin bzw. Schülervertreter

Du arbeitest schon lange in der Schülervertretung und engagierst dich in vielen Bereichen. Du bist gern bereit, einen Beitrag zum Erhalt des Klimas zu leisten, aber auf Fleisch möchtest du nicht verzichten. Deiner Meinung nach sollte man lieber weniger Flugreisen anbieten und den Autoverkehr einschränken.

Klimaexpertin bzw. Klimaexperte

Du arbeitest als Klimaexperte für eine Umweltorganisation und bist gegen den Konsum von Fleisch. Du betonst, dass 18% des weltweiten Treibhausgas-Ausstoßes durch die Viehbestände beigesteuert werden und dadurch das Klima sehr belasten.

Schülerin bzw. Schüler

Du hast deine Ernährung bereits umgestellt und verzichtest weitestgehend auf Fleisch. Dir ist nicht nur das Klima, sondern auch der Tierschutz sehr wichtig. Viele Masttiere werden deiner Meinung nach nicht artgerecht gehalten, so dass es zwei gute Gründe für die Reduzierung des Fleischkonsums gibt.

3. Experimente und forschendes Lernen in den Rahmenplänen

3.1 Experimente in den Rahmenplänen

Kerstin Gleine, Fachreferentin MINT-Referat der BSB Hamburg

Hamburger Bildungspläne messen dem eigenständigen Experimentieren der Schülerinnen und Schüler in den MINT-Fächern eine hohe Bedeutung bei.

Durch das eigenständige Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht erreichen unsere Schülerinnen und Schüler eine Grundkompetenz allen Forschens, nämlich das richtige „Befragen“ der Natur (günstiger Messaufbau, Auswahl geeigneter Messgeräte und Sensoren, Minimierung von Messfehlern ...), um die gewünschten Antworten zu erhalten. Aus der Praxis zeigt sich, dass dadurch oftmals das Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen erheblich geweckt werden kann.

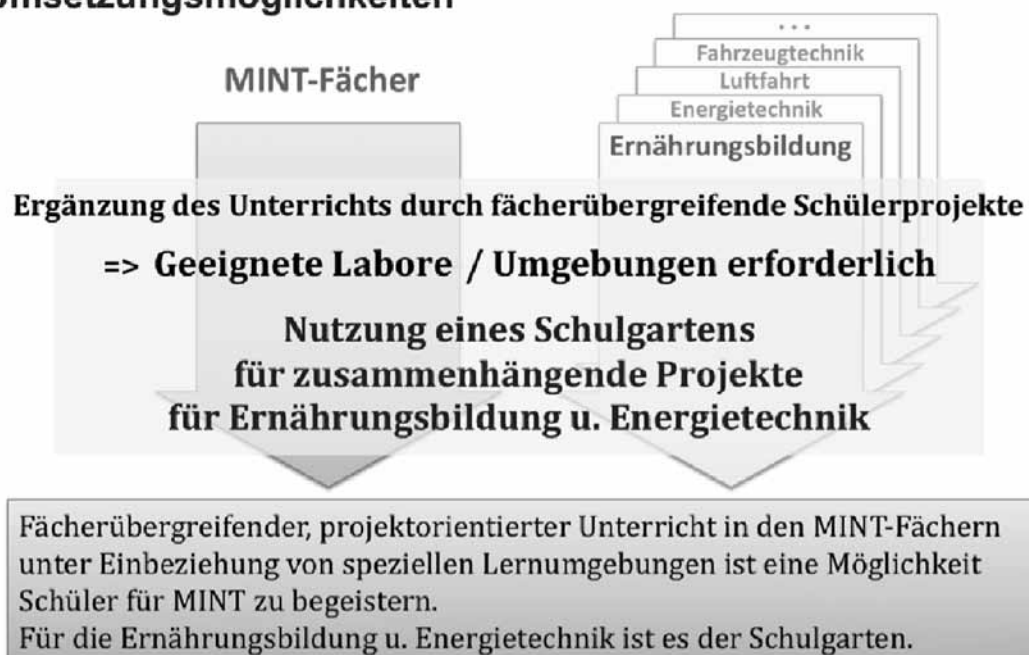
Entdeckendes und forschendes Lernen unterstützt den Prozess „Das Lernen lernen“ und lässt die Schülerinnen und Schüler erfahren, wie Zielvorstellungen selbst gefunden, Vorgehensweisen gemeinsam bestimmt und die Arbeiten zusammen gestaltet werden können.

Dies trägt zur Entwicklung von Entscheidungs- und Handlungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler bei, indem sie im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht vor Probleme gestellt werden oder solche selbst finden und sie sich selbsttätig mit ihnen auseinandersetzen können. An offenen Fragen kann sich auch forschendes Lernen entfalten.

Durch das Experimentieren, vor allem auch im Rahmen von kleinen Projekten, können die Schülerinnen und Schüler bewährte Arbeitsweisen und Methoden zur Lösung naturwissenschaftlicher Fragestellungen kennenlernen, aber auch eigenständig neue Verfahren zur Aufgabenlösung ersinnen, erproben und kritisch reflektieren.

In den Bildungsplänen wird ebenfalls darauf hingewiesen, wie wichtig es ist, Schülerinnen und Schüler, wann immer es möglich ist, beim eigenständigen Experimentieren die erlebnishafte Begegnung mit naturwissenschaftlichen Phä-

Umsetzungsmöglichkeiten



Kerstin Gleine



Abb. (von links):
Teilnahme am Wettbewerb „Jugend forscht“ ist eine Herausforderung,
Gemüse ernten durch Gärtner im Schulgarten, Mikroalgen-Robotik wird erstellt. Fotos: Kerstin Gleine

nomenen ihrer Lebenswelt zu ermöglichen. Sei es im Rahmen des Physikunterrichts zum Thema Reihen und Parallelschaltung oder im fächerübergreifenden NW-Unterricht.

In diesen Plänen werden ebenfalls die Kompetenzen beschrieben, die die Schülerinnen und Schüler erkenntnisgewinnend erlernen sollen, wie beispielsweise die Erfahrungen mit Methoden des Experimentierens, das selbstständige Planen, Durchführen, Auswerten und Dokumentieren von Experimenten und projektorientierte Arbeiten.

Beispielsweise können in verschiedenen kleinen und größeren Projekten je nach Zeitrahmen Zimmermodelle, Energiesparhäuser oder im Schulgarten Pflanzen angebaut und untersucht werden und somit eine Möglichkeit bieten, theoretisch erworbenes Wissen anzuwenden.

Hier kann auch die Teilnahme an naturwissenschaftlich-technischen Wettbewerben angeregt und gefördert werden.

Kooperationen mit verschiedenen Unternehmen und Hochschulen schon im Sekundar-I-Bereich sind wünschenswert. So kann den Schülerinnen und Schülern praxisnah beispielsweise in Lernlaboren oder realen Forschungslaboren das Experimentieren nähergebracht werden.

Zur Umsetzung des experimentell geprägten Unterrichts können geeignete Lernumgebungen hilfreich sein bzw. zusätzlich geschaffen werden. Hier bietet sich neben geeigneten Laboren und Werkstätten insbesondere ein Schulgarten an, in welchem vielseitige Aufgabenstellungen und Projekte aus vielen MINT-Bereichen selbständig von Schülerinnen und Schülern bearbeitet werden können, bis hin zur Möglichkeit der Gründung einer Schülerfirma, in der die Schülerinnen und Schüler aktiv verschiedene Rollen übernehmen können.

3.2 Forschendes Lernen zu Naturphänomenen

Elke Keßler, Fachreferentin Sachunterricht der BSB Hamburg

„Die Sendung mit der Maus“, „Wissen macht AH“, Experimentierkästen, Experimentierbücher, Forscherkurse für die Kleinsten, ... man könnte meinen, das Experimentieren gehöre mittlerweile ganz selbstverständlich und allgegenwärtig zum Alltag von Kindern. Doch ist damit bereits genug getan für die Anbahnung naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens? Sicherlich nicht!

Eine der wichtigsten Erkenntnisse der kognitiven Wissenschaften ist es, dass Kinder und auch Erwachsene über viele Naturphänomene „naive“ Vorstellungen haben, die ein naturwissenschaftliches Verstehen geradezu verhindern. Diese naiven Vorstellungen basieren auf verschiedenen Alltagserfahrungen, eigenen Beobachtungen und Deutungen und sind in sich konsistente Formen der Erklärung von Naturphänomenen. Gegenüber einer reinen Wissensvermittlung sind solche Konzepte relativ resistent.

Die Schülerinnen und Schüler verstehen häufig gar nicht wirklich, was sie im Unterricht hören oder in Sachtexten lesen, weil es nicht mit ihren Vorstellungen übereinstimmt oder auch nur daran anknüpft. Sie bleiben so lange bei ihren ursprünglichen Vorstellungen, bis sie die Gelegenheit erhalten, diese durch neue Erfahrungen und Erkenntnisse selbstständig zu verändern. Es nützt nichts, dass man ihnen naturwissenschaftlich korrekte Erklärungen und Deutungen erzählt, sondern sie müssen sie selbst aktiv konstruieren und entdecken.

Beim Forschenden Lernen geht es darum, dass die Schülerinnen und Schüler selbst Fragen an die Naturphänomene entwickeln, eigene Vermutungen dazu äußern und zunehmend selbst-

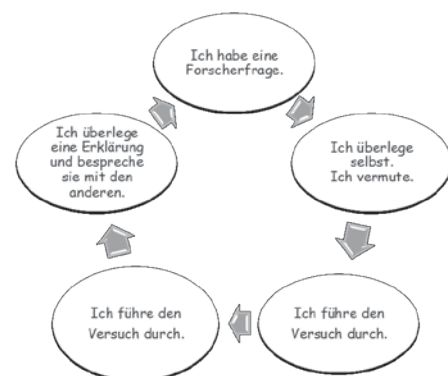
ständig Lösungsmöglichkeiten und Antworten finden. Im Rahmenplan Sachunterricht ist dieses Vorgehen beschrieben durch ein Bündel von Kompetenzen (siehe Bildungsplan Grundschule, Sachunterricht, Hamburg 2011, S. 28).

Welche Rahmenbedingungen sind nun entscheidend, um durch experimentelle Unterrichtsvorhaben die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen zu unterstützen? Bewährt hat sich die Berücksichtigung der folgenden Vorgehensweise:

- Forschendes Lernen knüpft an die individuellen Vorstellungen und Deutungen der Kinder zur Erklärung von Naturphänomenen an, die zunächst mobilisiert und bewusst gemacht werden müssen. Im Idealfall setzt ein naturwissenschaftlicher Unterricht an den Fragen der Kinder zum jeweiligen Gegenstand an, macht diese zum Thema und bearbeitet diese Fragen in einem Zyklus, der dem realen Forschungsverlauf in wissenschaftlichen Projekten entspricht.
- Die Schülerinnen und Schüler handeln in fachlich sorgfältig ausgewählten Situationen bzw. vorbereiteten Lernumgebungen, in deren Rahmen sie selbst die Initiative ergreifen, ihre eigene Vorgehensweise auswählen und eine Lösung des Problems oder der Frage finden können.



Ich arbeite wie eine Forscherin/ein Forscher



- Dabei erhalten sie Zeit für eigene Denk- und Lernwege, auch Fehler und Umwege, sowie die Wahl individueller Methoden und Vorgehensweisen.

Forschungsgespräche im Sachunterricht

Naturwissenschaftlicher Sachunterricht zielt auf „wirkliches Verstehen“ ab, nicht bloß auf experimentelles Handeln. Als besonders wirksam für das forschende Lernen haben sich Unterrichtsansätze erwiesen, in denen die Lehrkräfte den Schülerinnen und Schülern Gelegenheiten zum selbstständigen Aufstellen, Erproben, Prüfen und Widerrufen von Vermutungen geben. Diese Prozesse müssen durch strukturierte Lernbegleitung, eine anregende Lernumgebung und vor allem eine aktivierende Gesprächsführung unterstützt werden.

Dabei spielt das kooperative und interaktive Lernen eine wichtige Rolle, denn dort hat das Aushandeln und Diskutieren von Vermutungen und Deutungen in Partner- und Kleingruppenarbeit einen zentralen Stellenwert. Eigene Vorstellungen werden durch die Auseinandersetzung mit den Vorstellungen anderer Kinder und durch die Diskussion kontroverser Deutungen hinterfragt und überprüft.

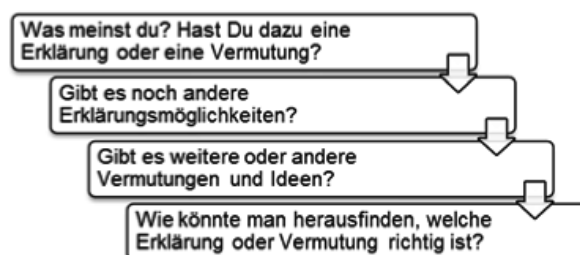
Durch Forschungsgespräche lernen die Kinder, über ihr Vorwissen, ihre Beobachtungen und Deutungen zu sprechen. Sie bekommen das Gefühl, dass ihre eigenen Vorstellungen und Erfahrungen eine eigene und wichtige Bedeutung für das Lernen und den Unterricht haben.

Kinder fragen: „Warum ist das so?“

Auch wenn es uns oft schwer fällt:

Kinder brauchen in Forschungsgesprächen Zeit. Zeit, um Fragen zu stellen und vor allem auch die Zeit, selbst Antworten zu suchen und zu finden. Das bedeutet, dass wir nicht gleich erklären dürfen und nicht vorgreifen sollten, sondern dass wir die Kinder durch geeignete Fragen dazu bringen, selbst nachzudenken. Erst dann können die Kinder ihre Kompetenzen einbringen: sie vergleichen, sie stellen Unterschiede fest, sie können Ursache und Wirkung unterscheiden, sie erzählen, diskutieren und sie üben das Schlussfolgern.

Zur Unterstützung des Verstehensprozesses im Sachunterricht sind einige Gesprächsimpulse besonders geeignet:



Derartige Forschungsgespräche benötigen eine gute Vorbereitung der Gesprächsleitung. Die Lehrkraft muss sich sachkompetent machen und eigene Gedanken zum Phänomen entwickeln. „Was könnten die Kinder ausgehend von ihrer Erfahrungswelt an diesem Phänomen entdecken?“ Wichtig und hilfreich ist dabei die Frage an sich selbst: „Was fällt mir denn an dem Phänomen auf?“ „Welche Fragen stellen sich mir?“

Weitere geeignete Impulse sind:

- Was hat dir geholfen?
- Was meinst du, wie könnte es sein?
- Was ist bei dir anders als bei ...?
- Was könnte der Grund sein?
- Wie kannst du das herausfinden?
- Was brauchst du dazu?

Wie kann man Forschungsgespräche in den Unterricht einbauen?

Derartige Forschergespräche kann man sicherlich gut mit der ganzen Klasse zu Beginn eines Forschungs-Auftrages und auch zur Auswertung der Erfahrungen führen. Gerade die offenen Aufgabenstellungen, an denen gemeinsam gearbeitet wird, machen es notwendig, die Erfahrungen und Ergebnisse der Kinder abschließend wieder zusammenzuführen.

Denkbar ist es aber auch, dass Kinder in Gruppen oder an Stationen ihrem Forschungsauftrag nachgehen und dass die Lehrkraft von Gruppe zu Gruppe geht, um Forschungsgespräche zu führen.

Wichtige Bedingungen für das Gelingen von Forschungsgesprächen

- Zeit geben und Zeit lassen für das eigene Denken und die Formulierung eigener Gedanken und Fragen.
- Anregende Impulse und Fragen bieten, die das eigene Nachdenken und Weiterdenken herausfordern und fördern.

Forschendes Lernen mit Eiswürfeln – ein Unterrichtsbeispiel: Wie kann man Eiswürfel möglichst lange aufheben?

Ein Unterrichtsbeispiel soll den vorgestellten Ansatz des forschenden Lernens verdeutlichen.

Ausgangspunkt ist eine problemhaltige Situation: Eine Schulklasse möchte für eine Feier Eiswürfel aufbewahren, es gibt aber in deren Schule keinen Gefrierschrank. Damit stellen sich ganz konkrete Fragen, die Anlass zum Erforschen bieten: „Wie kann man Eiswürfel am besten transportieren? Wo/wie halten sie sich am längsten? Wo/wie schmelzen sie am schnellsten?“

Die auf Seite 27 stehende Grafik verdeutlicht einen Unterrichtsverlauf, der dem Zyklus „Forschenden Lernens“ entspricht.

Ausführliche Hinweise zum Forschenden Lernen im Sachunterricht finden Sie unter:

<http://bildungsserver.hamburg.de/sachunterricht/unterricht/bildungsplaene/>

Forschendes Lernen mit Experimentierkisten

„Von Chirurgen verlangen wir nicht, dass sie sich auf ihrem Weg zur Arbeit Verbandstoff und scharfe Skalpelle besorgen, aber wir erwarten das Entsprechende von Lehrern. Das funktioniert nicht.“ (Physics Today Online, 29.1.2002)

Wenn man den naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht in den Hamburger Grundschulen stärken will, dann muss man die

Lehrkräfte mit allem ausstatten, was sie zu seiner Umsetzung benötigen. Seit einigen Jahren gibt es deshalb verschiedene Angebote am LI-Hamburg (Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung), die gefördert werden durch Maßnahmen des Fachreferates Sachunterricht an der BSB-Hamburg (Referat „Unterrichtsentwicklung mathematisch-naturwissenschaftlich-technischer Unterricht“). Im Zentrum steht die fachliche Qualifizierung der Lehrkräfte und eine begleitende Ausstattung der Schulen, um das forschende Lernen im Sachunterricht der Grundschule zu stärken, das große Interesse von Grundschulkindern an naturwissenschaftlichen Phänomenen aufzugreifen und den Kindern wissenschaftliches Arbeiten näher zu bringen.

Gemeinsam ist all diesen Angeboten, dass die Lehrkräfte an einer einführenden Fortbildung zu verbindlichen Inhalten aus dem Bereich naturwissenschaftlichen Lernens teilnehmen. Damit wird die fachliche und fachdidaktische Kompetenz der Grundschul-Lehrkräfte gestärkt, die in der Regel weder Physik noch Chemie studiert haben. Die Lehrkräfte verlieren so die „Angst“ vor diesen Themen und lernen, wie sie sich gemeinsam mit den Kindern auch anspruchsvolle Aufgaben erarbeiten können. Anschließend erhalten die Schulen die entsprechenden Materialkisten für einen forschenden Sachunterricht. Entweder finanziert aus Mitteln der BSB oder gegen eine Leihgebühr.

Diese Kisten enthalten alle benötigten Experimentiergegenstände für einen handlungsorientierten und forschenden Sachunterricht sowie einen Unterrichtsordner mit Hintergrundinformationen und begleitenden Arbeitsmaterialien. Bei den Materialien handelt es sich z. B. um die bewährten KiNT-Boxen – „Kinder lernen Naturwissenschaft und Technik“ zu den Themen „Schwimmen und Sinken“, „Luft und Luftdruck“, „Brücken“, die ursprünglich an der Universität Münster, Seminar für die Didaktik des Sachunterrichts, durch das Team um Frau Prof. Dr. Kornelia Möller entwickelt und evaluiert wurden. Aufgenommen wurden auch vergleichbare Materialien zum Thema „Strom“ und „Magnetismus“. Inzwischen sind an etwa drei Viertel aller Hamburger Grundschulen mindestens eine dieser Kisten vorhanden.

Ebenfalls unterstützt wird in Hamburg das TuWaS!-Projekt (Technik und Naturwissenschaften an Schulen), das u. a. von der Freien

Eine Frage an die Natur stellen

Die Problemstellung kann mit einer kleinen Geschichte präsentiert werden: Eine Schulklasse möchte für eine Feier Eiswürfel aufbewahren, es gibt aber in der Schule keinen Gefrierschrank.

Vermutungen äußern, Ideen entwickeln

Die Kinder stellen Vermutungen an, wo oder wie Eiswürfel am längsten erhalten bleiben (in einem Eimer mit kaltem Wasser, draußen auf der Fensterbank, im Mund, in einem Plastikbeutel, im Wollpullover etc.) und begründen diese. Die Kinder diskutieren in kleinen Gruppen, welcher Vorschlag wohl der beste ist. Sie überlegen, in welcher Reihenfolge die Eiswürfel schmelzen werden und halten ihre Vermutungen in einem Forschungsbuch fest.

Versuch planen

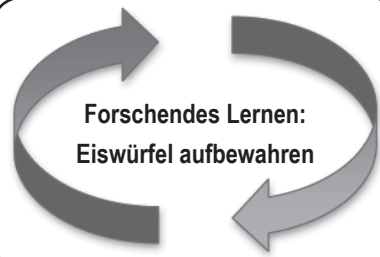
Die Kinder machen Vorschläge, wie man herausfinden kann, welche Form der Aufbewahrung am sinnvollsten ist.

Die Kinder überlegen, welche Materialien zur Überprüfung ihrer Vermutungen benötigt werden und bringen diese zum Unterricht mit: Stoppuhren, Eiswürfel, Plastiktüten, Eimer etc.

Ergebnisse besprechen

Die verschiedenen Schmelzzeiten werden verglichen und diskutiert: Welche der Vermutungen waren richtig? Warum ist das so?

Die Ergebnisse der Kinder können zum Ausgangspunkt neuer Fragen und Versuche werden (Warum schmilzt das Eis unter dem Wasserhahn schneller als das Eis in dem mit Wasser gefüllten Eimer?).

**Versuch durchführen**

In Kleingruppen werden Versuche aufgebaut, um die Schmelzzeiten zu ermitteln. Das kann auch arbeitsteilig erfolgen, indem jede Gruppe ausgewählte Vorschläge prüft.

Die Kinder einigen sich darauf, wie sie die Schmelzzeiten ermitteln wollen.

Ergebnisse präsentieren

Alle Ergebnisse werden z. B. in eine gemeinsame Tabelle eingetragen. Die Kleingruppen stellen den anderen Gruppen ihre Ergebnisse vor.

Forschendes Lernen:

In Kleingruppen werden die gestoppten Zeiten notiert.

Genaueres beobachten

Die Kinder stoppen die Schmelzzeiten von Eiswürfeln in den verschiedenen Umgebungen mit der Stoppuhr.

Universität Berlin ins Leben gerufen wurde. Auch dieses Projekt kombiniert Fachfortbildung und Experimentiermaterialien.

Die Unterrichtseinheiten u. a. zu den Themen „Elektrische Stromkreise“, „Lebenszyklus eines Schmetterlings“, „Chemische Tests“ und „Bewegung und Konstruktion“ sind so konzipiert, dass sie ein forschendes Vorgehen der Kinder anleiten und unterstützen und auf den Erwerb der für naturwissenschaftlich-technisches Lernen spezifischen Kompetenzen ausgerichtet sind: Forschungsfragen stellen, Vermutungen und Hypothesen formulieren, Versuche durchführen,

Lösungsmöglichkeiten erproben und dokumentieren, Grafiken und Tabellen erstellen, Forschertagebücher führen, Ergebnisse präsentieren und diskutieren. Zurzeit wird der Unterricht mit diesen Materialien in einem Pilotprojekt der Universität Hamburg evaluiert.

Die äußerst positive Resonanz der teilnehmenden Lehrkräfte zeigt uns immer wieder, dass wir mit diesem Verfahren auf dem richtigen Weg sind, um den naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht an Hamburger Grundschulen zu stärken.

Abb.: Forschen, Analysieren und Dokumentieren machen Spaß. Fotos: Elke Keßler



4. Aktuelles aus dem Zentrum für Schulbiologie und Umwelterziehung (ZSU)

Thomas Hagemann

Das ZSU ist ein Arbeitsbereich des Referates LIF 13 (Naturwissenschaften) des Landesinstituts für Lehrerfortbildung und Schulentwicklung. Neben den Schülerveranstaltungen und dem Ausleihprogramm werden deshalb auch Beratungen und vor allem Fortbildungen für Kolleginnen und Kollegen zu eigenen Veranstaltungen, aber auch zu aktuellen Themen angeboten. Im momentanen Fokus der Fortbildungen stehen Themen wie „urban gardening“, „Insekten“ und das Thema „Gewässermonitoring der Unterelbe“.

Seit vielen Jahren versuchen wir, das Thema Elbe als Schülerprogramm für den Bereich Sek. II am ZSU zu entwickeln. In unserem Süßwasserbereich präsentieren wir bereits verschiedene typische Fischarten der Unterelbe. Ein eigenes Programm war bislang immer schwierig zu gestalten, weil die Beprobung der Elbe und auch die Elbe als Exkursionsort logistische Probleme bereitet. Gemeinsam mit dem Institut für Hygiene und Umwelt in Rothenburgsort ist es uns nun gelungen, ein Programm zu entwickeln, welches interessierte Schülergruppen mit großem Realitätsbezug an viele aktuelle Themen rund um unsere Wirtschaftsader und einmalige Ökosysteme mit all seinen Schönheiten, aber auch Problemen heranführt. Das Besondere dabei ist, dass wir über das Institut für Hygiene und Umwelt auf die Daten des Wassergütemessnetzes direkt zugreifen und aktuelle Messwerte für Analysen und Diskussionen nutzen. An einem „Exkursionsführer Tiedeelbe“ wird auch bereits gearbeitet. In Kooperation mit der Stiftung Lebensraum Elbe stellen wir noch in diesem Jahr einen Exkursionskoffer vor, der professionelle Wasseranalysen ermöglicht und am ZSU ausgeliehen werden kann. Fortbildungstermine werden angekündigt.

In diesem Zusammenhang möchte ich bereits jetzt auf den nächsten Extremwetterkongress in Hamburg hinweisen, der in der Woche vor den Herbstferien 2014 vom 6. bis 10. Oktober wieder mit umfangreichen Bildungsprogramm stattfindet. Das Programm „Gewässermonitoring der Unterelbe“ ist wieder vertreten und kann gebucht werden. Nähere Informationen: <https://de-de.facebook.com/ExtremWetterKongress>.

In jedem Jahr laden wir Sie und Ihre Klassen wieder herzlich zu einem Besuch unserer ZSU-Messe im Sommer jeweils von 9:00 bis 14:00 Uhr ein. Die Ver-



anstaltung steht unter dem Leitgedanken der UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“:

**Motto der ZSU-Messe in diesem Jahr:
„Brücken in die Zukunft“**

Unsere Messe richtet sich an alle Hamburger Schulen und die interessierte Öffentlichkeit. Zahlreiche Aktions- und Informationsstände laden ein zum Erforschen und Erleben von Phänomenen aus Natur und Umwelt. Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler sowie Eltern können

hier außerschulische Lernorte kennen lernen und Kontakte zu Kooperationspartnern aus den Bereichen Naturwissenschaften, Umwelterziehung, Nachhaltigkeit und erneuerbare Energien zur naturwissenschaftlichen Profilierung der Schulen herstellen.

Freuen Sie sich auf weitere neue Angebote und seien Sie dabei, wenn die Band „Die heißen Reifen“ der Schule Hirtenweg auftritt und ein musikalisches Rahmenprogramm präsentiert.

Die Einladung zur ZSU-Messe erhalten alle Schulen über den Schulverteiler. Die Einladung enthält neben allgemeinen Informationen zur Messe auch den Anmeldebogen. Wir freuen uns über

Ihre Teilnahme und bitten Sie, bei Interesse den Bogen an uns zu faxen (040 823142-22).

Das gesamte Angebot des ZSU mit näheren Informationen zu den einzelnen Abteilungen des ZSU, seinen Kooperationspartnern und vielem mehr ist unter www.li.hamburg.de/zsu zu finden. Das ZSU verfügt über einen eigenen Mailverteiler, mit dem vor allem Lehrkräfte direkt aktuelle Informationen über das ZSU und seine Kooperationspartner sowie Neues rund um Bildung für nachhaltige Entwicklung erhalten können. Aufnahme in den Verteiler unter mail.zsu@li-hamburg.de.



Wetter. Wasser. Waterkant.

Das Bildungsprogramm für Hamburger Schulen

9. ExtremWetterKongress, 6. bis 10. Oktober 2014, Hafencity Hamburg

Abb. links: ZSU – Gewässermonitoring der Unterelbe. Abb. rechts: Wetter.Wasser.Waterkant. Wetterkongress 2014. Fotos: ZSU

5. Angebote aus dem ZSU

5.1 Entdecken und Erforschen – im ZSU-Schulgarten

Monika Schlottmann, pädagogische Leitung ZSU Schulgarten

Das Zentrum für Schulbiologie und Umwelterziehung (ZSU) hat einen Schulgarten mit vielen Beeten zum Anpflanzen, Pflegen, Ernten und Untersuchen, Beschreiben und Erforschen von Gemüse, Kartoffeln und Kräutern. Es gibt eine Kräuterspirale, Kräuterbeete und Beerensträucher. Und dann gibt es noch das weite Gelände zu entdecken mit den Wildpflanzen, den Kräutern, Gräsern und Blumen auf der Wiese und im Unterholz, den großen und kleinen Laubbäumen und natürlich auch die Lebewesen im, auf und über dem Boden, unter dem Laub, in der Hecke und in den Bäumen.

Zu uns kommen in der Regel Kinder aus der Vor- und Grundschule und weniger aus der Sekundarstufe, es sei denn, sie wollen mikroskopieren oder gar das Elektronenmikroskop kennenlernen. Die Herausforderungen, die an all unsere Kurs-Angebote gestellt werden, sind sehr vielschichtig. Der Kurs muss naturwissenschaftlich fachkompetent, methodisch vielseitig und angemessen, kompetenzorientiert gestaltet werden und den Inklusionsgedanken berücksichtigen. Er muss das Verstehen naturwissenschaftlicher Inhalte und Vorgehensweisen anbahnen, ausbauen und trainieren. Eine naturwissenschaftlich angelegte Erfahrungs- und Handlungsstruktur soll entwickelt werden können und auch in den folgenden Schuljahren noch Bestand haben.

Unsere naturwissenschaftlichen Kursangebote nutzen vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten und sind für die Heterogenität der Lerngruppen von Vorteil. Die Lebenswelten und die elementaren Vorerfahrungen der Kinder spielen hierbei eine bedeutsame Rolle. Sie müssen von den Dozenten bewusst erkannt, Impulse und Handlungsoptionen daran angeknüpft werden.

Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen werden durch Realbegegnungen praktisch erlebbar und beispielhaft geschult. Diese Möglichkeiten sind oft im Schulalltag nicht vorhanden, sie sind eine Bereicherung für den Unterricht und zeichnen die Vorgehensweisen des ZSU in den Schülerpraktika aus.

Schau genau! Ein Erkundungsgang

Neugierig, wissensdurstig, offen und frei in der Herangehensweise kommen schon die Jüngsten aus der Vorschule zu uns in den ZSU-Schulgarten, um

mit allen Sinnen die Natur zu erforschen. „Schau genau!“ – Dieser Aufforderung kommen sie gerne nach und untersuchen frei und individuell den Boden und seine Lebewesen, die Wiese oder auch die Bäume. Spielerisch werden sie aufgefordert, in kleinen Gruppen – Kinder lernen voneinander und miteinander – nach verschiedenen Fotomotiven erste Ortserkundungen vorzunehmen und Beobachtungen, die ihnen wichtig sind, mitzuteilen. In den Gruppen wird diskutiert, werden Beobachtungen, Vermutungen und Schlussfolgerungen ausgetauscht, voneinander und miteinander an der Sache orientiert gelernt. Haben alle Gruppen mit den wechselnden Fotos ausreichend erkundet, wird im Forscherkreis zusammengetragen, über Vorwissen aus der Lebenswelt der Kinder und gerade gemachte Beobachtungen erzählt und ausgetauscht. Hier werden von den Kindern viele Details zusammengetragen, miteinander verglichen und bewertet. Anschließend erhalten die Kinder ein Forscherheft und können jetzt konkrete kleine Forscheraufträge individuell lösen und dokumentieren. Mit Becherlupe, Stiften, Klemmbrettern und den Lese-Mal-Forscherheften geht es zum entspannten Entdecken, individuellem Untersuchen und Herausfinden in kleinen Gruppen ins Gelände.

Mit unseren Forscherheften zum Lesen und Malen wollen wir erstes Fachwissen anbahnen und Basiswissen vermitteln, Fachbegriffe einführen, zum genauen Beobachten, Hinschauen und Hinterfragen anleiten – also das altersgemäße Verstehen und Anwenden von fachspezifischen Beschreibungen und Herausfinden von naturwissenschaftlichen Zusammenhängen fördern.

Aus diesem Grund werden in den Heften in kurzen Aufforderungen Hilfestellungen zum ge-

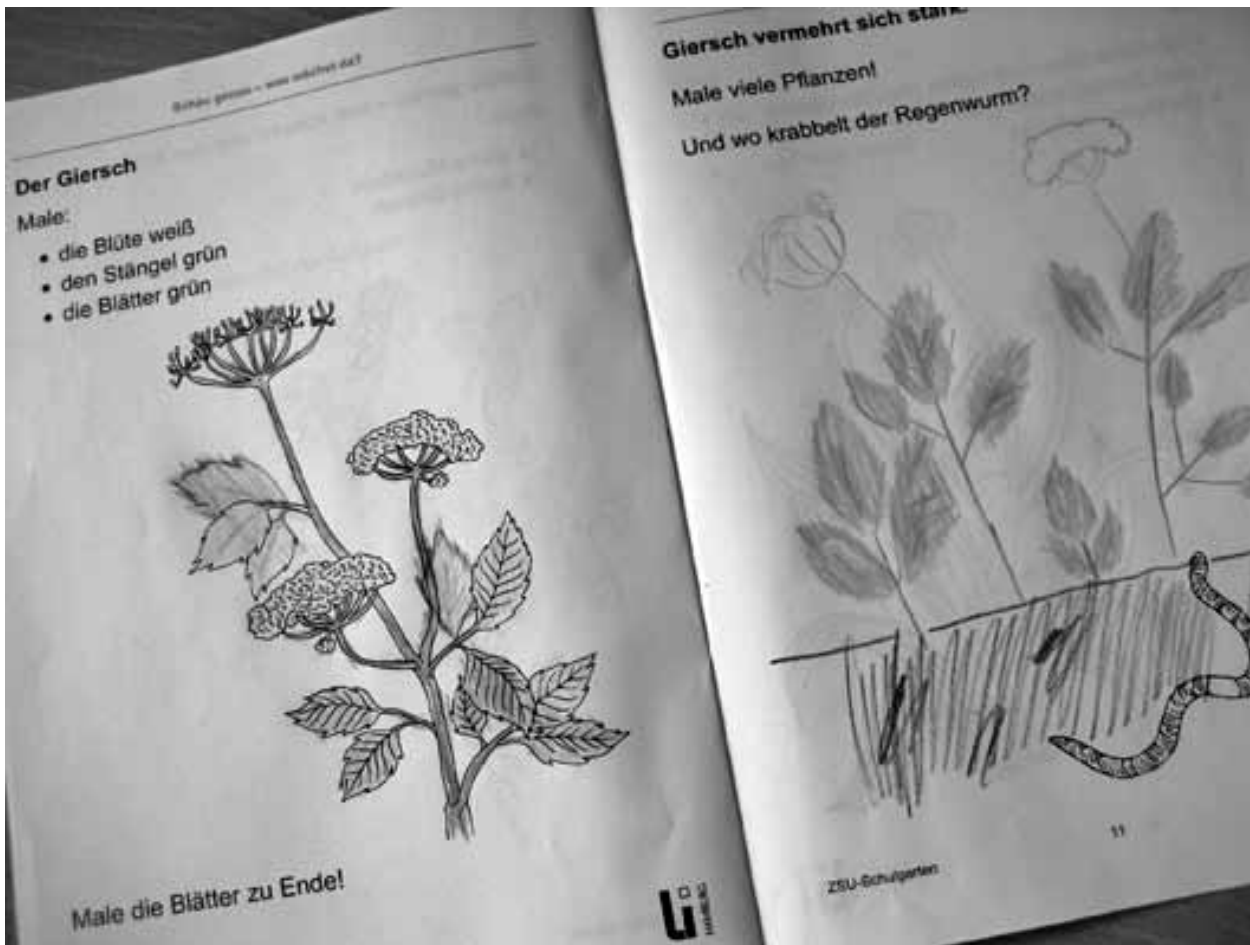


Abb.: Forscherheft Erkundungen: Giersch. Zeichnungen: ZSU-Schulgarten

nauen Beobachten gegeben und in den kleinen Texten Fachbegriffe genannt, die die Kinder etwa zum Beschriften ihrer ersten naturwissenschaftlichen Zeichnungen verwenden oder auch im Gespräch einbringen können. Zu jedem Forschungsobjekt ist eine Doppelseite im Heft gestaltet. So behalten die Kinder den Überblick und haben überschaubare offene Aufträge individuell zu lösen. Malvorlagen mit Umrissen zum gezielten farbigen Ausmalen leiten zum genauen Vergleichen mit der Natur an, lassen Details deutlich werden, fordern die Kinder zum Vergleichen mit der Natur auf und schulen naturwissenschaftliche Darstellungen. Aufträge zu weiteren Forschungen lassen eigene Ideen und Vorgehensweisen zu und das Kind kann sich individuelle Beobachtungen etwa mit der Becherlupe, dem Binokular oder dem Fernglas vornehmen und im Forscherheft festhalten. Beim freien Zeichnen trainieren die Kinder das detaillierte Betrachten erneut. Aufforderungen zum Beschriften der Zeichnungen schulen Fachwissen und festigen Fachbegriffe. Und auch kleine selbstverfasste

Texte zeugen von naturwissenschaftlicher Beobachtungsgabe und können für eine Präsentation genutzt werden. Im Heft sind immer ein paar leere Seiten, denn manchmal entdeckt das Kind noch ganz andere wichtige Forschungsobjekte, an die wir gar nicht gedacht haben. Auch dafür muss unbedingt Raum sein!

Stolz präsentieren die Kinder zum Abschluss ihre schönsten und gelungensten Seiten im Forscherkreis. „Schön und gelungen“ ist eine sehr individuelle Einschätzung und wir erkennen darin die persönliche Wertung der Kinder wieder. Hier können wir positiv bestärken und erkennen gleichzeitig auch, wo noch persönlicher Förderungsbedarf besteht und Hilfestellung benötigt wird. Es wird gemeinsam erläutert, neu erworbenes Wissen beigetragen, mit dem Wissen anderer verknüpft und erste naturwissenschaftliche Zusammenhänge aufgezeigt. Es ist faszinierend, welches Wissen, welche Beobachtungen und Analysen die Kinder mit Engagement beitragen. Ein Kurs, der sehr viel Spaß bringt – den Kindern und den Dozenten!

Schau genau! Kurse für Klasse 2/3 bis 6

Sind unsere Kinder schon schulerfahrener, kundiger im Lesen und Schreiben, können andere Herausforderungen an sie herangetragen werden. Das naturwissenschaftliche Untersuchen und Dokumentieren bekommt erweiterte Inhalte, immer mit der Zielrichtung, auch noch in der Sekundarstufe erfolgreich auf erworbene Strategien und Handlungsmuster zum problemlösenden naturwissenschaftlichen Lernen aufbauen zu können. Das Prinzip des gemeinsamen Gestaltens des Lernprozesses liegt unseren Schülerangeboten zugrunde. Anhand exemplarischer Situationen werden gemeinsam Herausforderungen, Forscheraufträge konstruiert, die es ermöglichen, neue Inhalte unter verschiedenen Perspektiven kooperativ zu erarbeiten. Die Kinder entwickeln aus der Situation heraus individuelle Fragestellungen, bekommen dazu im Forscherheft offene Leitfragen gestellt. Neugierde wird erregt, dem Forschungsobjekt Aufmerksamkeit entgegengebracht und im individuellen Freiraum erkundet. Die Kinder tauschen Ideen aus und erarbeiten mit unterschiedlichen Methoden unter verschiedenen Perspektiven Lösungsstrategien, erwerben und erweitern Basiswissen, reflektieren und präsentieren gemeinsam. Fachbegriffe werden den Kindern in kleinen Sachtexten erläutert. Mit Fettdruck werden wichtige Begriffe hervorgehoben, fallen ins Auge und können durch Einkreisen, Abschreiben und Vorlesen nochmals durchdacht werden. In den Zeichnungen der Kinder werden sie dann zur Beschriftung genutzt und so auch wieder fachgerecht eingesetzt.

Beim Untersuchen der Vogelfedern mit Binokular und Lupe führen sie eigenständig Beobach-

tungen durch, stellen Fragen zum Geschehen und werten die Ergebnisse gemeinsam im Gespräch aus. „Die Feder ist oben fest und unten flauschig!“, „Die Federäste sind so durcheinander!“ und auch „Die sind richtig verhakt!“ zeugt von genauer, detaillierter Beobachtungsgabe, lässt sich in den Zeichnungen nachvollziehen und führt zum Ergebnis, dass die Verästelungen einer Konturfeder einen Wärme- und Feuchtigkeitsschutz darstellen. Eine wirklich gelungene Untersuchung unserer Grundschülerinnen und -schüler!

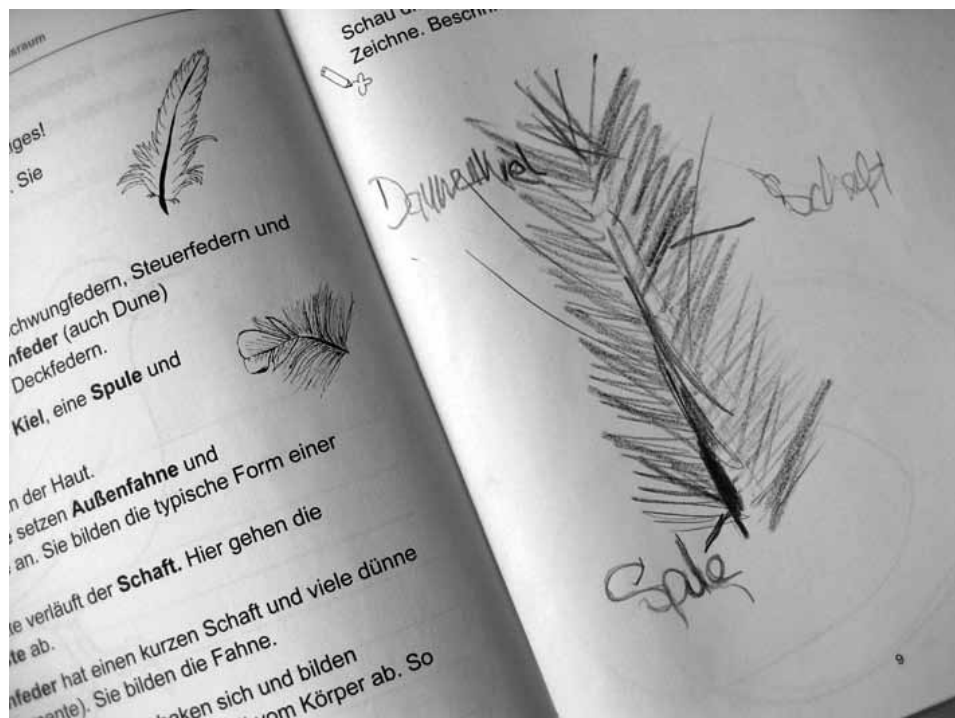


Abb.: Forscherheft: Federn. Zeichnung: ZSU-Schulgarten

Beim Thema „Boden und Krabbeltiere“ faszinieren die vielen verschiedenen Bodenlebewesen. Sie werden mit der Becherlupe vorsichtig auf dem Gelände des ZSU eingefangen (und natürlich dort auch wieder ausgesetzt) und betrachtet. Bei langsamen, kleinen Tieren lohnt sich auch ein Blick durch das Binokular. „Wie heißt das Tier?“, „Wie sieht es aus, wie groß ist es?“, „Wie bewegt es sich fort und was frisst es?“, beschäftigt unsere kleinen Forscher sehr intensiv. Und dann kommen auch die Fragen nach der Ernährung – wir finden Fraßspuren an Blättern, an Rinden und kleine Gänge im Boden. Welche Bedeutung haben die Tierchen in der Natur? Sind sie wichtig im Schulgarten, helfen sie bei der Zersetzung der Grünabfälle, sind sie Aasvernichter? All dies kommt in der Kleingruppe und auch im Schluss-

kreis zur Sprache, wird diskutiert, miteinander besprochen und bewertet. Natürlich wird dann auch ein Steckbrief über das Bodenlebewesen erstellt, mit Daten, die für diesen Kurs wichtig waren und über die Einordnung Auskunft geben. Ein kleines persönliches Nachschlagewerk entsteht.

Wie alt ist der Baum? Wie finde ich die Größe heraus? Was sind die Merkmale eines Baumes, wie erkenne ich einen bestimmten

Baum? Diese Fragen werden in einem weiteren Kurs gestellt und mit naturwissenschaftlichem Vorgehen erforscht. Hier werden Merkmale benannt, Blatt, Rinde, Früchte und Formen verglichen, sortiert, gemessen und zugeordnet. Alter und Größe des Baumes mit gängigen Techniken bestimmt und errechnet. Auch hier entsteht ein Forscherheft, das den Lernprozess begleitend dokumentiert, mit Sachtexten und Zeichnungen.

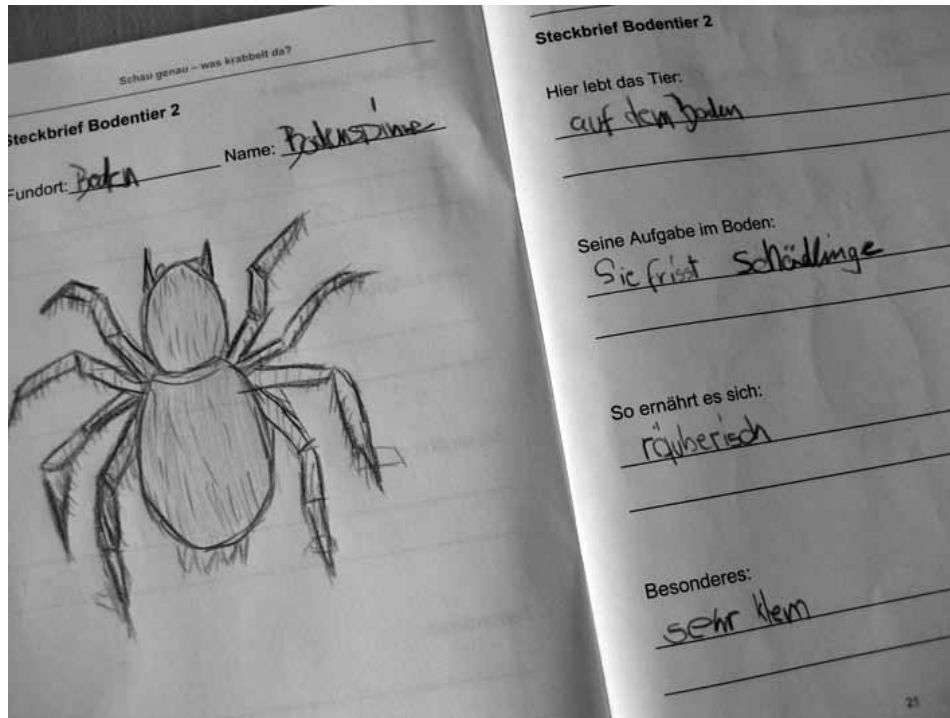


Abb.: Forscherheft Erkundungen: Bodentiere. Zeichnung: ZSU-Schulgarten

Ausblick

Und mit welchen gestärkten Kompetenzen entlassen wir die Kinder aus unseren Kursen? Sie entwickeln naturwissenschaftliche Methodenkompetenz durch angeleitetes Nachvollziehen, werden mit kleinen Vorgaben zum Handeln aufgefordert und agieren dann individuell. Die Kin-

der üben das genaue Beobachten und Betrachten, sie ordnen und sortieren, sie messen, vergleichen, untersuchen und teilen ein. Sie gestalten, finden heraus und dokumentieren. Hier werden die unterschiedlichen Neigungen, Vorkenntnisse und elementaren individuellen Erfahrungen zur kooperativen Erkenntnisgewinnung genutzt. Und auch die Selbst- und die Sozialkompetenz wird durch das gemeinsame Vorgehen, Absprechen und Schlussfolgern in der Gruppe gestärkt. Unsere Forscherhefte „Schau genau!“ geben dem individuellen Lernprozess Raum, zeichnen ihn auf, helfen eigene Ergebnisse und Vorgehensweisen festzuhalten, bewusst zu machen und zu präsentieren. Sie sind eine Wertschätzung des individuellen Arbeitens.

Unsere Schülerkurse können über das ZSU-Büro (8231420) gebucht werden.

5.2 Schülerpraktika im Wasserlabor des ZSU

Markus Gruber, (Pädagogische Leitung Wasserlabor, ZSU)



Abb.: Oberstufenschülerinnen und -schüler führen Messungen im Rahmen von gewässerökologischen Untersuchungen durch. (Foto: Hans Hintze)



Abb.: Ein sich an die Glasseite eines Aquariums angehefter Stacheliger Seestern (*Pisaster brevispinus*) aus der Familie der Asteroidea. Foto Commander-pirx, Wikimedia Commons

Das Wasserlabor bietet verschiedene Schülerpraktika für die gymnasiale Oberstufe an, die von Biologiekursen oder Oberstufenprofilen mit Schwerpunkt Biologie, Chemie oder Geographie gebucht werden können. In Anlehnung an den Rahmenplan der gymnasialen Oberstufe werden folgende Kurse angeboten:

- Gewässerökologische Untersuchungen
- Gewässermonitoring der Unterelbe
- Ökosystem Meer

Der fachmethodische Schwerpunkt der Schülerkurse in der Oberstufe liegt auf der praktischen Arbeit, wie der Messung, graphischen Darstellung, Interpretation und Präsentation von experimentellen Ergebnissen oder Gewässergütemessungen.

Im Fokus der Grundschul- und Mittelstufenveranstaltungen des Wasserlabors steht das direkte Erleben des Elements Wasser und seiner Bewohner: Schildkröten, Frösche, Seesterne, Seeigel, Strandkrabben und viele weitere Tiere werden von den Schülerinnen und Schülern in zahlreichen Süß- und Meerwasserbecken nicht nur beobachtet, sondern auch angefasst und gefüttert.

Die Fütterung des Hummers Erwin Muschelknacker ist stets ein besonderes Erlebnis.

Teiche auf dem Gelände des ZSU laden zum Entdecken, Beobachten und Bestimmen von Kleintieren ein. Sie können folgende Veranstaltungen für Ihre Grundschul- und Mittelstufenklasse buchen:

- Experimente mit Wasser
- Wetter, Klima und Wasser
- Leben in der Nordsee
- Kleintiere im Teich

Messgeräte und Gewässeruntersuchungskoffer, sowie Experimentierkisten zu verschiedenen Themen der Grundschule können im ZSU-Wasserlabor ausgeliehen werden. Informationen über Veranstaltungen des ZSU und über die Ausleihe von Geräten erhalten Sie telefonisch unter Tel.: 040 823142-0 und unter folgender Internet-Adresse:

<http://li.hamburg.de/wasserlabor/>

6. Sonderausstellung: Mathematik mit allen Sinnen begreifen im naturwissenschaftlichen Zentrum (NWZ)

Regina Marek

„Meine Lieblingszahl ist die Acht“, sagt Herr Prof. Dr. Beutelsbacher in einem Interview in der Zeitschrift Spiegel 50/2004. Die Acht ist Ausdruck vollkommener Symmetrie. Auch Mie findet die 8 am schönsten, weil sie am 8.8. geboren wurde. Mie hat mit ihren Eltern im Rahmen eines Familienprogramms die Mathematikausstellung im NW-Zentrum in Mümmelmannsberg besucht. Die Mathematikausstellung umfasst mehr als 25 interaktive Exponate zu unterschiedlichsten Themenbereichen der Mathematik. Die Gäste können allein oder in Kleingruppen ohne Vorgabe der Reihenfolge selbstständig und spielerisch mathematische Phänomene erkunden. Im Plenum finden eine Abschlussbesprechung und die Wahl des Lieblingsexponates statt. Die Idee für eine solche Ausstellung hatte Prof. Dr. Beutelsbacher, der das Mathematikum in Gießen gegründet hat. Eine Wanderausstellung kann von Schulen ausgeliehen werden.

Ansprechpartner ist hier:

Mathematikum

Wanderausstellung
Liebigstraße 8
35390 Gießen
Tel. 0641 97269417
Fax 0641 97269420
wanderausstellung@mathematikum.de

Im Folgenden wird eine Auswahl von Exponaten vorgestellt:

Der Potentialtrichter

Der Potentialtrichter: Wenn man den Trichter senkrecht schneidet, ergibt sich eine Hyperbel, wenn man ihn waagrecht schneidet ein Kreis. Wirf eine Münze in einen Schlitz an der Seite und beobachte, was passiert ...

Der Potentialtrichter ist ein Trichter, der sich mathematisch als Rotationsfläche einer Hyperbelfunktion beschreiben lässt. Wirft man eine



Münze in den Trichter, so kreist sie in vielen Bahnen im Trichter, bevor sie in das Loch im Innern fällt. Es entsteht eine ähnliche Strudelbewegung wie beim ablaufenden Wasser in der Badewanne. Neue Fragen entstehen: Warum verläuft die Strudelbewegung immer in eine bestimmte Richtung? Ist dies in Südafrika auch so?

Knobeltisch

Dies ist eine Zusammenstellung verschiedenster bekannter Knobelspiele: T-Puzzle (Legespiel), Zwerge („Zaubertrick“ durch Vertauschung zweier Elemente), Pyramiden und Somawürfel (Räumliche Puzzle), Waben (Anlege-Spiel). Mie kann das T schon legen.

Abb. von oben: Potenzialtrichter, T-Puzzle. Fotos: Regina Marek



Penrose-Puzzle

Aus den Figuren „Drachen“ und „Pfeile“ kann ein 10-eckiges aperiodisches Muster gelegt werden. Die Figuren sind große Puzzleteile, so dass das entstehende Parkett nicht verrutscht. Auch dies schafft Mie mit Hilfe ihrer Eltern.

Pi in Zahlen

Ein großes Banner zeigt die ersten 30.000 Nachkommastellen der Kreiszahl Pi. Die Besucherinnen und Besucher können beliebige Zahlenkombinationen wie ihren Geburtstag in der Ziffernfolge finden. 1596 gelang es Ludolph van Ceulen die ersten 35 Dezimalstellen von Pi zu berechnen, er soll sich 30 Jahre seines Lebens damit beschäftigt haben. Inzwischen sind 1,2 Billionen Stellen von Pi bekannt. Bestimme jeweils den Durchmesser und den Umfang möglichst verschiedener, kreisrunder Objekte: Teller, Untertassen, Münzen, CDs ... Was fällt auf?

Riesenkaleidoskop

Stellt man sich ins Innere dieses verspiegelten Kastens, so sieht man sich selbst aus verschiedensten Richtungen unendlich oft gespiegelt. Das Kaleidoskop ist meist das beliebteste Exponat.

Was alles in den Würfel passt!

Neben einem oben offenen Würfel stehen drei scheinbar größere Körper (Tetraeder, Oktaeder-



stumpf, Stella octangula). Diese sollen in den Würfel eingepasst werden. Es funktioniert.

Ist die Mathematikausstellung geeignet, um einen besseren Zugang zur Mathematik zu bekommen?

Es bringt erst einmal viel Freude, sich mit den Exponaten zu beschäftigen und weitere Fragen zu entwickeln, die von einer kompetenten Lehrkraft beantwortet werden. Jede Besucherin und jeder Besucher findet mit Sicherheit ein Exponat, das Interesse hervorruft und mit dem sie/er sich länger beschäftigt. Führen die Exponate aber dazu, dass sich die Beteiligten längerfristig mit einem mathematischen Problem bis hin zur Formelgleichung beschäftigen? Einige wird es sicher immer geben.

Viele Erwachsene haben ihren Mathematikunterricht auch nach Beendigung der Schulzeit in guter Erinnerung. Das Fach belegt bei den Befragten zwischen 18 und 65 Jahren Rang eins (40 Prozent) der populärsten Schulfächer und ist somit das Lieblingsfach der erwachsenen Deutschen. Erst danach folgen die Fächer Sport, Geschichte und Erdkunde. Auch Schüler schätzen das Fach Mathematik. „Mädchen sind von Mathe allerdings weit weniger angetan als Jungen. Sie wählen es lediglich auf Rang sechs ihrer Lieblingsfächer, während es bei Jungen Rang zwei belegt“, erläutert Michael Mandel von der Stiftung Rechnen. Von den befragten Schülerinnen sagt nur ein Viertel (25 Prozent), dass ihnen die Beschäftigung mit Formeln und Gleichungen besonders viel Spaß macht. Von den Jungen in weiterführenden Schulen finden das 44 Prozent. Quelle: 2010, Stiftungrechnen.de

Wurde das Interesse an der Mathematik durch den Artikel geweckt? Hier nun ein Problem, das mit Hilfe der Mathematik gelöst werden kann. Die Schönheit der Mathematik ist darin zu sehen, dass ein komplizierter Sachverhalt durch wenige Formeln überraschend einfach erklärt werden kann. *Jede vierstellige zweimal hintereinander geschriebene Zahlenfolge lässt sich ohne Rest durch 137 teilen. Woran liegt dies?*

Literaturhinweis:

Hans Magnus Enzensberger (1997): Der Zahlen-teufel. Ein Kopfkissenbuch für alle, die Angst vor der Mathematik haben. Carl Hanser Verlag.

Abb.: Penrose-Puzzle. Foto: Regina Marek

7. Schulen fördern Naturwissenschaften

7.1 MINT-Schulen in Hamburg

Kerstin Gleine

Unsere Gesellschaft, eingebettet in einer globalisierten Welt, befindet sich momentan in einem Wandel zu einer hochmodernen Industrie-, Dienstleistungs- und Wissensgesellschaft. Gut ausgebildete Fachkräfte mit hervorragenden Kompetenzen in den Fächern Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik, also in den sog. MINT-Fächern, finden auf dem zukünftigen Arbeitsmarkt attraktive Aufgabengebiete, die auch im Interesse unserer Gesellschaft für die Lösung vieler Zukunftsaufgaben von zentraler Bedeutung sind.

Für eine verbesserte MINT-Bildung gibt es verschiedene bundesweite Organisationen, Vereine und Stiftungen, die Schulen bei ihrem Engagement finanziell und/oder durch spezielle Angebote in der Begabten- und Interessenförderung unterstützen. Das bundesweite Engagement vieler Schulen auf dem MINT-Sektor hat u. a. auch dadurch in den vergangenen Jahren erheblich zugenommen. Auch in Hamburg gibt es viele Schulen, die unsere Schülerinnen und Schüler sehr aktiv in den Naturwissenschaften und Technik fördern.

Dabei wird das Niveau des Engagements durch unterschiedliche Zertifizierungen der jeweiligen Schulen gekennzeichnet. Die Schulen müssen bestimmte Kriterien erfüllen, um beispielsweise ein sog. „Gütesiegel“ zu bekommen oder als Projektschule arbeiten zu können.

MINTprax-Schulen (Hamburg)

MINTprax-Schulen in Hamburg sind Stadtteilschulen bzw. Projektschulen, die in Kooperation mit Unternehmen ein MINT-Profil der Jahrgänge 7-10 erarbeiten.

Initiiert wurde das Projekt 2010 vom Bildungswerk der Wirtschaft, der Stiftung Nordmetall und der BSB Hamburg. Nach 4 Jahren können diese Schulen sich um das Gütesiegel „MINT-Schule Hamburg“ bewerben, welches in 2015 zum ersten Mal vergeben werden soll (vgl. auch unter: www.mintpraxSchulen.de).

Folgende Schulen nehmen z. Zt. an dem Projekt teil:

- STS Barmbek
- STS Helmut Hübener
- STS Otto Hahn
- STS Gretel Bergmann
- Geschwister Scholl Schule
- STS Wilhelmsburg



MINT-freundliche Schulen (Deutschland)

Die Auszeichnung „MINT-freundliche Schule“ ist ein Label der Initiative „MINT Zukunft schaffen“. Diese Auszeichnung bestätigt einen Aufbruch von Schulen in Richtung eines MINT-Profiles (vgl. auch unter: www.mintzukunftschaften.de).

Folgende Hamburger Schulen tragen dieses Siegel seit 2012/13:

- Alexander-von-Humboldt-Gymnasium
- Gymnasium am Corvey
- Gymnasium Osterbek
- Gymnasium Rissen
- Gymnasium Gyula Trebischschule
- STS Niendorf



MINT-EC Schulen (Deutschland)

Schulen mit der Auszeichnung „MINT-EC“ (EC steht für Excellence Center) sind exzellente MINT-Schulen, die bereits höchstes Niveau in der Qualität und Quantität des MINT-Unterrichts und der Profilbildung erreicht haben (vgl. auch www.mint-ec.de). Alle 3 Jahre müssen diese Schulen sich neu zertifizieren lassen und eine Weiterentwicklung vorweisen, um MINT-EC-Schule zu bleiben. MINT-EC ist das nationale Exzellenz-Netzwerk von Schulen mit Sekundarstufe II und ausgeprägtem Profil in Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT). Es wurde im Jahr 2000 von den Arbeitgebern gegründet und arbeitet eng mit deren regionalen Bildungsinitiativen zusammen.

MINT-EC bietet ein breites Veranstaltungs- und Förderangebot für Schülerinnen und Schüler sowie Fortbildungen und fachlichen Austausch für Lehrkräfte und Schulleitungen.

Bisher tragen nur drei Hamburger Gymnasien dieses Exzellenz-Siegel:

- seit 2001 Hansa-Gymnasium (www.hansa-gymnasium.de)
- seit 2006 Luise-Gymnasium (www.luise-gymnasium.de)
- Seit 2012 Friedrich-Ebert-Gymnasium (www.ebert-gymnasium.de)



Verein mathematisch-
naturwissenschaftlicher
Excellence-Center an Schulen e.V.

Das Netzwerk mit derzeit 184 bundesweit zertifizierten Schulen mit rund 200.000 Schülerinnen und Schülern sowie 16.000 Lehrkräften steht seit 2009 unter der Schirmherrschaft der Kultusministerkonferenz der Länder (KMK).

7.2 Lab in a drop

Effiziente und nachhaltige Experimente im Wassertropfen („low cost“) für den naturwissenschaftlichen Unterricht der Klassen 5 bis 12

Stephan Matussek, Katholische Schule Harburg

Für die Durchführung naturwissenschaftlicher Experimente im Fach Chemie, Biologie oder im Lernbereich Natur und Technik der Sek I, II stehen eine Reihe von Experimenten im Reagenzglas zur Verfügung.

Die Erfahrungen, die Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren machen, sind eine Grundlage für die Erwerbung von Kompetenzen und die Aneignung von Fachbegriffen in den naturwissenschaftlichen Bereichen wie Chemie, Biologie, Natur und Technik oder Sachunterricht. Das Ziel des Unterrichtskonzeptes ist es, die Handlungs- und Erkenntniskompetenz der Schülergruppen zum Ausgangspunkt von zu vermittelten Lehrinhalten zu machen.

Reagenzglasversuche in Klassenstärke benötigen für die Vorbereitung, Auswertung und Auf- und Abbau und die Entsorgung Zeit und eine entsprechende Menge an Chemikalien.

Im Unterricht sind die zur Verfügung stehende Chemikalienmenge und der zeitliche Rahmen oft begrenzt. Andererseits wird die moderne Analytik etwa der Lebensmittelchemie oder Medizin im Mikromaßstab durchgeführt.

Um die Schülerinnen und Schüler stärker für den naturwissenschaftlichen Unterricht zu interessieren, wurde der Raum eines Reagenzglasversuchs in den Raum eines Wassertropfens verlagert: „Lab in a drop“.

Die Eigenschaften des Wassertropfens, die offene Oberfläche, die Oberflächenspannung und die unter den Wasserteilchen wirksamen Kräfte werden beim Experimentieren bewusst genutzt.

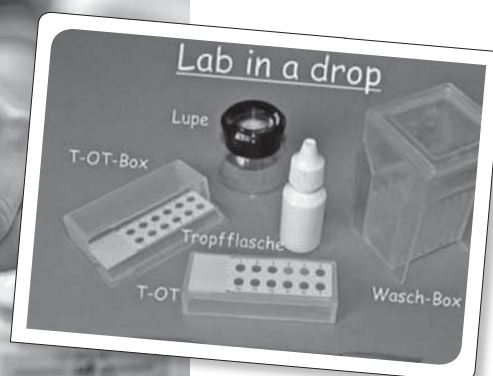
Die wenigen Geräte, ein handelsüblicher Diagnostikobjektträger und eine Tropfflasche, der schnelle Zugriff auf die Versuche, die Kürze der Durchführung und der schnelle Abbau sprechen für die Effizienz der Tropfenversuche (siehe unten kleines Bild).

Mit geringen Mengen, Kristall und Tropfen, lassen sich in wenigen Minuten der Reaktionsverlauf die Edukte und die Produkte beobachten.

Bei den „Lab in a drop“-Versuchen definieren also die natürlichen kleinen Einheiten, Tropfen und Kristall, die Menge der eingesetzten Chemikalien. Die Reduzierung der eingesetzten Menge machen die Versuche wesentlich günstiger, sicherer, effektiver und nachhaltiger.



Abb. von links: Schüler bei einem Versuch, Gerätschaften für die Versuche „Lab in a drop“ mit Tropfenobjektträgerbox. Fotos: Stephan Matussek



Insgesamt benötigen die „Lab in a drop“-Versuche vom Aufbau, Abwasch und Abbau einschließlich der Auswertung kaum eine Schulstunde.

Didaktische Überlegung:

In Schülerversuchen werden den Schülergruppen Geräte und Chemikalien anvertraut.

Das Vertrauen der Lehrkraft in die Handlungs- und Erkenntniskompetenz der Schülerinnen und Schüler wird zum Ausgangspunkt des Unterrichts gemacht. Womöglich ist dies mit ein Grund, warum Schülerinnen und Schüler mit Schülerversuchen an naturwissenschaftliche Phänomene herangeführt werden können.

Methodische Überlegung:

Die Versuche werden in der Regel von allen Schülerinnen und Schülern, in Klassenstärke, durchgeführt.

Für eine verantwortliche Durchführung der „Lab in a drop“-Versuche wurden die Versuche nach der Methode der nummerierten Köpfe gestaltet (Abb. unten links). **Durch vier unterschiedliche Funktionen innerhalb einer Gruppe, Gruppensprecher, Laborant, Protokollant und Materialwart, lassen sich die Versuche, streng im Sinne von „Verantwortung übernehmen“, durchführen.**

Die Sicherheit wird von den Schülerinnen und Schülern untereinander kontrolliert. Durch die Ausgabe geringer Mengen Chemikalien lässt sich der Ablauf der Versuche steuern.

Die Sicherheit:

Der Sicherheitsaspekt wird durch „Lab in a drop“-Versuche erarbeitet und veranschaulicht. Wenn beispielsweise ein Silbernitratkristall einen ca. sechs cm langen Kupferdraht versilbert, kann so die ätzende Wirkung dieses Kristalls auf die Haut abgeschätzt werden. Die Schülerinnen und Schüler lernen auf diese Weise die Wirksamkeit und die Handhabung kleinster Stoffmengen kennen (Abb. unten rechts).

Die Experimente werden auf der Tropfenobjektträger-Box, abgekürzt T-OT-Box durchgeführt. Der scharfkantige Glas-Objektträger kann so gefahrlos in die Hand genommen und gegebenenfalls unter einer Käfiglupe betrachtet werden. Versuche mit Gefahrenpotential, etwa mit konzentrierten Säuren, werden hinter einem Sicherheitsschirm, vergleichbar mit einer Sicherheitsbank, aus Acrylglas durchgeführt.

Die Methoden:

Aus der Natur eines Tropfens ergeben sich für die „Lab in a drop“-Versuche drei wesentliche Methoden. Die Methoden werden hier mit Akronymen bezeichnet:

- **Die Fetro-Methode:** Ein Feststoff wird in den Wassertropfen geschoben.
- **Die Flütro-Methode:** Eine Flüssigkeit wird in den Wassertropfen geleitet.
- **Die Gatro-Methode:** Ein Gas wird über den Tropfen geleitet.



Abb. (von links): Durch vier unterschiedliche Funktionen innerhalb einer Gruppe lassen sich die Versuche durchführen. Der Sicherheitsaspekt wird durch „Lab in a drop“-Versuche erfahren. Fotos: Stephan Matussek

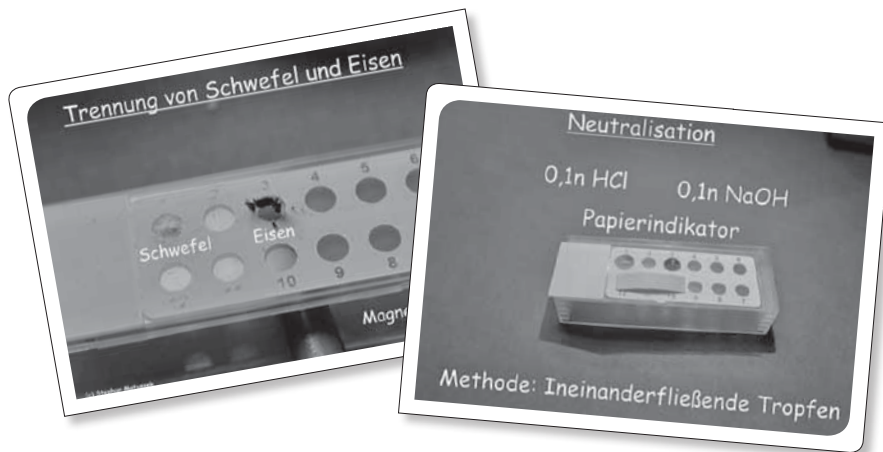


Abb. (von links): Trennung von Eisen und Schwefel mit einem Magneten. Neutralisation mit Hilfe eines Universalindikatorstreifens.
Fotos: Stephan Matussek

Die Experimente wurden bisher auf verschiedenen Workshops auf dem MNU-Bundeskongress in Hamburg, am LI-Hamburg, in Bremerhaven, in Berlin, in Koblenz und in Rostock vorgestellt.

Hier werden einige ausgewählte Experimente zum Thema Säuren und Base, Elektrochemie, Lebensuntersuchungen präsentiert.

Ausgewählte Versuche:

Trennung von Eisen und Schwefel

Mit einem Magneten, hierbei wird eine Mikrospatelspitze Schwefelpulver und Eisenpulver eingesetzt (Abb. oben links).

Kohlenstoffdioxidnachweis im Kalkwassertropfen

Atemluft wird mit Hilfe eines Strohhalmes über den Tropfen geleitet. Die Kohlenstoffdioxidkonzentration reicht bei den Bedingungen von Druck und Temperatur aus, um in ausreichender Menge in den Tropfen hinein zu diffundieren. Bereits nach kurzer Zeit färbt sich der Tropfen durch ausfallendes Calciumcarbonat weiß. Auf diese Weise lassen sich auch andere wasserlösliche Gase lösen, so wird beispielsweise der Tropfen als Modell des „sauren Regens“ eingesetzt.

Neutralisation mit Hilfe eines Universalindikatorstreifens

Ein Streifen Indikatorpapier wird zwischen einen Säure- und Basetropfen auf den T-OT geschoben. Die gegenüberliegenden Säure- und Basetropfen werden durch die Kapillarkräfte des Indikatorpapiers zur Mitte hin angesaugt.

In einem schmalen Streifen, dem Ort der Neutralisation, färbt sich das Indikatorpapier gelb-orange, entsprechend dem neutralen pH-Wert von 7 (Abb. oben rechts).

Neutralisation von konzentriertem Chlorwasserstoffgas und konzentriertem Ammoniakgas

Hinter einem Schuttschirm und mit Schutzhandschuhen werden die konzentrierten Reagenzien Salzsäure und Ammoniak auf den T-OT gegeben (Abb. nächste Seite oben links). Die Gase der Reagenzien treffen aufeinander und reagieren zu Ammoniumchlorid.

Die Elektrolyse von Zinkiodid

Als Elektroden können normale Kupferleiterreste verwendet werden. Sie werden abisoliert, blank geschliffen und um einen Bananenstecker gewickelt. So können sie mit einer 9-Volt-Blockbatterie, einem Stromversorgungsgerät (6 bis 10 V) oder einer Solarzelle verbunden werden. Der Versuch wird nun mit einem Kristall Zinkiodid und einem Tropfen Wasser durchgeführt.

Versilbern von Kupferdraht

Ein Kristall Silbernitrat wird in einen Tropfen Wasser geschoben und so eine Silbernitrat-Lösung hergestellt. Auf diese Weise lassen sich alle Lösungen von den Schülerinnen und Schülern schnell ansetzen. Mit einem Kristall wird ein etwa 6 cm langer, blank geschliffener Kupferdraht mit einem voluminösen Silberniederschlag bezogen (Abb. vorherige Seite unten rechts). Mit einem Tropfen Ammoniak werden die aus dem Metall in Lösung gegangenen Kupfer-Ionen nachgewiesen.

Bau einer Lithium-Kupferbatterie

Ein Kupferdrahtende wird zu einer Öse gedreht. In diese wird ein Tropfen Elektrolyt-Kupfersulfatlösung gegeben. Auf ein Filterpapier wird ein wenige Quadratmillimeter großer Lithiumspan gelegt. Eine Bleistiftmine führt die Elektronen vom Lithium ab (Abb. Folgeseite oben rechts).

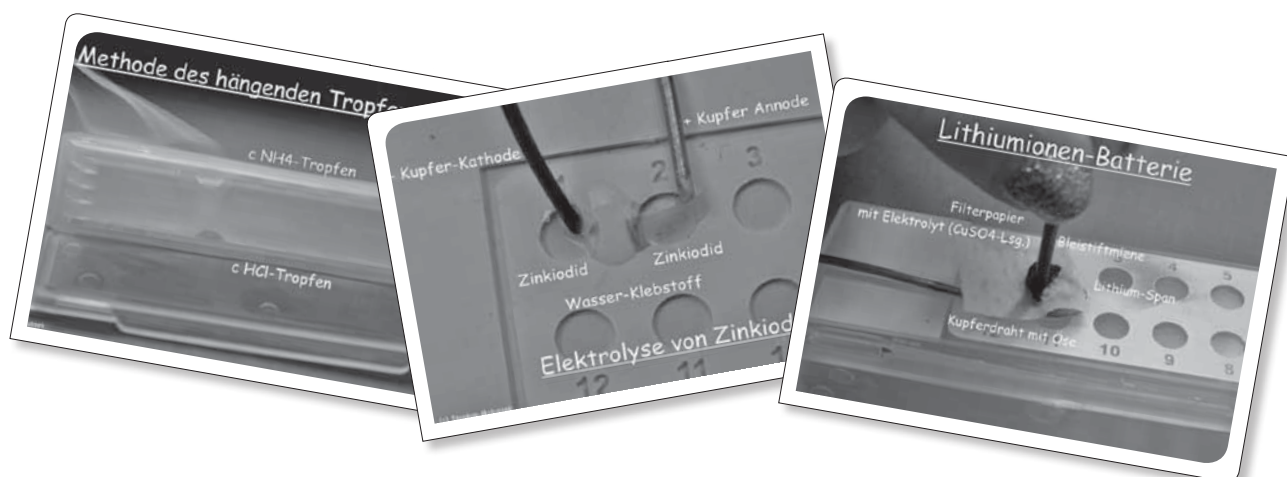


Abb. (von links): Neutralisation von Chlorwasserstoffgas und Ammoniakgas, Elektrolyse von Zinkiodid, Bau einer Lithium-Kupferbatterie. Fotos: Stephan Matussek

Reaktion von Natrium und Wasser im Tropfenversuch

Natrium reagiert mit Wasser unter Bildung hochentzündlicher Wasserstoffgase. Auf der Haut und im Auge verursacht es Verätzungen. Deswegen dürfen Schülerinnen und Schüler mit Natrium nicht arbeiten. Um die Gefahren der Reaktion von Natrium und Wasser zu entschärfen, wurde die Menge des Natriums auf einen dünnen Natriumspan reduziert. Statt eines Wassertropfens lässt man das Natrium mit einem Klebstofftropfen auf Wasserbasis reagieren. Das Natrium wird mit dem Mikrospatel in den Klebstoff-Tropfen geschoben. Es kann nun probiert werden, die Wasserstoffgase, die sich im Klebstoff als Blasen ansammeln, mit dem Streichholz oder Piezozünder zu entzünden. Mit einem Körnchen Thymolphthalein werden Hydroxid-Teilchen nachgewiesen. Die Versuchsabläufe wurden mit einem Handy gefilmt. Mithilfe einer Linse aus einem

ausgebauten Lasergerät lassen sich Aufnahmen im Wassertropfen anfertigen. Die so gemachten Aufnahmen können an einem Bildschirm ausgewertet werden.

Der Stärkenachweis im Wassertropfen

Die Schülerinnen und Schüler einer fünften bis siebten Klasse untersuchten auf dem T-OT auch eine Reihe von im Schulgarten gezogenem Gemüse. Mikrokartoffelstücke werden im Wassertropfen gekocht, das Kochwasser und die Kartoffel auf Stärke hin untersucht.

In der mehrjährigen Erprobung der Versuche mit Schulklassen, haben sich die „Lab in a drop“-Versuche im Wassertropfen in didaktischer und methodischer Hinsicht als lehrreich und effizient herausgestellt.

Diese und weitere Versuchsleitungen und Geräte können über den Autor bezogen werden.

Stephan.matussek@online.de

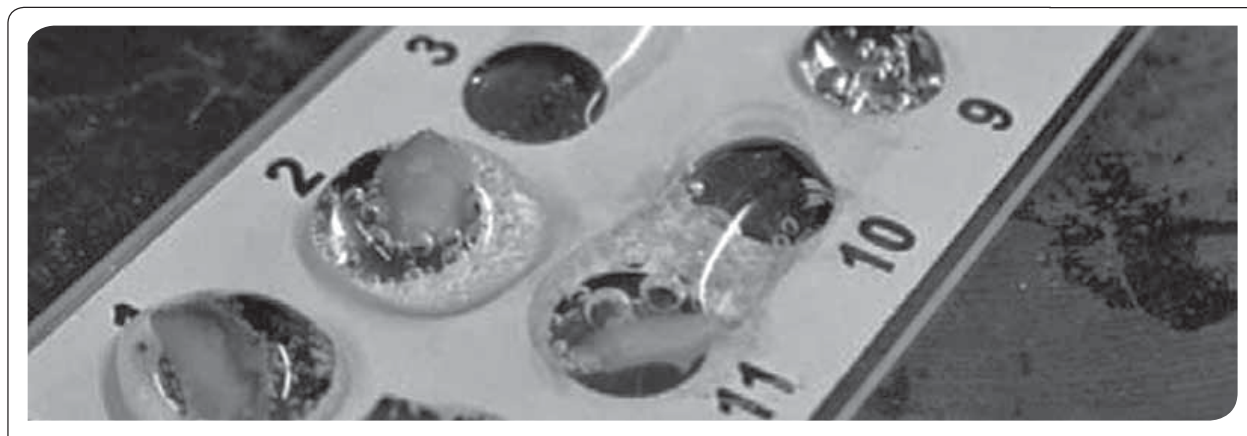


Abb.: Stärkenachweis mit Wassertropfen. Foto: Stephan Matussek

8. Externe Angebote

8.1 Das Haus der kleinen Forscher in Hamburg

Dr. Bettina Schmidt

Kann man Seifenblasen eigentlich bunt machen?

„Kann man Seifenblasen eigentlich bunt machen?“ Alina (9 Jahre) sitzt in der Forscherwerkstatt der Schule an der Burgweide und grübelt. Vor ihr steht ein Blumentopfuntersetzer mit Seifenblasenlösung, in der Hand hält sie einen Strohhalm. Die Frage, die sie gestellt hat, wird in der nächsten Stunde nicht nur sie, sondern auch die anderen fünf Kinder beschäftigen, die hier forschen.

Die Antwort auf diese Frage kann man vielleicht irgendwo nachlesen. Aber in den meisten Fällen wird die Lehrkraft als Lernbegleiter die Antwort darauf nicht sofort parat haben. Jeder kennt das Gefühl, auf „Warum?“-Fragen eine Antwort wissen zu müssen, denn die meisten von uns haben genau diese Erfahrung in ihrer Schulzeit gemacht. Aus der Sicht der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ ist es allerdings überhaupt kein Nachteil, die Antwort nicht zu kennen, im Gegenteil: so kommt man gar nicht erst in Versuchung, vorbereitete Antworten zu geben. Stattdessen hat man als Lernbegleiter die Chance, sich mit den Kindern zusammen eine Antwort zu erarbeiten.

Die gemeinnützige Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ engagiert sich mit einer bundesweiten Initiative für die Bildung von Kindern im Kita- und Grundschulalter in den Bereichen Naturwissenschaften, Mathematik und Technik. Sie unterstützt mit ihren Angeboten pädagogische Fach- und Lehrkräfte dabei, Mädchen und Jungen bei ihrer Entdeckungsreise durch den Alltag zu begleiten. Partner der Stiftung sind die Helmholtz-Gemeinschaft, die Siemens Stiftung, die Dietmar Hopp Stiftung, die Deutsche Telekom Stiftung und die Autostadt in Wolfsburg. Gefördert wird sie vom Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Die Mission ist klar: Begeisterung für die MINT-Fächer wecken. Dabei steht aber nicht nur die

Nachwuchssicherung im Vordergrund, denn das, was die Stiftung unter Forschen versteht, ist eigentlich ein großes Paket aus verschiedensten Kompetenzen. Beim Forschen trainieren die Kinder Feinmotorik, soziale Fertigkeiten und Lernkompetenzen, während sie gleichzeitig naturwissenschaftliche Erkenntnisse sammeln. Auch die sprachlichen Kompetenzen werden gefördert, wenn gemeinsam Ideen und Vermutungen gesammelt, Beobachtungen beschrieben oder Ergebnisse erörtert werden. Im Forschungskreis (einem zentralen Element des pädagogischen Konzeptes) finden sich alle Elemente des naturwissenschaftlichen Vorgehens wieder, die auch von „großen“ Forschern genutzt werden.

Das bis dato aufgebaute Netzwerk der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ stellt bundesweit Angebote für über 27.000 Kitas, Horte und Grundschulen zur Verfügung. Davon sind bereits über 3.800 Einrichtungen anhand festgelegter Qualitätskriterien zertifiziert worden (Stand Quartal I 2014). Die Stiftung selbst geht nicht direkt in die Einrichtungen, sondern bildet in lokalen Netzwerken pädagogische Fach- und Lehrkräfte fort, die wiederum in den Kitas, Horten und Grundschulen mit den Kindern forschen.

Grundschulen profitieren auf vielfältige Art und Weise von der Teilnahme am Angebot der Stiftung. Nach jeder Fortbildung erhält die teilnehmende Einrichtung hochwertiges pädagogisches Material in Form von Karten mit Forschungsimpulsen für Kinder und Erwachsene und entsprechende Begleitbroschüren. Die Praxisideen lassen sich bis auf wenige Ausnahmen mit günstigen und leicht zu beschaffenden Alltagsmaterialien (z. B. Salz, Spüli, Gläser, Strohhalme, Bastelmaterial ...) umsetzen und knüpfen direkt an Alltagserfahrungen der Kinder an.

Jede Grundschule, in der das Forschen mit Kindern fester Bestandteil des Alltags ist und in der sich die pädagogischen Lehr- und Fachkräfte regelmäßig fortbilden, kann sich für die Zertifizierung zum „Haus der kleinen Forscher“ be-



werben. Dabei sollten alle Bildungsaktivitäten (Projekte, Versuche, Beobachtungen, ...) auch dokumentiert werden, wobei die Form frei gewählt werden kann. Zertifizierte Einrichtungen erhalten eine detaillierte Rückmeldung, eine Urkunde und eine für zwei Jahre gültige Plakette. Die Plakette soll auch Außenstehenden zeigen, dass sich die Schule auf den Weg gemacht hat, Kinder auf ihrem Weg beim Forschen und Entdecken zu begleiten. Nach zwei Jahren kann sich die Schule erneut bewerben.

Zurück in der Forscherwerkstatt. Jetzt sitzen hier 15 Erwachsene – pädagogische Fach- und Lehrkräfte aus Kita, Hort und Grundschule, die den Workshop 1 „Forschen mit Wasser“ des „Hauses der kleinen Forscher“ besuchen. In einer eintägigen Fortbildung reflektieren die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ihre Rolle als Lernbegleiter und machen erste eigene Erfahrungen mit freien Forschungsansätzen. Nach der ersten Fortbildung zum Thema „Wasser“ kann der zweite Workshop zum Thema „Luft“ besucht werden, in dem es auch darum geht, sich über die Praxiserfahrungen nach dem ersten Workshop auszutauschen und gemeinsam Lösungsansätze für aufgetretene Probleme zu entwickeln. Dabei profitieren die Teilnehmergruppen von der Vielfalt der beruflichen Hintergründe in den Fortbildungen – jeder, der in Schule, Kita oder Hort mit Kindern arbeitet, kann sich anmelden.

In den Fortbildungen werden weniger die naturwissenschaftlichen Grundlagen thematisiert, da man sich entsprechendes Wissen leicht selbst aneignen kann. Vielmehr lernen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer, angemessen auf Fragen der Kinder einzugehen und sie Schritt für Schritt bei ihrer Weiterforschung zu begleiten. Dabei muss betont werden, dass in der ersten Fortbildung nur der Grundstein für eine entsprechende Haltung gelegt werden kann. Aus diesem Grund bietet die Stiftung nach den verpflichtenden ersten Fortbildungen „Forschen mit Wasser“ und „Forschen mit Luft“ vielfältige Aufbauworkshops (z. B. zum Thema „Magnete“, „Mathematik“, „Akustik“, ...) an. Die jeweiligen fachlichen Schwerpunkte orientieren sich an den Bildungsplänen der Länder, zusätzlich wird in jeder Fortbildung ein pädagogisches Begleitthema vertieft (z. B. Inklusion, Elternarbeit, ...). Die Reflexion der pädagogischen Haltung zieht sich wie ein roter Faden durch alle Fortbildungen. Aus diesem Grund sind die Angebote des „Hauses der kleinen Forscher“ auch besonders gut als Fortbildungskonzept für den MINT-Bereich geeignet. Die gewonnenen Erkenntnisse lassen sich außerdem problemlos mit anderen naturwissenschaftlichen Angeboten kombinieren.

Die Fortbildungen sollen unter anderem auch einen angemessenen Umgang mit „Warum?“-Fragen vermitteln und den pädagogischen Fach- und Lehrkräften die Sicherheit geben, auf Phänomene einzugehen, die ihnen selbst zunächst unbekannt sind. In einer der Fortbildungen führte eine Teilnehmerin der Gruppe einen Versuch vor, bei dem ein leeres Glas vor ein Stück Papier gestellt wird, auf das ein Pfeil (von links nach rechts) gezeichnet ist. Füllt man Wasser in das Glas, zeigt der Pfeil plötzlich in die andere Richtung. Natürlich wurde sofort die „Warum?“-Frage gestellt, woraufhin wild spekuliert wurde und niemand eine zufriedenstellende Antwort liefern konnte. Mit Hilfe eines umfangreichen Materialbuffets konnten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sich schrittweise eine Erklärung erarbeiten, indem immer ein Parameter verändert wurde. Zunächst wurde das Material verändert (Plastik statt Glas), dann die Form des Behälters (Flasche, Beutel mit Wasser). Erst als der Beutel mit Wasser etwas bewegt und (zufällig) in eine etwas rechteckigere Form gebracht wurde, änderte der Pfeil wieder die Richtung. Die Teilnehmer-

gruppen hatten die Erfahrung gemacht, dass man durch gezieltes Ausprobieren und Verändern von Parametern einer zufriedenstellenden Erkenntnis immer näher kommen konnte, ohne dabei im Vorfeld eine Antwort auf die „Warum?“-Frage gewusst zu haben.

Zurück zu den Seifenblasen: Alina und ihre Mitschülerinnen haben in ihrer Forschungsstunde systematisch verschiedene Möglichkeiten ausprobiert, Seifenblasen einzufärben. Zunächst wurde die Seifenblasenlösung mit Lebensmittelfarbe versetzt, was aber keine Auswirkungen auf die Farbe der Seifenblasen hatte. Dann wurde versucht, die Seifenblasen mit Filzstiften anzumalen. Dabei platzten zunächst fast alle Seifenblasen, bis die Kinder die Entdeckung machten, dass die Filzstiftfarbe sich an den gemeinsamen Wänden der Seifenblasen sammelte, aber nicht auf der Oberfläche der Seifenblasen verblieb. Ein Kind konnte zunächst begeistert berichten, dass es die Seifenblasen mit einem Stift anmalen konnte. Ein Vergleich der verschiedenen Blumentopfuntersetzer zeigte, dass bei diesem Kind

fast nur noch Schaum übrig war, während bei den anderen Kinder vorwiegend große Seifenblasen zu sehen waren. Mit einer Lupe konnte man erkennen, dass die Filzstiftfarbe auch beim Schaum nicht die kompletten kleinen Seifenblasen einfärbte, sondern sich ebenfalls an den Kontaktflächen der Seifenblasen sammelte. Am Ende der Stunde hatten die Kinder eine für sich völlig befriedigende Antwort auf ihre Frage gefunden, dabei vielfältige Kompetenzen trainiert und erstes Wissen über naturwissenschaftliche Phänomene und Zusammenhänge erlangt.

Für die nächste Stunde haben sich die Kinder die Frage gestellt, ob Seifenblasen auch viereckig sein können.

Sie haben Interesse am Angebot des „Hauses der kleinen Forscher“?

Kontakt:

Dr. Bettina Schmidt

bettina.schmidt@haus-der-kleinen-forscher.de

www.haus-der-kleinen-forscher.de

www.kleine-forscher-hamburg.de

Abb. von oben: pädagogische Fachkraft in einem Workshop, in dem alles selbst ausprobiert werden kann und soll – hier beim Forschen mit Magneten. Foto: Stiftung Haus der kleinen Forscher. Zwei Kinder, die über Technik und Bauen forschen (sie bauen ein Papierhaus). Foto: Steffen Weigelt/Stiftung Haus der kleinen Forscher



8.2 Konstantins Erbe – „von der Bruchbude zum Passivhaus“

Katrin Winkler

„Sein Wunsch: Kümmere dich in den nächsten 50 Jahren um das Haus, erhalte seinen Wert und Sorge dafür, dass das Haus „klimafreundlich“ wird. Für die Sanierungsmaßnahmen vererbt er dir weiteres Geld. Aber Achtung: Es geschieht auch Unvorhergesehenes ...“

In der energetischen Sanierung von Häusern liegt ein riesiges Potenzial zur Reduzierung von CO₂-Emissionen und zur Schonung des Geldbeutels von Hausbesitzern und Mietern, denn die ständig steigenden Kosten für Öl/Gas und andere Primärenergien treiben die Bewirtschaftungskosten nach oben. Wie man mit geeigneten Mitteln saniert und modernisiert, wie sich das auf die Kosten auswirkt und wie das Klima damit geschont wird, kann man spielerisch mit dem Simulationsspiel „Von der Bruchbude zum Passivhaus“ erfahren.

Das Spiel wurde im Rahmen der Projektarbeit von SchulBaustelle Klima entwickelt. Ein Projekt der Handwerkskammer Hamburg, das das Themenfeld Bauen und Klimaschutz für Hamburger Schulen mit zahlreichen Unterrichtsvorschlägen aufbereitet hat.

Die Spielidee:

Ein geerbtes Haus und geerbtes Geldvermögen verpflichtet die Spieler zum Erhalt des Vermögens über einen Zeitraum von 50 Jahren. Die Lage des Hauses und das Erbe sind attraktiv genug für junge Leute, das Erbe anzunehmen und sich der Herausforderung zu stellen, es energetisch zu sanieren und so zu modernisieren, dass ein komfortables Wohnen erreichbar erscheint. Ziel ist der Erhalt des Hauses und ein Auskommen mit dem Geldvermögen, das Erreichen einer zeitgemäßen Bausubstanz und Ausstattung und der Klimaschutz durch Vermeidung bzw. Reduzierung des CO₂-Ausstoßes.

Das Spiel verläuft über 5 Runden und simuliert pro Runde einen Zeitraum von 10 Jahren. Es können bis zu zwei Sanierungs- und/oder Modernisierungsvarianten je Runde gewählt werden. Außerdem bringen Ereigniskarten überraschende Elemente und es können zusätzliche Konsumausgaben getätigt werden.

Alle Entscheidungen werden sowohl an Modellhäusern symbolisiert als auch auf Spielplänen protokolliert.

Der Spielleiter gibt die Sanierungs- und Modernisierungsaufträge sowie Konsumententscheidungen in ein internetbasiertes Berechnungsprogramm ein, das die Maßnahmen im Hinblick auf Hauswerterhalt, Betriebskosten, Geldvermögen und Klimapunkte errechnet. Klimapunkte werden für CO₂-einsparende Maßnahmen vergeben.

Anhand von Diagrammen, die über Beamer angezeigt werden können, kann der Spielleiter den Spielern nach jeder Runde die erreichten Werte im Vergleich zur Vorrunde aufzeigen, die wiederum Ausgangsbasis für die nächste Runde sind.

Energetische Zusammenhänge versucht das Simulationsspiel am Beispiel eines typischen Siedlungshauses (Baujahr 1910) zu verdeutlichen, welches in den letzten Jahrzehnten keine Sanierung erfahren hat. Auch wenn dieser Typ eines weitgehend unsanierten Hauses stark rückläufig ist (meist sind zumindest die Fenster durch Doppelverglasung ausgetauscht) befindet sich im Häuserbestand Deutschlands noch ein hoher Anteil unzureichend gedämmter Gebäude und es lassen sich an diesem Typ die Auswirkungen einer Sanierung bzw. die Energieverbräuche und finanziellen Auswirkungen eines Fortbestehens im unsanierten Zustand deutlicher aufzeigen.

Dass in einem Simulationsspiel die Komplexität diverser Bauformen und Sanierungsmöglichkeiten nicht vollumfänglich abgebildet werden kann und Reduzierungen vorgenommen werden müssen, sollte nicht als Mangel angesehen werden, sondern bietet die Chance, Sanierungsmaßnahmen berechenbar, vergleichbar und nachvollziehbar zu machen.

Das Rechenmodell des Spiels versucht die Auswirkungen von Sanierungsmaßnahmen mög-

lichst realitätsnah abzubilden und beruht weitgehend auf den in der EnEV 2009 veröffentlichten Berechnungsverfahren.

Bei dem Simulationsspiel handelt es sich um ein Online-Berechnungsprogramm und zusätzliche haptische Spielmaterialien. Für die Nutzung des Spiels ist eine Registrierung erforderlich. Bitte melden Sie sich über die Website <http://www.schulbaustelleklima.de/materialien/simulations-spiel.html/> zum Spiel an. Sie erhalten Ihren persönlichen Zugangscode und können Ihre persönlichen Spielstände speichern.

Das Spiel kann mit bis zu 35 Spielern (exklusive Spielleiter) durchgeführt werden. Dabei wird mit max. sieben Gruppen von max. fünf Gruppenmitgliedern gespielt (kleinere Gruppen sind geeigneter, da sie optimaler miteinander diskutieren können). Der Spielleiter benötigt als Einziger einen Computer mit Internetzugang. Ein Beamer zur Projektion der Spielstände ist ebenfalls Voraussetzung.

Die neben dem Online-Berechnungsprogramm erforderlichen Spielmaterialien können entweder komplett als Spielekoffer bei der Handwerkskammer Hamburg ausgeliehen werden oder auch mit Hilfe von Druckvorlagen und Bauanleitun-

gen selbst hergestellt werden. Im Spielmenü des Online-Spiels finden Sie unter dem Menüpunkt „Nützliches“ alle Druckvorlagen.

Mit dem Spiel werden die Schüler und Schülerinnen für das Thema CO₂-Reduktion durch energetische Sanierung sensibilisiert. Sie erfahren, wie man Gebäudehüllen dämmt und lernen unterschiedliche Heizungssysteme kennen. Für die Spielentscheidungen müssen sie viele Aspekte wie Materialqualität, Ökobilanz und Preise abwägen, diskutieren und ihre Präferenzen festlegen. Es kommen zahlreiche Fachbegriffe und Phänomene vor, die zunächst nicht geklärt werden müssen, aber sehr geeignete Anknüpfungspunkte für eine vertiefende Weiterbearbeitung bieten.

Die Agentur SchulBaustelle Klima 2.0 bietet nicht nur Lehrerfortbildungen für die Nutzung des Spiels an, sondern kann viele weitere Möglichkeiten aufzeigen, wie aus (Schul)Baustellen Lernorte werden können.

Kontakt:

Agentur SchulBaustelle Klima 2.0
Holstenwall 12, 20355 Hamburg
040 359 05 242
schulbaustelle@hwk-hamburg.de
www.agenturschulbaustelleklima.de



Abb. (von links): Dein Onkel vererbt dir sein 1910 gebautes Haus im angesagten Stadtteil Hamburg-Klimabüttel. Schülerinnen und Schüler lösen das Problem. Fotos: SchulBaustelle Klima

9. Anregungen für den Unterricht

9.1 Experimente mit dem Sonnenlicht

Joachim Reinhardt

*Ubi sol, ibi vita
Wo Sonne ist, ist Leben.*

*„Wenn dein Schatten 16 Fuß lang ist, dann, geliebte Berenike,
erwarte ich dich hinter dem großen Stein am Olivenhain.“*

So mag sich ein verliebter Jüngling zur Zeit der Antike in Griechenland zum Stelldichein verabredet haben. [L-1, S. 10] Hier übernimmt der eigene Körper die Funktion eines „Gnomons“; dieser ist ein „Erkenner“ oder „Beurteiler“ der Zeit. Der Gnomon gehört zu den ältesten und einfachsten astronomischen Beobachtungsinstrumenten und war sicherlich hilfreich, sofern man sich nicht – wie wir heute – minutengenau verabreden will. Die Beziehung zwischen Schattenlänge und Tageszeit war schon in vorgriechischer Zeit bekannt: Die Ägypter benutzten um 1500 v. C. einfache Sonnenuhren aus einem senkrecht stehenden Brett als Schattenwerfer. Statt des Brettes konnte auch der eigene Körper durch seinen Schattenwurf auf die Zeit hinweisen. Da die Fußlänge zur Körperlänge etwa im Verhältnis 1:7 steht, ist die Zeitbestimmung durch Schattenwurf am Menschen unabhängig von dessen Körperlänge; denn war jemand größer, so wurde sein längerer Schatten mit seinem entsprechend längeren Fuß gemessen. {Projektaufgabe P-1}

Heutzutage, im funkgesteuerten Uhrenzeitalter, werden im Sport die Rangfolgen nach Tausendstel einer Sekunde vergeben, können Wissenschaftler die Kurzlebigkeit einiger instabiler Teilchen auf ein Billionenstel von einer Millionstel Sekunde (10^{-15} s) genau bestimmen, und sogar die Schwankungen der Erddrehung nach einem sehr starken Erdbeben oder Tsunami können mit heutigen Uhren nachgewiesen werden. Wozu brauchen wir da noch Sonnenuhren, deren Anzeigen – die wahre Ortszeit (WOZ) – verglichen mit unserer Armbanduhr i. d. R. erhebliche Differenzen aufweisen? Doch schaut man in Görlitz am 26. oder 27. Dezember auf das Zifferblatt einer Sonnenuhr, so stellt man eine erstaunliche Übereinstimmung der WOZ mit der mitteleuropäischen Winterzeit (MEZ) fest. Das Thema „Sonnenuhren“ regt daher zu vielen Fragen an:

- Welche Zeiten werden durch Sonnenuhren, welche durch unsere amtlichen Ansagen gemessen?
- Was steckt hinter den Schwankungen der Sonnenuhranzeigen?
- Wann geht die Sonnenuhr gegenüber der amtlichen Zeit vor, wann nach und um wie viele Minuten oder gar Stunden?
- Wie muss eine Sonnenuhr aufgestellt werden, damit sie funktioniert? Welches Zifferblatt passt zu einem vorgegeben Standort?
- Wie baut man Sonnenuhren mit möglichst wenig Aufwand, aus deren Gang durch leicht korrigierbare Rechnung sich die amtliche Zeit (MEZ oder MESZ [mitteleuropäische Sommerzeit]) ermitteln lässt?

Wer sich diesen Fragen stellt, wird zu wesentlichen Erkenntnissen über die Schattenbildung bei ausgedehnten Lichtquellen (Sonne) geleitet, zu einem tieferen Verständnis des unregelmäßigen Laufes der Erde um die Sonne und der Neigung der Erdbahnebene gegenüber dem Himmelsäquator (sog. Schiefe der Ekliptik) gelangen, und nicht zuletzt wird er mit Erstaunen die kulturhistorische Bedeutung desjenigen Aspektes von ZEIT wertschätzen lernen, der sich als das Dahinfließende messbar erschließt. Aber zunächst wird durch den Bau einer Sonnenuhr das handwerkliche Geschick herausgefordert und durch Freude an der Ästhetik des Gerätes belohnt. Überdies wird durch die bloße Betrachtung der Wanderung des Schattens (Abb.: Bild 1) eine elementare Erfahrung von der Ordnung und Gesetzmäßigkeit im Verhalten der Natur gewonnen und eine Ahnung herausgebildet, sich im Geschehen der Natur aufgehoben fühlen zu dürfen.

Die Zeitbestimmung und die Aufstellung von Kalendern ist seit dem Altertum eine Domäne der Astronomie. Die unterschiedliche Tiefe der Fragen an das Phänomen der Zeit und des Aspektes ihrer Messbarkeit und an den Bau von unterschiedlich präzisen Sonnenuhren lässt das Thema für alle Klassenstufen zu einer anspruchsvollen Herausforderung werden. Bau und Eichung einer einfachen historischen Ellensonnenuhr aus Ägypten {P-2}, Bau und Eichung eines vertikalen Gnomons {P-3}, allerlei Anregungen zu Bastelvor schlägen für Sonnenuhren {P-4}, Konstruktion und Bau einer Äquatorialuhr {P-5}, Bau einer ‚Lebenden‘ Sonnenuhr {P-6} und Gedanken über das Phänomen Zeit, über dessen messbare und nicht messbare Dimension {P-7} sind mögliche Aufgabenfelder, in denen das Bemühen nachvollzogen werden kann, den Zeitablauf einzuteilen und die im Laufe der Jahrhunderte immer genauer erkannten Schwankungen des scheinbaren Sonnenlaufs zu erfassen. Baut man z. B. unterschiedliche Sonnenuhrentypen, so bietet sich ein lehrreicher Vergleich dieser Zeitweiser.

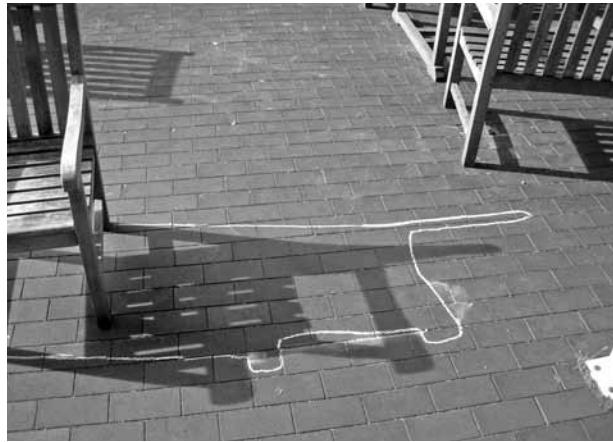


Abb. Bild1: Betrachtung der Wanderung eines Schattens.
Foto: Joachim Reinhardt

Exkurs in die astronomischen Grundlagen

„Wer den Schatten berechnen will, muss die Sonne bemessen.“ [L-2]

Eine Sonnenuhr macht die zweifache Bewegung unseres Planeten sichtbar: die tägliche Drehung um die eigene Achse (Rotation) sowie die jährliche Sonnenumkreisung (Revolution), die auf einer ellipsenförmigen Bahn erfolgt, auf deren Ebene die Rotationsachse nicht senkrecht steht. Die tägliche Bewegung des Zeigerschattens um den Fußpunkt des Schattenstabes bildet die Erdrotation ab; dies geschieht bei einer vertikalen, nach Süden ausgerichteten Uhr gegenläufig zum Sonnenlauf, nämlich von West nach Ost, also im Drehsinn der Erde.

Während die Sonne auf der Ekliptik (Linie der Finsternisse), ihrer scheinbaren jährlichen Bahn, umläuft, ändert sich kontinuierlich ihr Abstand (Deklination) zum Himmelsäquator. Die Erdrevolution wird daher von einem sich Tag für Tag ändernden Muster der Stablänge angezeigt. Diese charakteristischen Schattenbahnen haben Kalenderfunktion, d. h. sie dokumentieren den Wandel der Jahreszeiten. Ein sehr schönes, schon mit Grundschülerinnen und -schülern durchführbares Experiment, durch das die tägliche Wanderung der Sonne und die von Woche zu Woche sich verlagernde Bahn der Sonne mit erstaunlicher Genauigkeit am Fenster des Klassenraums abgebildet wird, schildert Szostak [L-3]. Es kann hier leider nicht weiter darauf eingegangen werden; eine Beschäftigung mit diesem Artikel ist sogar für Grundschüler sehr lohnenswert als Einstieg in das Bewegungsschauspiel, das uns die Sonne vorführt. Ein elementarer Zugang zur Wanderung des Schattens ist in Bild 1 festgehalten, aufgenommen am 23.09.2013 auf der Terrasse des Hofes des Landesinstituts um 10.42 Uhr (Schattenlage mit Kreide markiert) und um 11 Uhr. Ohne den Schülerinnen und Schülern die Uhrzeiten zu verraten, wann im Verlaufe des Tages die Aufnahme gemacht worden ist, werden sie aus der Verkürzung der Schattenlängen auf den Zeitraum Vormittag kommen. Sie werden im Weiteren darüber staunen, dass zwischen Kreide- und Schattenbild nicht einmal 20 Minuten vergangen sind. Ein derartiges Experiment sollte am Anfang stehen, um die elementare Erfahrung der Schattenwanderung bzw. Erdrotation zu machen, von der wir ja sonst nichts merken, obwohl wir uns auf dem 53. Breitengrad immerhin mit einer Geschwindigkeit von ca. 1000 km/h auf einer Kreisbahn bewegend die Fliehkraft nicht wahrnehmen, die uns aus der Bahn werfen könnte.

Unsere MEZ bezieht sich auf den Stand der mittleren Sonne über Görlitz; Görlitz liegt auf dem 15. östlichen Längengrad. Hamburg liegt auf dem 10. östlichen Längengrad, den man ersichtlich an der Messingbandmarkierung auf der neuen Kennedybrücke und im Eingangsbereich von Karstadt-

Mönckebergstraße oder auf dem Winterhuder Marktplatz überschreiten kann. Und daraus entsteht ein erstes Problem beim Abgleich zwischen der MEZ und der Zeitanzeige durch eine in Hamburg aufgestellte Sonnenuhr:

Der Görlitzer Sonnenstand tritt in Hamburg erst zwanzig Minuten später ein

$$(360^\circ \rightarrow 24\text{h}, 15^\circ \rightarrow 1\text{h}, 1^\circ \rightarrow 4\text{min}; 24\text{h} \cdot \frac{60\text{min}}{1\text{h}} \cdot \frac{15^\circ - 10^\circ}{360^\circ} = 20\text{min}).$$

Demnach ergäbe sich die MEZ aus der von der Hamburger Sonnenuhr angezeigten Zeit (HSUZ) durch die folgende einfache Rechnung: $MEZ = HSUZ + 20\text{min}$. Vergleicht man nun die Zeitanzeige einer solchermaßen ortszeitkorrigierten Sonnenuhr mit der normalen Zonenzeit unserer öffentlichen Uhren des täglichen Lebens, so ergibt sich ein weiteres, ungeahnt komplexeres Problem: Denn man stellt fest, dass die ortszeitkorrigierte Hamburger Sonnenuhr abgesehen von vier Tagen im Jahr vor- oder nachgeht, und zwar um bis zu einer Viertelstunde. Wer sich also minutengenau auf die Zeitanzeige einer Sonnenuhr verlassen will, muss den Unterschied (die sog. „Zeitgleichung“, $ZG = WOZ - MOZ$) zwischen der von der Sonnenuhr angezeigten „Wahren Ortszeit“ (WOZ) und der von unseren technischen Uhren angezeigten „Mittleren Ortszeit“ (MOZ) einer fiktiven, ganz gleichmäßig längs des Himmelsäquators laufenden Sonne kennen. Ursache für den Unterschied zwischen wahrer und mittlerer Ortszeit ist einerseits die Tatsache, dass sich die Sonne längs ihrer Bahn nicht gleichförmig bewegt (2. keplersches Gesetz: Im sonnennahen Bahnpunkt, dem Perihel, bewegt sich die Sonne schneller als im sonnenfernen Punkt, dem Aphel, ihrer Bahn), andererseits die Tatsache, dass die Ekliptik gegen den Äquator um einen Winkel von $23,4^\circ$ geneigt ist.

Den allgemeinen Zusammenhang zwischen MEZ, MOZ und der von unseren Sonnenuhren angegebenen WOZ für einen Ort der geografischen Länge λ erlaubt bei Kenntnis des Datums, d. h. der Zeitgleichung, nun aus der an der Sonnenuhr abgelesenen Zeit (WOZ) auf die MEZ oder im Sommer auf die MESZ zu schließen:

$$MESZ = MEZ + 1\text{h}$$

$$MOZ = WOZ - ZG$$

$$MEZ = MOZ + 60\text{min} - \lambda \cdot \frac{4\text{min}}{1^\circ} = WOZ + 60\text{min} - \lambda \cdot \frac{4\text{min}}{1^\circ} - ZG$$

Dies sei an einem Beispiel erläutert:

Ort: Hamburg \rightarrow geografische Länge; $\lambda = 10^\circ$
 Datum: 17. November $\rightarrow ZG = 15\text{min}$, d. h. die Sonnenuhr geht gegenüber der mittleren fiktiven Sonne 15 min vor (siehe Abb. Tabelle 1 am Ende des Artikels oder Abb. Bild 9); aus der auf der Sonnenuhr abgelesenen $WOZ = 12\text{h}00\text{min}$ ergibt sich für die mitteleuropäische Zeit: $MEZ = 12\text{h}00\text{min} + 60\text{min} - 40\text{min} - 15\text{min} = 12\text{h}05\text{min}$. Der Unterschied zwischen der WOZ und der MEZ oder MESZ kann aber deutlich mehr als 5min betragen; z. B. beträgt im Sommer am 17. Juli der Wert der $ZG = WOZ - MOZ = -6\text{min}$, ist also negativ, d. h. die Sonnenuhr geht gegenüber der mittleren fiktiven Sonne 6 min nach; aus der $WOZ = 12\text{h}00\text{min}$ ergibt sich dann als Zeitpunkt der mitteleuropäischen Sommerzeit: $MESZ = 12\text{h}00\text{min} + 60\text{min} - 40\text{min} - (-6\text{min}) + 1\text{h} = 13\text{h}26\text{min}$.

Gegenüber der WOZ der Sonnenuhr besteht also der beträchtliche Unterschied von 1h26min.

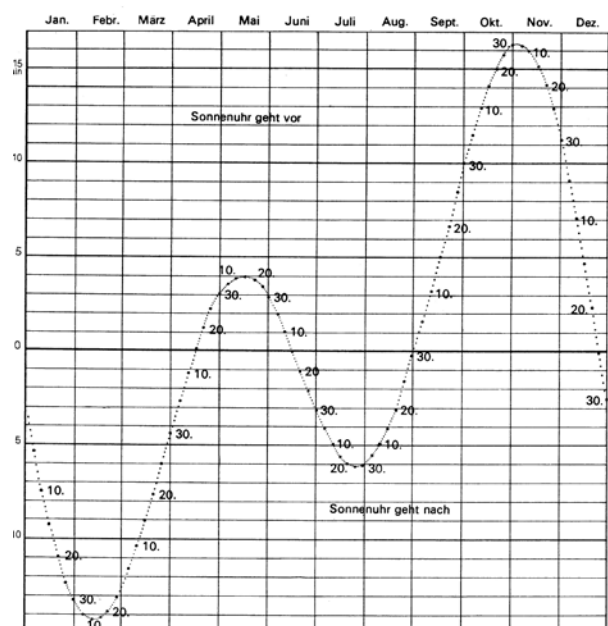


Abb. Bild 9: Graph der Zeitgleichungsfunktion aus Lindner, K., *Astronomie selbst erlebt*, Aulis Verlag, 1977, S. 73

Aus diesen Erfahrungen mag man die folgenden Sprüche klopfen und im Fundament der Sonnenuhr eingravieren:

„Die Sonnenuhr geht immer richtig, die Räderuhr nimmt man zu wichtig.“
 „Sie geht nicht vor, sie geht nicht nach, geht immer richtig Tag für Tag.“

Und schließlich:

„Die Pünktlichkeit der Sonnenuhr wird garantiert durch Korrektur.“
 „Unpraktisch ist die ‚Wahre Zeit‘, drum sei zur Korrektur bereit.“

(Tabelle 1 am Ende des Artikels) Arnold Zenkert beschreibt, wie man sich aus Kopiervorlagen eine Drehscheibe basteln kann, mithilfe der sich mit hinreichender Genauigkeit aus der WOZ-Anzeige einer auf dem Meridian der geografischen Länge λ aufgestellten Sonnenuhr die MEZ ablesen lässt (L-18).

Projektaufgaben

Projektaufgabe 1

Finde heraus, wie hoch (wie viel Grad) die Sonne über dem Horizont stand, als sich Berenike zum Stelldichein einfinden sollte. (Klasse 5–9: durch genaues Zeichnen und Winkelmessung; ab Klasse 10: mittels TR, Tangens-Funktion)

Untersuche, ob die Beziehung zwischen Fuß- und Körperlänge der Menschen aus dem antiken Griechenland auch für uns Mitteleuropäer des 21. Jahrhunderts gilt. Überlege dir dazu ein sinnvolles Vorgehen, um zu einer tragfähigen Aussage zu gelangen.

Ermittle das Verhältnis v aus Körperlänge K zu Fußlänge F für die Schülerinnen und Schüler deiner Klasse.

Bestimme den Höhenwinkel h der Sonne über dem Horizont, wenn die Schattenlänge n Fußlängen beträgt. (Klasse 5–9 durch Zeichnung, ab Klasse 10 über die Tangens-Funktion) und trage die Werte in die Tabelle ein. **Zur Kontrolle:** Stimmen Schattenlänge und Körperlänge überein, so ist $h = 45^\circ$.

Schattenlänge n Fuß	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
Höhenwinkel h												

Abb. Tabelle 1

Projektaufgabe 2: Baue eine ägyptische Ellensonnenuhr

Als Grundplatte verwende ein Brett der Breite (ca.) 50 cm und der Länge L , die etwa dreimal so groß ist wie die Höhe H des Brettes, das Du als Schattenwerfer senkrecht auf der Grundplatte befestigst.

Um dieses einfache Gerät möglichst in vielfältiger Weise nutzbar zu machen, kannst Du drei Skalen auf dem Grundbrett anbringen:

1. Eine lineare Entfernungsskala mit Millimeterunterteilung, beginnend mit der Null-Marke beim schattenwerfenden Brett.
2. Eine Höhenwinkel-Skala: Um die Ellensonnenuhr zur Höhenmessung des Sonnenstandes einsetzen zu können, kannst Du Dir noch eine Winkelskala neben der Entfernungsskala anbringen. Dazu gehst Du folgendermaßen vor: Steht die Sonne in der (Winkel-)Höhe h über dem Horizont, so erzeugt das schattenwerfende Brett der Höhe H eine Schattenlänge S ,

die Du mit Hilfe der Beziehung bestimmen kannst: $\frac{S}{H} = \frac{1}{\tan(h)}$.

Ergänze mit Hilfe Deines Taschenrechners die folgende Tabelle:

Sonnenhöhe h	10°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
S / H				1,73								

Abb. Tabelle 2

Steht die Sonne unter dem Winkel von 30° über dem Horizont, so wirft das Brett einen Schatten, dessen Länge 1,73-mal so lang ist wie das schattenwerfende Brett hoch ist.

Ist Dein Brett z. B. 30 cm hoch, so beträgt die Schattenlänge $S = 1,73 \cdot 30 \text{ cm} = 51,9 \text{ cm}$.

Du schreibst dann in Höhe der Marke 51,9 cm die Gradzahl 30°. Verfahre mit den anderen Winkeln ebenso.

3. Eine Zeit-Skala: Sie dient dem eigentlichen Zweck des Gerätes, das ja die Funktion einer Uhr haben soll. Die Ellensonnenuhr muss nun geeicht werden, damit sie Dir auch von Nutzen sein wird. Der Tagbogen der Sonne ändert sich im Laufe eines Jahres, denn die Sonne schraubt sich vom kürzesten Tag des Jahres (21. Dezember, Wendepunkt des Steinbocks) bis zum längsten Tag des Jahres (21. Juni, Wendepunkt des Krebses) allmählich auf immer höher liegende Bahnen. Daher müsste eigentlich für jeden Tag eine Eichung vorgenommen werden. Es reicht aber, die Eichung an einigen ausgewählten Tagen des Jahres vorzunehmen, z. B. am 21. Dezember, 21. März (Frühlingsäquinoktium), 21. Juni und 23. September (Herbstäquinoktium) und gegebenenfalls auch am 15. April und 01. September (dann stimmen nämlich die WOZ und die MOZ überein).

Bei der Eichung gehst Du am besten folgendermaßen vor: Du stellst das Grundbrett horizontal auf, richtest die Sonnenuhr in Richtung zur Sonne und markierst auf einem Pappstreifen, den Du bündig am schattenwerfenden Brett anlegst, den Rand des Schattens und schreibst die Uhrzeit dazu. Dieses wiederholst Du im Abstand von 30 Minuten, besser noch im Abstand von 20 oder 15 Minuten. Der Pappstreifen wird so zu einer Uhrzeitskala; trifft der Schatten auf eine der Uhrzeitmarkierungen, so weißt Du, wie spät es an diesem Tag des Jahres ist. Liegt die Schattengrenze zwischen zwei Uhrzeitmarken, so kannst Du den Zeitpunkt umso genauer abschätzen, je engmaschiger Du die Eichung vorgenommen hast.

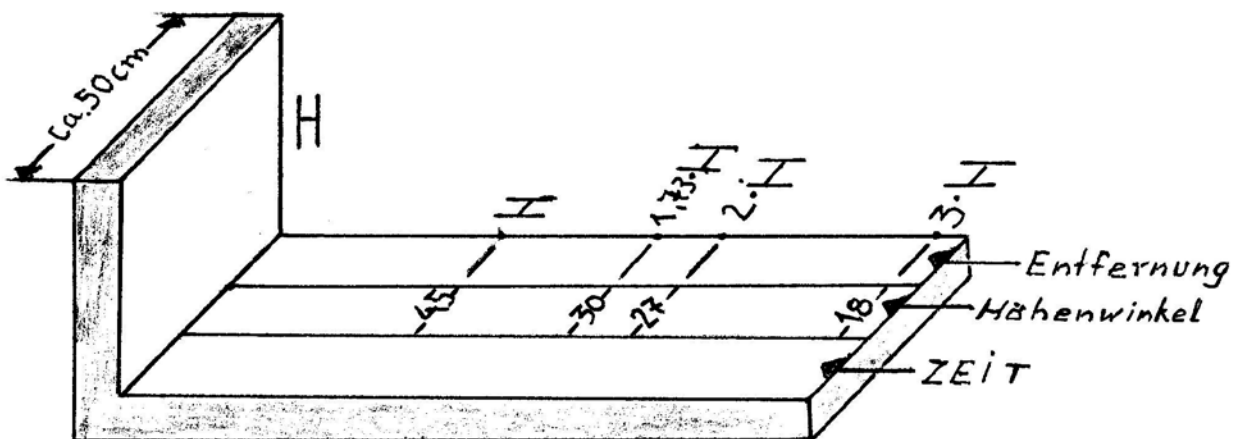


Abb. Bild 2 Ägyptische Sonnenuhr. Zeichnung Joachim Reinhardt

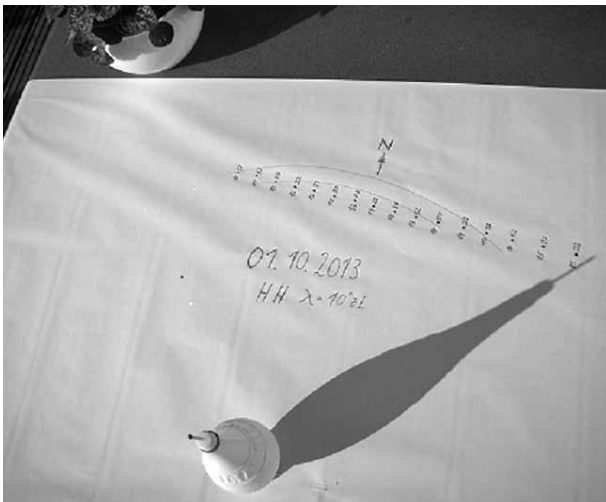


Abb. Bild 3: Zitronenflasche SIZILIA mit aufgestecktem Zündholz als vertikaler Gnomon; viertelstündige Aufnahmen am 01.10.2013 von 11.37 bis 15.22 Uhr. Foto: Joachim Reinhardt

Projektaufgabe 3: Baue einen schattenwerfenden vertikalen Gnomon.

Verwende dazu Gegenstände, die Du im Haushalt findest. Der Schattenwerfer sollte ca. 20 cm bis 30 cm hoch sein, am oberen Ende ca. 1 mm bis 2 mm dick. Stelle den Schattenwerfer auf eine horizontale Unterlage (Rollprobe mit einer Kugel), die Du mit einer weißen Papierunterlage zur Dokumentation von Schattenrichtung und Schattenlänge bedeckt hast.

Markiere den Standort Deines Schattenwerfers, zeichne um diesen eine Schar von konzentrischen Kreisen; der größte sollte etwa dreimal so groß sein wie Dein Gnomon hoch ist. Was Du nun noch benötigt ist eine minutengenaue Uhr,

einen spitzen Stift, viel Geduld und einen zuverlässigen Helfer, der Dich während der drei bis fünf Stunden dauernden Messung ablöst.

Zeichne alle 15 Minuten die Lage der Spitze des Schattens auf das Papier und schreibe den Beobachtungszeitpunkt daneben. Während der Messung dürfen weder der Tisch, auf dem Deine Versuchsanordnung steht, noch der Gnomon bewegt werden, denn Du willst ja die Bewegung der Sonne über das Vorrücken des Schattens beobachten. Führe etwa gleich viele Messungen vor wie nach dem Sonnenhöchststand durch. Notiere auf dem Papier auch das Datum des Beobachtungstages.

Wiederhole das Experiment 4 bis 6 Wochen später und vergleiche beide Messreihen miteinander.

Überlege Dir, wie Du aus Deinen Messungen den Sonnenhöchststand und damit den Kulminationszeitpunkt bestimmen kannst. Die Schattenrichtung zum Zeitpunkt des Sonnenhöchststandes gibt Dir zugleich die Süd-Nord-Richtung an. Kontrolliere Dein Ergebnis mit der Anzeige durch einen Kompass. Wenn Du Dich später dann tiefer in das Problem der Zeitmessung vertieft haben wirst, kannst Du die Beziehung zwischen der von dem Gnomon angezeigten wahren Ortszeit zum Kulminationszeitpunkt ($WOZ = 12 \text{ h}$), der amtlichen Zeitansage (MEZ oder MESZ) und der Zeitgleichung (ZG) überprüfen.

Projektaufgabe 4: Hinweise auf Bastelvorschläge für eine eigene Sonnenuhr

Wenn zunächst keine Möglichkeit besteht, auf dem Schulgelände eine Sonnenuhr aufzustellen oder an der Fassade des Schulgebäudes anzubringen (dafür muss die Genehmigung des Bezirksamtes eingeholt werden!), dann kannst Du mit wenig Aufwand an Material und etwas Fingerfertigkeit Sonnenuhren im Kleinformat herstellen. Anregungen findest Du dazu in Schulbüchern (z. B. L-7, L-13), in der Literatur (z. B. L-8) oder im Internet (z. B. auf der Seite der Sternwarte Recklinghausen, L-25 bis L-29). Du kannst auch Deine Lehrer nach den Hinweisen und Erläuterungen zum Rahmenplan „Natur und Technik“ für die Hauptschule, Klasse 5–9 fragen; im Abschnitt 6 (Themenbereich Astronomie) beschreiben Uwe Wolter, Klaus Huber und Reinhard Brandt eine **Hand-Sonnenuhr**:

„Du kannst Deine Hände als einfache Sonnenuhr benutzen. Dabei musst Du aber einige Dinge beachten. Wenn Du die Zeit vormittags bestimmen möchtest, musst Du die linke Hand mit der Handfläche nach oben und die rechte Hand mit der Handfläche nach unten halten. Die Finger müssen dabei genau nach Westen zeigen. Nachmittags hältst Du die linke Hand mit der Handfläche nach unten und die rechte Hand mit der Handfläche nach oben, zeige aber mit den Fingern nach Osten.“

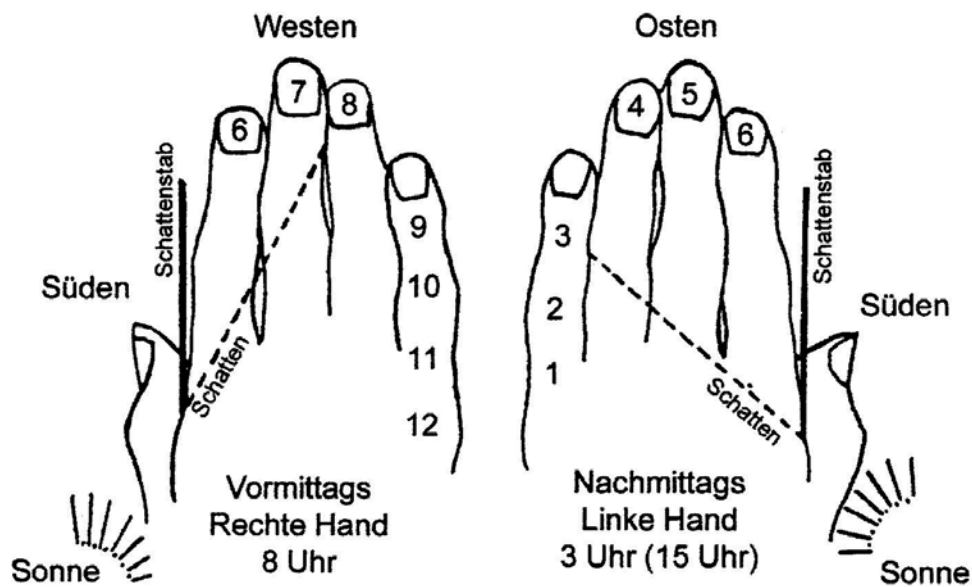


Abb. Bild 4: Hand-Sonnenuhr. Zeichnung Joachim Reinhardt

Klemme einen Bleistift zwischen Daumen und Zeigefinger ein. Das Ende des Bleistifts sollte schräg nach Norden zeigen, ungefähr mit einem Winkel von 45° . Verschiebe den Bleistift so, dass sein Schatten gerade bis zu den Fingerspitzen reicht. Jeder Finger, auf dem der Schatten endet, zeigt dabei eine volle Stunde an. Nur der kleine Finger bildet eine Ausnahme; er zeigt mehr als eine Stunde an. Welche Stunden das sind, kannst Du in Bild 4 erkennen. Ob Deine Hand-Sonnenuhr tatsächlich funktioniert, kannst Du im Freien ausprobieren. Nimm einen Bleistift und eine ‚richtige‘ Armbanduhr mit!“

Projektaufgabe 5: Bau einer Äquatorial-Sonnenuhr

Senkrechte Säulen, Obelisken oder der eigene Körper einer aufrecht stehenden Person werfen Schatten, die über Jahrhunderte als Maß für die Tageszeit verwendet wurden. Man war mit der Genauigkeit solcher Zeitweiser lange Zeit zufrieden. Bild 5: Äquatoriale Sonnenuhr in Pflanzen un Blumen; sie hat den Nachteil, dass um die Zeit der Tag-und-Nacht-Gleiche, wenn die Sonne im (oder nahe des) Äquator(s) umläuft, der südliche Teil des Stundenbogens den Stab beschattet, so dass dieser selbst keinen Schatten werfen kann.

Vergleicht man die vielerorts in öffentlichen Anlagen oder Parks aufgestellten oder an Fassaden von Kirchen oder von öffentlichen Gebäuden angebrachten Sonnenuhren, so wird ein gemein-

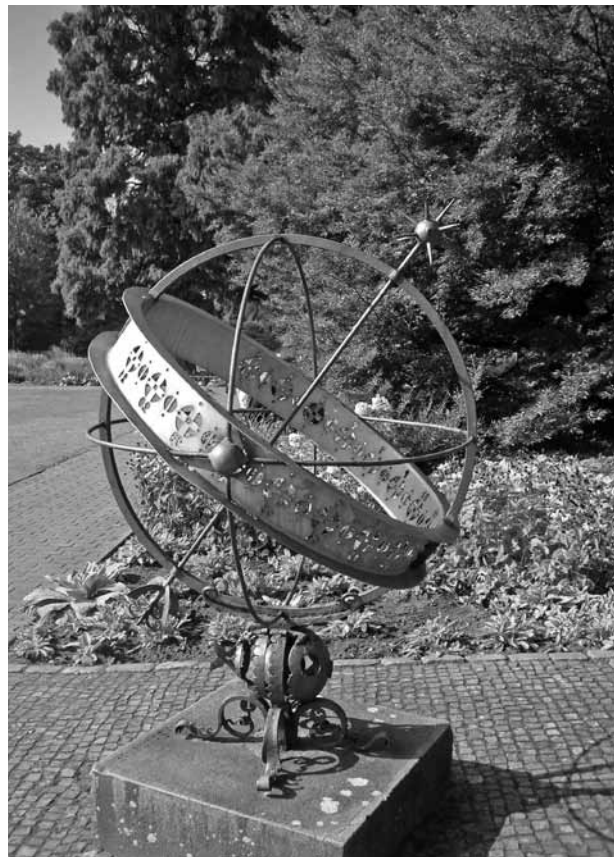


Abb. Bild 5: Äquatoriale Sonnenuhr in Pflanzen un Blumen; sie hat den Nachteil, dass um die Zeit der Tag-und-Nacht-Gleiche, wenn die Sonne im (oder nahe des) Äquator(s) umläuft, der südliche Teil des Stundenbogens den Stab beschattet, so dass dieser selbst keinen Schatten werfen kann. Foto: Joachim Reinhardt

sames Merkmal all dieser Sonnenuhren auffallen: Der Schattenstab steht nicht mehr lotrecht, sondern ist nach Norden ausgerichtet und gegen die Horizontale um einen festen Winkel geneigt, der ebenso groß wie die geografische Breite des Aufstellungsortes ist. Dies hat zur Folge, dass der Schattenstab parallel zur Rotationsachse der Erde ausgerichtet ist. Dass die Zeitmessung durch diesen Trick erheblich verbessert werden kann, war sicherlich seinerzeit eine sensationelle Entdeckung, denn nun konnte das Zifferblatt, das senkrecht zum Schattenstab ausgerichtet wird und damit parallel zur Ebene des (Himmels-)Äquators liegt, in 24 gleich große Stundenabschnitte gegliedert werden. Der Bau einer solchen sog. Äquatorial-Sonnenuhr ist wegen der notwendigen Ausrichtung deutlich schwieriger als der Aufbau der vertikalen Uhren, aber sicherlich lohnt der Aufwand, da die Zeitmessung erheblich verbessert wird.

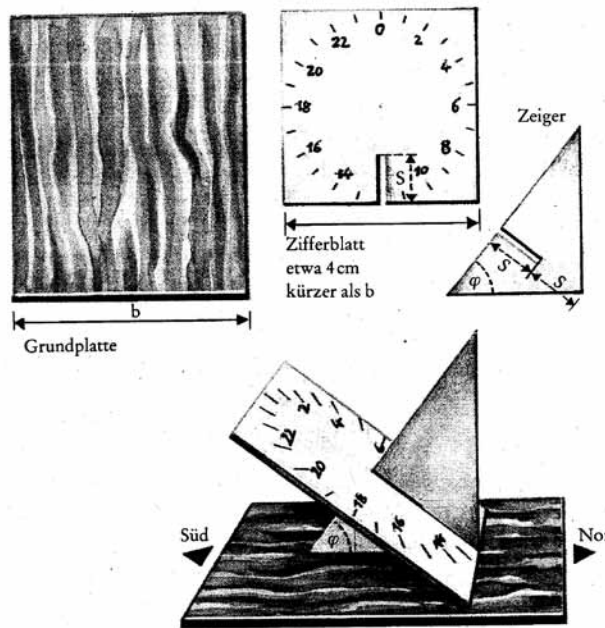


Abb. Bild 6: Bauteile der Äquatorial-Sonnenuhr. Zeichnung aus Lindner, K.: *Astrofürher*, Aulis Verlag 1986

Auf dem quadratischen Grundbrett der Breite b (z. B. 50 cm, nicht kleiner als 20 cm) wird das Zeigerdreieck senkrecht montiert, das seinen Schatten auf das quadratische Zifferblattbrett werfen soll; das Zifferblattbrett wird über die Einschnitte S in das Zeigerdreieck gesteckt. Die Länge S des Einschnittes ist halb so groß zu wählen wie die Höhe auf der Hypotenuse des Zeigerdreiecks. So ist gewährleistet, dass das Zifferblatt die Grundplatte berührt. Zur Stabilisierung der Anordnung empfehlen sich weitere Maßnahmen. Die Hypotenuse des Zeigerdreiecks durchdringt das Zifferblatt im Mittelpunkt des Stundenkreises, der in 24 gleich große Abschnitte zu je 15° unterteilt zur Zeitmessung dient. (Der Stundenlinienwinkel auf diesem Zifferblatt stimmt mit dem jeweiligen Stundenwinkel der Sonne überein.) An dem Einschnitt befindet sich die 12-Uhr-Markierung, ihr gegenüber die 0-Uhr-Markierung; die einzelnen Stunden-Markierungen werden im Uhrzeigersinn aufgetragen, da der Schatten bei Nord-Süd-Ausrichtung des Grundbrettes im Laufe des Tages im Uhrzeigersinn über das Zifferblatt wandert. Auf die genaue Einhaltung des Winkelmaßes φ für die geografische Breite und eine möglichst präzise Ausrichtung des Grundbrettes in Nord-Süd-Richtung kommt es sehr wohl an, alle anderen Maße sind frei wählbar.

Maßbeispiel: $S = 100$ mm; der Durchmesser des Stundenkreises beträgt dann 400 mm.

Die geografische Breite von Hamburg kann dem Atlas entnommen werden oder sogar stadtteilgenau dem Internet (z. B. www.deine-berge.de/Rechner/Koordinaten/Hamburg/); die Längen der Katheten des Zeigerdreiecks können von Schülerinnen und Schülern ab Klasse 10 errechnet, von jüngeren Schülern durch zeichnerische Konstruktion ermittelt werden.

Für $\varphi = 53,55^\circ$ ergibt sich für die Länge der Ankathete des Winkels φ ein Wert von 248,6 mm \approx 249 mm, die Gegenkathete muss 336,6 mm \approx 337 mm lang gewählt werden.

Die Breite b der Grundplatte sollte etwas größer als die Kantenlänge des Zifferblattes gewählt werden, damit dieses nicht übersteht. Es reichen 20 bis 30 mm auf jeder Seite.

Die Oberseite des Zifferblattes wird nur ein halbes Jahr lang, nämlich von Frühlingsanfang bis zum Herbstanfang von der dann nördlich des Äquators stehenden Sonne getroffen. Dies ist ein Nachteil, der sich leicht beheben lässt, indem man die Unterseite entsprechend beschriftet, doch das Ablesen dort ist eher mühsam.

Besser ist es, das Zeigerdreiecksbrett durch eine schattenwerfende Stange zu ersetzen, die um den Winkel φ gegen die Horizontale geneigt nach Norden ausgerichtet werden muss. Aus einem Brett wird ein Vollkreis ausgeschnitten und dann in zwei deckungsgleiche Teile zerlegt, die über Abstandshalter miteinander verschraubt eine Anordnung mit ausgesägtem Halbkreis ergeben. Dieses Doppelbrett

wird später in der Äquatorebene montiert. Auf die halbkreisförmige Schnittkante kann dann ein entsprechend breites Metallband mit der Stundenwinkelmarkierung montiert werden. Ältere Schülerinnen und Schüler werden konstruktive Ideen entwickeln, Schattenstab und Brett mit dem Stundenwinkelband stabil zu lagern. Für die Projektarbeit, in der sich Schülerinnen und Schüler mit dem Bau einer solchen Sonnenuhr befassen, seien noch die folgenden Anmerkungen gemacht:

Genauigkeit von Sonnenuhren

Die Sonne ist eine ausgedehnte Lichtquelle; sie erscheint uns, wie übrigens auch der Mond – abgesehen von jahreszeitlichen Schwankungen – unter einem Winkel von ca. $0,53^\circ$ (32 Bogenminuten). Dies hat zur Folge, dass sich hinter einem Schattenstab mit dem Durchmesser D ein Kernschatten bildet, der von Halbschattenzonen umgeben ist.

Der Kernschatten reicht nur bis zur Entfernung $E \approx \frac{D}{\tan 0,53^\circ} \approx 108 \cdot D$ hinter dem Stab.

Der Radius des Halbkreises, auf dem das Stundenwinkelband aufliegt, sollte daher deutlich kleiner als das Einhundertachtfache des Stabdurchmessers sein, um noch ein scharfes Bild zu gewährleisten, und umgekehrt ist es nicht ratsam, einen sehr dünnen Draht ($D = 1 \text{ mm}$) als Schattenwerfer zu verwenden, da erstens dessen Kernschatten noch schmaler als 1 mm wäre und sein Kernschattenbild in weniger als $10,8 \text{ cm}$ Entfernung aufgefangen werden müsste. Es macht durchaus Sinn, mit den Schülerinnen und Schülern diese Überlegungen zum Schattenwurf genauer zu durchdenken und zu analysieren; das Thema geometrische Optik ab Klasse 7 vermittelt dazu die Grundlagen. In diesem Zusammenhang ist auch der Hinweis erhellend, dass es keine Mondfinsternisse gäbe, wenn unser Erdtrabant die Erde in einer Entfernung umkreisen würde, die mehr als 108-mal so groß ist wie der Erddurchmesser. In Wirklichkeit umkreist der Mond in höchstens 32-mal so großer Entfernung wie der Erddurchmesser die Erde.

Soll der Schatten in der Entfernung R aufgefangen werden, befindet sich also das Stundenwinkelband auf einem Halbkreis mit dem Radius R , so beträgt der Durchmesser K des Kernschattenbildes $K = D - R/108$. Diese Beziehung sollten Schülerinnen und Schüler mit den Mathematikkenntnissen der Mittelstufe [Strahlensätze] herleiten können.

Interessant wird die Wanderung des Schattens dann, wenn man die Maße der Sonnenuhr so einrichtet, dass der Schatten der Breite K sich in einer Minute um seine eigene Breite auf dem Stundenwinkelband weiterbewegt. Denn dann würde die Sonnenuhr intern überdies noch die Möglichkeit bieten, Zeitdauern von Minuten abzumessen, egal wie spät es am Tag ist oder ob die Anzeige durch die Zeitgleichung korrigiert ist. Den Radius R so zu berechnen, dass diese Bedingung erfüllt ist, stellt eine reizvolle Aufgabe für die Schülerinnen und Schüler dar.

Sie können auch die Geschwindigkeit ermitteln, mit der sich der Schatten auf dem Stundenwinkelband bewegt. Beispiel: Gibt man den Stabdurchmesser mit $D = 10 \text{ mm}$ vor, so müsste $R = 734 \text{ mm}$ gewählt werden; der Schattendurchmesser auf dem Stundenwinkelband beträgt dann $K = 3,2 \text{ mm}$; immer dann, wenn der Schatten sich um $3,2 \text{ mm}$ weiterbewegt hat, ist eine Minute vergangen. Wenn man diesen Vorgang auf dem Schattenband beobachtet, sieht man förmlich die Zeit „verstreichen“.

Hinweise für den Bau einer Südfassaden-Sonnenuhr

Soll eine Sonnenuhr eine nach Süden gewandte Hauswand schmücken, so gehe man etwa so vor: Der Stab wird verstellbar in einer Halterung gelagert und das Lot durch den Befestigungspunkt an der Wand gezogen. Mit einem aus Pappe geschnittenen Winkel, der an der Wandseite den Winkel $90^\circ - \varphi$ hat, wird der Stab so eingerichtet, dass einerseits sein Winkel gegen das Lot $90^\circ - \varphi$ beträgt und andererseits der Stab bei der Kulmination der wahren Sonne den Schatten genau auf das Lot wirft. Damit ist erreicht, dass der Stab genau zum (Himmels-)Pol zeigt. Die Stundenlinien der vertikalen Süduhr liegen symmetrisch zur 12-h-Linie, die senkrecht unter dem Schattenwerfer nach unten führt. Sie

schließen mit ihr jeweils einen Winkel α ein, den man mit Hilfe der Gleichung: $\tan \alpha = \cos \varphi \cdot \tan(15^\circ - t)$ bestimmen kann; φ bedeutet hier wieder die geografische Breite des Aufstellungsortes und t ist die Zeit vor bzw. nach 12 Uhr, gezählt in Stunden. Will man z.B. den Winkel zwischen der 12-h-Linie und der 10-h- (bzw. 14-h-)Linie für eine Südfassaden-Sonnenuhr in Hamburg ($\varphi = 53,55^\circ$) bestimmen, so hat man für t den Wert 2 zu setzen;

$$\tan \alpha = \cos 53,55^\circ \cdot \tan(15 \cdot 2) = 0,343 \Rightarrow \alpha = 18,9^\circ$$

Dieser Winkel weicht also deutlich ab von den 30° für die 10-h- bzw. 14-h-Stundenlinien auf der Skala der äquatorialen Uhr (Tabelle 2 am Ende des Artikels).

Hinweise für den Bau einer Sonnenuhr mit Polstab und horizontalem Zifferblatt:

Der schatten-werfende Stab wird wieder in Nord-Südrichtung ausgerichtet, dann um den Winkel der geografischen Breite gegen die Horizontale geneigt und im gemeinsamen Schnittpunkt A aller Stundenlinien des Zifferblattes angebracht. Die Berechnung der Stundenwinkel erfolgt hier ähnlich wie bei der Südfassaden-Sonnenuhr, nur dass der $\cos \varphi$ durch den $\sin \varphi$ ersetzt werden muss:

$\tan \alpha = \sin \varphi \cdot \tan(15^\circ - t)$, (Tabelle 2 am Ende des Artikels). Nach diesem Gesetz sind auch die Stundenfindlinge der Sonnenuhr in Briest gesetzt (Bild 8).

Projektaufgabe 6: Der Kreativität sind keine Grenzen gesetzt: Der Polstab bist Du.

Umbra docet (Der Schatten lehrt)

Sogar Sonnenzeitanzeiger ohne Polstab oder ohne Schattenstab sind faszinierend; aber wie funktioniert eine solche Sonnenuhr? Im Innenhof des Deutschen Museums in München ist eine Bodensonnenuhr im Pflaster eingelassen. Der Besucher selbst wirkt dabei als Zeiger. Stellt er sich auf eine bestimmte (Monats-)Markierung, fällt sein Schatten auf die gerade gültige Stundenmarkierung mitteleuropäischer Zeit (bei Sommerzeit muss eine Stunde addiert werden). Erbaut wurde diese Uhr 1992. Eine solche analemmatische Sonnenuhr ist zum Nachbau sehr zu empfehlen (L-16). Bauanleitung und Darstellung der Grundlagen solcher oder ähnlicher „Lebenden Sonnenuhren“ sind detailliert beschrieben in L-14 bis L-17.

Interessant ist es, eine Bodensonnenuhr anzulegen, bei der die Schülerinnen und Schüler sich nicht auf das Datum (Sonnendeklination), sondern sich entsprechend ihrer Körpergröße vor dem Fußpunkt des fehlenden Schattenstabes aufstellen: Die Skala für die Körpergröße K muss entlang der 12-h-Stundenlinie angebracht werden und lässt sich nach dem einfachen Gesetz

$$e = \frac{K}{\tan \varphi} \text{ ermitteln (Tabelle 3 am Ende des Artikels);}$$

die Entfernung e gibt dabei den Abstand zwischen dem Schnittpunkt F aller Stundenlinien (da, wo ein Schattenstab eingesetzt würde) und den Fersen der Schatten werfenden Person an. φ ist wieder die geografische Breite. Die Stundenlinie, auf die der Schatten des Kopfes der Person fällt, gibt dann die wahre Ortszeit an, denn – angenommen, der Schattenstab wäre vorhanden – so könnten sich die Personen nach Definition der e -Skala darunter stellen und sie würden mit ihrem Kopf den Stab gerade berühren. Die Stundenwinkel α ergeben sich wie bei der Sonnenuhr mit Polstab und horizontalem Zifferblatt aus der Beziehung $\tan \alpha = \sin \varphi \cdot \tan(15 \cdot t)$, die uns schon aus dem Bau einer Sonnenuhr mit Polstab und horizontalem Zifferblatt bekannt ist (Tabelle 2 am Ende des Artikels).

Seinen eigenen Körper als Schattenwerfer einzusetzen und auf dem horizontalen Zifferblatt die wahre Ortszeit ablesen zu können, stellt eine Fortentwicklung der aus Haushaltsmitteln gebastelten Zeitanzeiger {P-2} dar.

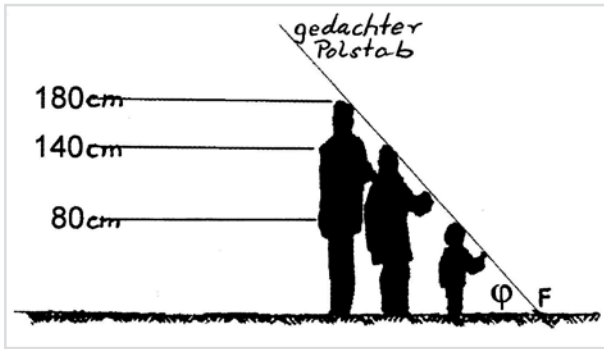


Abb. Bild 7a: Lebende Sonnenuhr. Aufstellung längs des gedachten Polstabes. Zeichnung Joachim Reinhardt

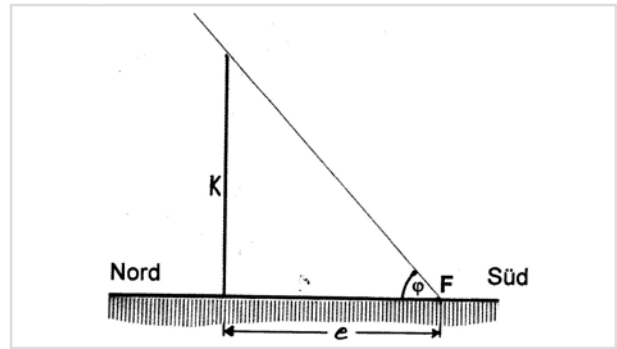


Abb. Bild 7b: Polstabuhr ohne Polstab. Zur Berechnung des Aufstellungsortes. Zeichnung Joachim Reinhardt



Abb. Bild 7c: Lebende Sonnenuhr. Foto aus *Astronomie + Raumfahrt im Unterricht*, 45 (2008) 3-4

Dies bereitet aller Erfahrung nach Schülerinnen und Schülern, aber auch Erwachsenen Spaß und trägt dazu bei, sich auf unterhaltsame und spielerische Weise zu betätigen, nachdem man bei Planung, Konstruktion und Bau sehr viel gelernt hat.

Nicht nur bloßes Dekor – Gedanken über die Zeit, Sinnsprüche und Weisheiten

Über die vornehmliche Aufgabe, durch Schattenwurf die Zeit anzuzeigen, erfüllten von alters her die Sonnenuhren mit ihren Sinnsprüchen, Sentenzen und Volkswahrheiten die Aufgabe, zu den Menschen zu sprechen. Aus diesen sprachlichen Denkmälern erfahren wir Vieles über die Denk- und Vorstellungswelt der Vorfahren.

Auf den mittelalterlichen Sonnenuhren wurden die Sprüche in der Regel in lateinischer Sprache abgefasst. Manche haben einen Bezug zur Messung der Zeit wie zum Beispiel

„Horas non numero nisi serenas“
(wörtlich: „Die Stunden zähle ich nicht, wenn sie nicht heiter sind.“),

der als „Mach es wie die Sonnenuhr, zähl die heit’ren Stunden nur.“ einer der heute meist vorkommenden Sonnenuhrsprüche ist. Andere Sprüche thematisieren sehr allgemeine Betrachtungen über Zeit und Leben, wie beispielsweise: „Tempus fugit“ („Die Zeit flieht.“) oder „Vita in motu“ („Das Leben ist in Bewegung.“).

Gott schuf die Zeit, der Mensch die Eile. (afrikanisches Sprichwort)
Nur wer für den Augenblick lebt, lebt für die Zukunft. (H. v. Kleist)
Wer die Zeit verdrängt, den verdrängt die Zeit.
Die Zeit verschwind’ t, eh man’s besinnt.

<i>Hora fugit ne tardes</i>	<i>Die Stunde flieht, verspäte dich nicht</i>
<i>Uter non rediura</i>	<i>Nütze die Stunde, sie kommt nicht wieder</i>
<i>Serius est quam cogitas</i>	<i>Es ist später als Du denkst</i>
<i>Tempus breve</i>	<i>Die Zeit ist kurz</i>
<i>Vivere memento</i>	<i>Vergiss nicht zu leben</i>
<i>Sit fausta quae labitur</i>	<i>Die Stunde sei Dir günstig</i>
<i>Mox nox</i>	<i>Bald kommt die Nacht</i>
<i>Nihil sum sine sole</i>	<i>Ohne Sonne bin ich nichts</i>
<i>Tempus breve</i>	<i>Die Zeit ist kurz</i>
<i>Vivere memento</i>	<i>Vergiss nicht zu leben</i>
<i>Sit fausta quae labitur</i>	<i>Die Stunde sei Dir günstig</i>
<i>Utere, non numera</i>	<i>Nütze sie, zähle sie nicht</i>
<i>Sole oriente fugiunt tenebrae</i>	<i>Bei Sonnenaufgang fliehen die Schatten</i>
<i>Lenet hora, celeriter anni</i>	<i>Die Stunde vergeht langsam, die Jahre schnell</i>
<i>Post tenebras spero lucem</i>	<i>Nach der Finsternis erhoffe ich Licht</i>
<i>Carpe diem</i>	<i>Nutze den Tag</i>

Projektaufgabe 7: Gedanken über die Zeit

Sonnenuhrensprüche spiegeln nicht zuletzt die gesellschaftlichen Verhältnisse und das Denken und Handeln der Menschen wider. Es ist daher sicherlich ein aufschlussreiches Projekt, Schülerinnen und Schüler kurze, einprägsame Sinnsprüche entwickeln zu lassen! So entstehen vielleicht klangvolle Wortspiele, in denen die jungen Menschen ihre Erfahrungen mit der Zeitlichkeit und ihre Gedanken über den Wert der Zeit zum Ausdruck bringen. Dies mag besonders aufschlussreich sein, da in unseren Tagen Zeit als zunehmend kostbares Gut empfunden wird, Zeit wird so knapp, dass man viele Tätigkeiten „gleichzeitig“ ausführt, sozusagen zeitlich parallel arbeitet. Dabei mag über Zeit auch mehr als das bloß Messbare angesprochen werden.

Für Oberstufenschülerinnen und -schüler bietet sich ein Exkurs in die Thematik „Zeit und Ewigkeit, Endlichkeit und Unendlichkeit“ an und damit die Möglichkeit, ihren Blick auf die über die durch die Sonnenuhren erzeugte großartige Zeitmesskunst hinausgehenden Aspekte von Zeit zu richten. Denn die Frage, wie wir Zeit erfahren, warum sie mitunter schnell vergeht, dann aber wieder zähflüssig schleicht, immer aber endlich und befristet ist, oder wie wir Menschen Einbrüche der Ewigkeit in die Zeit erkennen durch den Augenblick (Kairos), in dem das Glück verweilt und die ästhetische Erfahrung des Schönen geschieht, oder wie wir immer wieder von der Spannung zwischen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft in unserem Zeiterleben (Chronos) spüren – all dies beschäftigt das Bewusstsein nicht nur oberflächlich.

Augustinus von Hippo hat viele dieser grundlegenden Fragen genauso präzise analysiert, wie er vom Anfang und Ende der Zeit, also von der Schöpfung und von der Vollendung aller Dinge im Reich Gottes, gehaltvoll sprechen konnte. Als Anregung für die Beschäftigung mit diesen Fragen sei auf die Werke von Dirk Evers (L-19), Hans Blumenberg (L-20), Karen Gloy (L-22), Kurt Flasch (L-23) oder Sören Kierkegaard (L-21) verwiesen; letzterer versteht den Menschen als Synthese von Zeit und Ewigkeit. Auch Platons Sichtweise der Ewigkeit als das Seiende und der Zeit als das Nichtseiende, da Entstehende und wieder Vergehende, kann Oberstufenschülerinnen und -schülern zur tieferen Reflexion über den messbaren Aspekt von Zeit hinaus Anregung geben.

Literarische Exkurse sind ebenfalls lohnend: „Eine Woche später saßen Mutter und Tochter wieder am alten Fleck, auch wieder mit ihrer Arbeit beschäftigt. Es war ein wunderschöner Tag; der in einem zierlichen Beet um die Sonnenuhr herumstehende Heliotrop blühte noch, und die leise Brise, die ging, trug den Duft davon zu ihnen herüber.“ So beschreibt Theodor Fontane das Verweilen von Effi Briest mit ihrer Mutter am zentralen Fleck ihres Anwesens. Zum Schluss der Erzählung berichtet Fontane: „Auf dem Rondell hatte sich eine kleine Veränderung vollzogen, die Sonnenuhr war fort, und an der Stelle, wo sie gestanden hatte, lag seit gestern eine weiße Marmorplatte, darauf stand nichts als ‚Effi Briest‘ und darunter ein Kreuz.“ (L-24, S. 30 und S. 332; ferner S. 244, 311, 319). Die Sonnenuhr ist übrigens wieder errichtet worden. Ihr Aufbau gibt Anregungen zum Nachbau.



Abb. Bild 8: Wieder hergestellte horizontale Sonnenuhr mit Polstab auf dem Anwesen Briest bei Tangerhütte in der Altmark; aufgenommen am 10.10.2013, Foto: Joachim Reinhardt

Mögen sich die Schulhof-Sonnenuhren zu einem zentralen Fleck oder Anziehungspunkt und zu einem Ort des Innehaltens für die Schulgemeinde entwickeln, geachtet werden und möglichst lange Bestand haben. So hinterlassen nicht nur die Sonne und der Vollmond am Gnomon ihre Schattenspur, sondern auch die Erbauer der Schulhof-Sonnenuhren dokumentieren die Spuren ihres Fleißes für die nachfolgenden Schülerjahrgänge, die sich an den Geräten erfreuen und der offengebliebenen Fragen annehmen können.

Literatur

- L-1 Zenkert, A.: Faszination Sonnenuhr, 5. Auflage, Verlag Harri Deutsch, Thun und Frankfurt am Main 2005; ISBN 3-8171-1752-3 (für Anfänger, mit Konstruktionsanleitungen und zusätzlich 250 kommentierten Bildern von Sonnenuhren auf CD-Rom); dort auch weitere Literatur
- L-2 Feustel, O.: Die Zeitgleichung als Überlagerung von Sinusfunktionen, *Astronomie + Raumfahrt im Unterricht* 39 (2002) 5, S.19-22
- L-3 Szostak, R.: Erkennen von Naturgesetzmäßigkeiten – Astronomie in der Primarstufe; Ordnung und Gesetzmäßigkeit im Verhalten der Natur als frühe Erfahrung; erschienen in: *Wie Kinder erkennen, Probleme und Perspektiven des Sachunterrichtes*, Bd.1, IPN 1991, Bd.2, IPN 1992
- L-4 Loske, L.: Die Sonnenuhren. Kunstwerke der Zeitmessung und ihre Geheimnisse. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer-Verlag 1959
- L-5 Peitz, A.: Sonnenuhren. Eine Anleitung für Handwerk und Liebhaber. Bd. 2, München: Georg D. W. Callwey 1979
- L-6 Schuhmacher, H.: Eine Anleitung für Handwerk und Liebhaber. Bd. 1, München: Georg D. W. Callwey 1973
- L-7 Erlebnis Physik, RS 1, Schroedel ISBN 978-3-507-77271-2; auf S. 46-47 wird der Bau einer einfachen Sonnenuhr beschrieben.
- L-8 Vornholz, D.: *Astronomie auf Klassenfahrt*, Westermann Schulbuchverlag GmbH, Braunschweig 1992; dort findet sich auch ein Hinweis auf den Arbeitskreis Sonnenuhren in der Gesellschaft für Chronometrie e. V.
- L-9 Schaldach, K.: Die antiken Sonnenuhren Griechenlands, Frankfurt am Main, 2006, ISBN 3-8171-1756-6
- L-10 Schaldach, K.: Römische Sonnenuhren, Frankfurt am Main, 2001, ISBN 3-8171-1649-7
- L-11 Rohr, René R. J.: Die Sonnenuhr. Geschichte, Theorie, Funktion. Callwey, München 1982, ISBN 3-7667-0610-0 (umfassende und bebilderte Darstellung)

- L-12 Mayher, W.: Die astronomische Zeitrechnung der Völker, Boekencentrale J. Couvreur, Den Haag (Ca. 1970)
- L-13 Kopiervorlagen Astronomie, Arbeitsblätter Sekundarstufe I, Verlag PAETEC, ISBN 3-89517-679-6
- L-14 Schultz, A.: Eine Bodensonnenuhr für den Schulhof, Astronomie + Raumfahrt im Unterricht, Heft 3 – 4, 2008
- L-15 Zenkert, A.: Horizontal-Sonnenuhr ohne Schattenstab, Astronomie + Raumfahrt im Unterricht, Heft 4, 2004 und Die „lebende“ Polstab-Sonnenuhr ohne Polstab, Astronomie + Raumfahrt im Unterricht, Heft 3, 2006
- L-16 Zenkert, A.: Die analemmatische Bodensonnenuhr, MNU-Sonderheft Astronomie, Verlag Klaus Seeberger, Neuss, 2009, S. 48-53
- L-17 Zenkert, A.: Eine Polstab-Sonnenuhr ohne Polstab, MNU 47/3, 1994, S. 167-168
- L-18 Zenkert, A.: Umwandlung der wahren Ortszeit in Mitteleuropäische Zeit, Astronomie + Raumfahrt im Unterricht, 41 (2004) 3
- L-19 Evers, D.: Raum – Materie – Zeit. Schöpfungstheologie im Dialog mit naturwissenschaftlicher Kosmologie, 2000, ISBN 978-3-16-147412-5
- L-20 Blumenberg, H.: Lebenszeit und Weltzeit, suhrkamp taschenbuch wissenschaft, Frankfurt am Main, 1986, ISBN 978-3-518-57725-5
- L-21 Kierkegaard, S.: Der Begriff Angst, in: Gesammelte Werke 11/12, 3. Auflage, Gütersloher-Verlags-haus, Gütersloh 1991, Gütersloher Taschenbücher Siebenstern Band 608, ISBN 3-579-00608-8.
- L-22 Gloy, K.: Philosophiegeschichte der Zeit, Fink Wilhelm Verlag, München, 2008, ISBN 978-3-7705-4671-8
- L-23 Flasch, K.: Was ist Zeit?, Augustinus von Hippo, das XI. Buch der Confessiones. Historisch-philosophische Studie, Vittorio Klostermann, Frankfurt am Main, 1993, SBN 3-465-02617-9
- L-24 Fontane, T.: Effi Briest, P. Reclam jun. Stuttgart, Universal-Bibliothek Bd. 6961
- L-25 www.sternwarte-recklinghausen.de/interaktiv/bastelboegen/
- L-26 www.sagen.de/doku/sonnenuhren/sonnenuhren_sprueche.html, Deutsche Gesellschaft für Chronometrie
- L-27 <http://sonnenuhrzeiger.de/bauen.html>
- L-28 www.geo.de/GEOLino/kreativ/basteln/sommerspass-zumselberbauen-453.html
- L-29 www.infraroth.de/sonnenuhr.html; dort findet man hilfreiche Literatur-Links
- L-30 Schuppar, B.: Mathematische Aspekte der Zeitgleichung; MNU 67/3 (April Heft 2014), S.168-176

Anhang

Tabelle 1: Sonnendeklination und Zeitgleichung

Datum	Deklination°	Zeitgleichung min	Datum	Deklination°	Zeitgleichung min
01. Jan.	- 23,05	- 3min32s	01. Juli	+ 23,15	- 3min44s
16. Jan.	- 21,03	- 9min44s	16. Juli	+ 21,45	- 5min58s
01. Feb.	- 17,25	- 13min37s	01. Aug.	+ 18,17	- 6min17s
16. Feb.	- 12,52	- 14min07s	16. Aug.	+ 13,92	- 4min17s
01. März	- 7,80	- 12min26s	01. Sep.	+ 8,48	- 0min09s
16. März	- 1,97	- 8min44s	16. Sep.	+ 2,85	+ 5min04s
21. März	0,00	- 7min16s	23. Sep.	+ 0,15	+ 7min23s
01. Apr.	+ 4,33	- 3min58s	01. Okt.	- 2,97	+ 10min15s
16. Apr.	+ 9,92	+ 0min09s	16. Okt.	- 8,68	+ 14min22s
01. Mai	+ 14,92	+ 2min54s	01. Nov.	- 14,25	+ 16min23s
16. Mai	+ 18,97	+ 3min42s	16. Nov.	- 18,60	+ 15min15s
01. Juni	+ 21,98	+ 2min17s	01. Dez.	- 23,72	+ 11min02s
16. Juni	+ 23,33	- 0min33s	16. Dez.	- 23,28	+ 4min28s
21. Juni	+ 23,43	- 1min38s	21. Dez.	- 23,43	+ 2min00s
			26. Dez.	- 23,38	+ 0min29s

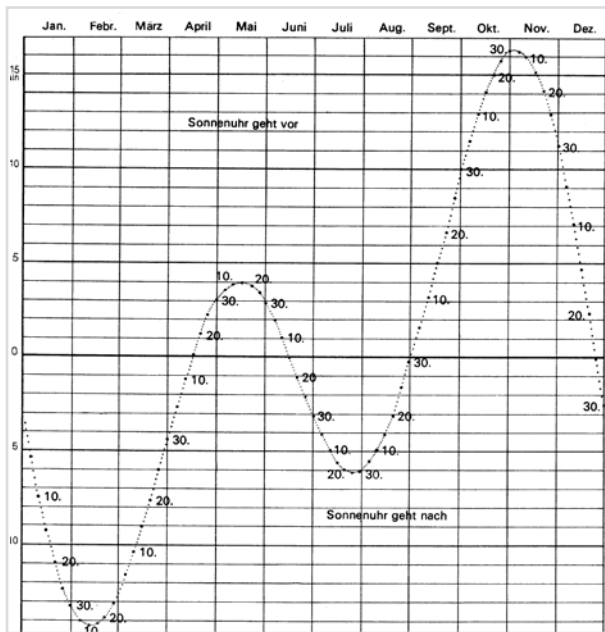


Abb. Bild 9: Graph der Zeitgleichungsfunktion aus Lindner, K., *Astronomie selbst erlebt*, Aulis Verlag, 1977, S. 73

Tabelle 2: Stundenwinkel für vertikale und horizontale Zifferblätter in Hamburg ($\varphi = 53,55^\circ$)

$15^\circ \cdot t$	Uhrzeit WOZ	Winkel α der Stundenlinie auf einem vertikalen Zifferblatt	Winkel α der Stundenlinie auf einem horizontalen Zifferblatt
0°	12.00	0°	0°
15°	11.00 / 13.00	$9,0^\circ$	$12,2^\circ$
30°	10.00 / 14.00	$18,9^\circ$	$24,9^\circ$
45°	09.00 / 15.00	$30,7^\circ$	$38,8^\circ$
60°	08.00 / 16.00	$45,8^\circ$	$54,3^\circ$
75°	07.00 / 17.00	$65,7^\circ$	$71,6^\circ$
90°	06.00 / 18.00	$90,0^\circ$	$90,0^\circ$
105°	05.00 / 19.00	$114,3^\circ$	$108,4^\circ$
120°	04.00 / 20.00	$134,2^\circ$	$125,7^\circ$

Tabelle 3: Aufstellungsentfernung für die lebende Sonnenuhr in Hamburg ($\varphi = 53,55^\circ$)

Körpergröße K in cm	Entfernung e in cm auf 1cm gerundet	Körpergröße K in cm	Entfernung e in cm auf 1cm gerundet
200	148	140	103
190	140	130	96
180	133	120	87
170	126	110	81
160	118	100	74
150	111	90	66

9.2 Rollenspiele in der Astronomie

Die Bewegung von Sonne, Erde, Mond und Tierkreissternbildern im Rollenspiel erlebt ⁽¹⁾

Joachim Reinhardt

Wohl jeder hat schon beobachtet, wie Sonne, Mond und Sterne am Himmel wandern, und als Schülerin und Schüler hat jede bzw. jeder gehört und (auswendig) lernen müssen, wie man sich dieses Geschehen vorzustellen habe. Aber sind diese Phänomene wirklich erlebt und verstanden worden? Welche Vorstellungen machen sich junge Menschen vom Aufbau der Welt, welches ist die tragfähigste oder gar die „richtige“ Vorstellung?

Um uns bei den sphärischen Rotationen und Translationen besser zurechtzufinden, sind Rollenspiele ein hilfreiches Unterfangen. Rollenspiele zu Phänomenen aus den Naturwissenschaften betonen nicht so sehr die intellektuelle Anstrengung, die zum Bilden abstrahierender Begrifflichkeiten und zum Aufspüren von Gesetzmäßigkeiten vonnöten ist; im Vordergrund steht vielmehr das intellektuelle Vergnügen beim Entwickeln von Vorstellungen, die Freude beim Erleben von mehr Durchblick und Noch-mehr-verstehen-Können.

Im Folgenden stelle ich ein Mehr-Personen-Spiel vor, das ich mehrfach in ähnlicher Form mit Schülerinnen und Schülern der Klassen 5 bis 7 eines Gymnasiums erarbeitet habe. In diesem Spiel wird der Bogen vom anthropischen Standpunkt – ich, der Schüler/die Schülerin, stehe im Zentrum – bis zum heliozentrischen Bild und vom Eintagerlebnis bis zum 26.000 Jahre wählenden Platonischen Zyklus gespannt.

Die „Personen“:

Die „Personen“:

- Erde mit Erdbewohner
- Vier Himmelsrichtungen:
Nord, Ost, Süd, West
- Mond
- Sonne
- Zwölf Tierkreiszeichen bzw.
13 Tierkreissternbilder:
- 7 Tiere: Fische, Widder, Stier, Krebs,
Löwe, Skorpion, Steinbock
- 2 Fabelwesen:
Wassermann, Schlangenträger
- 1 Messgerät: Waage
- 3 weitere: Zwillinge, Jungfrau, Schütze
- Frühlings- und Herbstpunkt
- Sprecherin/Sprecher

1. Szene

In der Mitte eines großen Raumes (Aula, Pausenhalle, Schulhof, Spielwiese oder Sportplatz) liegt ein großer Ball, der die Erde darstellt; auf ihm sitzt (und ruht) der Erdbewohner und betrachtet das Geschehen rings um ihn her. Die vier Himmelsrichtungen stellen sich in großem Abstand von ihm, den örtlichen Gegebenheiten entsprechend, auf. Die Sonne wartet im Osten auf ihren Auftritt.

Sprecherin/Sprecher:

Am Anfang war – ja, was war denn?

Nehmen wir einmal an, es war die Erde und irgendwann gab es auch Dich, ein naiv die Phänomene um Dich herum wahrnehmendes fragendes Wesen. Aus der Dunkelheit taucht ein Feuer auf, die Sonne – „ex oriente lux“, wie Du sagst – es macht einen großen Bogen und verschwindet wieder im Okzident.

Und dieses Schauspiel wiederholt sich immer wieder in großer Regelmäßigkeit:

Im Osten geht die Sonne auf, nach Süden nimmt sie ihren Lauf, im Westen sie dann untergeht, im Norden Du sie niemals siehst – von Dir nicht zu manipulieren, eben in eindrucksvoller Regelmäßigkeit und Genauigkeit.

Hier können auch Kinder erste Erfahrungen von Naturgesetzlichkeit machen. Es ist kein Zufall, dass Kinder eine starke Motivation für Fragen und Phänomene der Astronomie hegen, haben sie doch ein Bedürfnis, sich die Welt zu erschließen, nach konstitutiven Elementen dieser Welt zu suchen; der Wechsel von Tag und Nacht, die Wiederkehr der Sonne gehören dazu²: Jeden Morgen geht die Sonne auf.

2. Szene

Die zwölf Tierkreissternbilder (ohne den Schlangenträger) bilden in der bekannten Reihenfolge einen großen Kreis um die Erde und machen die Bewegung der Sonne mit, die von der Erde aus gesehen vor dem Tierkreiszeichen Jungfrau (es ist Anfang Oktober) steht.

Sprecherin/Sprecher:

Kurz nach Sonnenuntergang kannst Du, Erdenwesen, wenn Du der Sonne den Rücken zuwendest, im Osten leuchtende Pünktchen – Sterne – aufgehen sehen, die Du in Deiner Phantasie zu Bildern ordnest; und Du erkennst im Westen, dass gleich nach der Sonne der rötlich-gelbe Antares im Skorpion untergeht (Anfang Oktober: 19.00 Uhr), während Du die Waage oder Spica in der Jungfrau und den Königsstern Regulus im Löwen vergeblich am Abendhimmel suchst. Blickst Du von Ost über Süd nach West, so erkennst Du im Osten aufsteigend Widder, Fische und Wassermann und Richtung Westen absteigend Steinbock und Schütze. Und harrst Du nun aus in der sternklaren Nacht, so erhebt sich im Osten der rotäugige, lang gehörnte Stier, und bald folgen ihm Kastor und Pollux, die Zwillinge, und schließlich der unscheinbare Krebs. Ja, um 3.00 Uhr morgens

siehst Du endlich Regulus im Löwen aufsteigen, doch taucht er gegen 6.00 Uhr in der Morgendämmerung unter, denn der nächste Tag bricht an.

Wir verlassen uns auf die tägliche Wiederkehr der Sonne als einer tragenden Ordnung. In der kommenden Nacht spielt sich das gleiche Schauspiel am Himmel ab – und bald nach seinem Aufgang wird Regulus wieder vom Licht der Sonne überstrahlt.

Allein der Gedanke, die Sonne könne eines Morgens unerwarteter Weise nicht wiedererscheinen, ist furchteinflößend und gleichbedeutend mit dem Verlust der Welt (2).

Den Tierkreissternbild-Akteuren macht es besonders viel Spaß, und es erleichtert auch ihre gegenseitige Orientierung, wenn sie sich mit einer (selbst hergestellten) Sternkarte schmücken können, die z.B. auf die Mythologie der Griechen oder auf die Fabelwesen der Babylonier Bezug nimmt (3).

Ich habe noch nie erlebt, dass sich Kinder, die die Tierkreissternbilder spielen, in einer anderen als der Kreisform um Erde (oder Sonne) scharten. Die Griechen, die den Tierkreis von den Babyloniern übernommen hatten, machten sich Gedanken über das Universum und dessen Gestalt. Hierbei spielten womöglich ästhetische Argumente und Symmetrieargumente eine wichtige Rolle. So beschreibt PLATON das Universum in seinem Buch ‚Timaios‘ folgendermaßen als Lebewesen (4):

Abb.: Sternbilder+Tierkreiszeichen,linear,2001. Grafik: Alsterblick, wikipedia.de

Sternbilder nach IAU							
Jungfrau	Löwe	Krebs	Zwillinge	Stier	Widder	Fische	
16.09.-31.10.	10.08.-16.09.	21.07.-10.08.	21.06.-21.07.	14.05.-21.06.	19.04.-14.05.	12.03.-19.04.	
Tierkreiszeichen	♍	♋	♊	♉	♈	♐	♉
	24.09.	23.08.	23.07.	22.06.	21.05.	21.04.	21.03.
Sternbilder nach IAU (ohne Schlangenträger)							
Fische	Wassermann	Steinbock	Schütze	Skorpion	Waage	Jungfrau	Löwe
12.03.-19.04.	16.02.-12.03.	20.01.-16.02.	18.12.-20.01.	23.11.-18.12.	31.10.-23.11.	16.09.-31.10.	
Tierkreiszeichen	♉	♏	♏	♏	♏	♏	♏
	21.03.	19.02.	21.01.	22.12.	23.11.	24.10.	24.09.

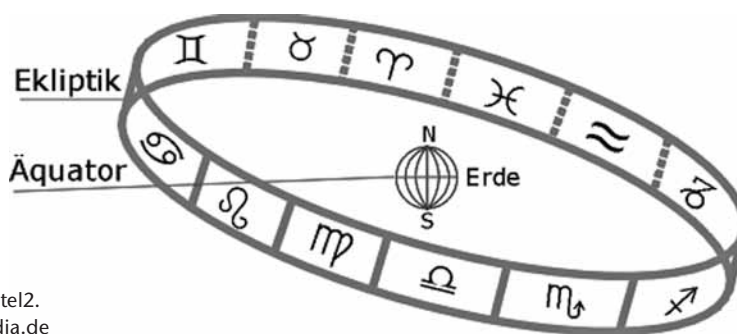


Abb.: Erde, Tierkreis, Gürtel2.
Grafik: Alsterblick, wikipedia.de

„Er gab ihm [dem Kosmos] die passende und seiner Natur entsprechende Gestalt. Für das Wesen, das in sich alle anderen Wesen enthalten soll, ist wohl eine Gestalt passend, die in sich alle denkbaren Gestalten enthält. Deshalb drechselte er sie sich auch kugelförmig, mit gleichen Abständen eines jeden Punktes vom Mittelpunkt und kreisrund, die vollendetste aller Formen, weil er das Ähnliche für tausendmal schöner als das Unähnliche hielt. Aus vielen Gründen wurde sie auf der Außenseite ringsherum glatt geschliffen; der Augen bedurfte sie also nicht, denn nichts Sichtbares war jenseits von ihr übrig, und keiner Ohren, denn es gab auch nichts Hörbares ... Auch Hände, mit denen etwas zu greifen oder irgend jemanden abzuwehren keinerlei Notwendigkeit bestand, glaubte er ihr nicht nutzlos anfügen zu müssen, auch nicht Füße oder überhaupt Gehwerkzeuge ... Indem er sie immer auf dieselbe Weise an demselben Ort und in sich selbst herumdrehte, bewirkte er, dass sie sich unablässig im Kreise drehte ... Da sie in dieser Umdrehung keiner Füße bedurfte, schuf er sie ohne Beine und Füße.“

Kinder wundern sich, dass der sog. Tierkreis nicht nur Tiere enthält. Es gibt nur sieben Tiere, ein Fabelwesen (Wassermann), ein Messgerät, wie wir heute sagen würden, und drei weitere Sternbilder (Zwillinge, Jungfrau und Schütze) im antiken Tierkreis.

Die Kinder haben sich datumstreu – hier Anfang Oktober – angeordnet. Fordern wir doch die Kinder auf, das Geschehen am Himmel während der kommenden Tage und Wochen, statt in einem Lexikon oder Lehrbuch nachzuschlagen, selbst (!) mit eigenen Augen zu verfolgen. Beim Erlernen der Naturphänomene sollte der Gegenstand selbst dominant bleiben. So entdecken die Kinder „die offenbaren Geheimnisse der Natur“ (M. PLANCK).

Für unser Spiel bedeutet dieses, dass sich – wie so häufig – ab der 3. Szene ein Drama anbahnt, weil die Verlässlichkeit der Abläufe am Himmel nur von eingeschränkter Gültigkeit zu sein scheint.

3. Szene

Die Sternbilder bleiben in ihren Positionen, die Erde ebenfalls; die Sonne rückt um zwei Bilder Richtung Skorpion entgegen ihrer täglichen Bewegungsrichtung zurück. Es ist Anfang Dezember. Die Sonne mit dem Skorpion und alle übrigen Sternbilder umkreisen die Erde.

Sprecherin/Sprecher:

Du, Erdenbewohner, suchst nun Antares vergeblich über dem Untergangspunkt der Sonne am Westhorizont. Gegenüber im Osten steht der Widder nun schon viel höher am Himmel als noch vor acht Wochen – ja, der rote Aldebaran, das funkelnde Auge des Stiers, geht gleich nach Sonnenuntergang auf. Regulus erscheint schon vor Mitternacht (23.00 Uhr) und nicht erst um 3.00 Uhr nachts.

In den nächsten Tagen wiederholt sich das Schauspiel.

4. Szene

Die Sternbilder bleiben in ihren Positionen, die Erde ebenfalls; die Sonne rückt um vier Bilder zurück bis zu den Fischen. Es ist nun Anfang April. Die Sonne mit den Fischen und alle übrigen Sternbilder umkreisen die Erde.

Sprecher: Du, Erdenbewohner, beobachtest nun, dass mit der Sonne das Sternbild Fische untergeht und kurz darauf auch das Sternbild Widder, das vor sechs Monaten gleich nach Sonnenuntergang aufging. Und im Osten steigt nun nach

Sonnenuntergang die helle Spica in der Jungfrau über der Horizontlinie auf.

Täglich verlagert sich die Auf- bzw. Untergangszeit der Sternbilder um vier Minuten, da der Sterntag um vier Minuten kürzer als der mittlere Sonnentag ist; das macht in einem Monat zwei Stunden aus und in einem Halbjahr eben zwölf Stunden.

Wie wechselvoll ist doch das Geschehen am Himmel, wenn wir nur lange genug beobachten und vergleichen!

5. Szene

Wir machen einen Zeitsprung von einem halben Jahr; die Sonne bleibt um weitere sechs Bilder zurück (bis zur Jungfrau).

Sprecherin/Sprecher:

Du, aufmerksamer Erdenbewohner, Dir wird nicht entgangen sein, dass diese Konstellation vor langer Zeit schon einmal bestanden hat; und diese Zeitspanne, in der die Sonne einmal durch die stellare Sphäre wandert, nennst Du „Jahr“.

Unsere geduldige, monatelange Beobachtung, bei der wir Sonne und Sterne sozusagen ein Stück ihrer Lebenslinie begleiteten, entreißt der Natur ein Geheimnis, das uns bei einmaligem, flüchtigen Hinsehen verborgen geblieben wäre: Die Sonne ist ein „wandelndes Gestirn“, das offensichtlich über den Tag-Nacht-Wechsel hinaus ein ganzes Jahr gestaltet.

Für die Menschen des Altertums, die Babylonier, die Ägypter und die Griechen, war auf Grund dieser leicht der Beobachtung zugänglichen Phänomene die Sonne – und übrigens auch der Mond – ein Planet, d. h. ein Wandelstern. Der Weg, den sie im Laufe eines Jahres entlanglaufen, wurde Ekliptik genannt, was so viel bedeutet wie ‚Linie des Verschwinden‘ oder ‚Linie der Finsternisse‘, da nur in dieser Gegend des Firmamentes die Sonne bedeckt oder der Mond verfinstert werden kann.

Es ist lehrreich und macht Kindern viel Spaß, die Wanderung des Mondes im Vergleich zur Sonne an dieser Stelle durchzuspielen, sind sie doch bewegungsfreudig genug, um den flinken Mond zu simulieren. Andererseits ist bei der Realbeobachtung nicht so große Ausdauer erforderlich wie bei der Sonne, da der Mond schon innerhalb von vier Wochen die Ekliptik durch-



Abb.: Full Moon. Foto: Luc Viatour, www.Lucnix.be, wikipedia.de

eilt und dabei dauernd seine sichtbare Gestalt auffallend wechselt.

In Mesopotamien war der Tierkreis für den Lauf des Mondes bekannt; dies ist angesichts der gleichzeitigen Beobachtbarkeit von Mond und Hintergrundsternen nicht verwunderlich. Übrigens werden die dunklen Flecken, die man im Antlitz des Vollmondes schon mit bloßem Auge sehen kann, nicht nur als ‚Mann im Mond‘ gedeutet, sondern auch als ein ‚aus dem Gebüsch springender Hase‘. Womöglich geht unser Osterhase auf den Mondhasen zurück, wie auch das Märchen mit dem Swinegel einen astronomischen Hintergrund haben könnte: Der Mond, also der Hase, wandert bereits in 27 Tagen (siderischer Monat) durch den Tierkreis; die Sonne, der Swinegel, kommt dagegen in der gleichen Zeit nur knapp ein Sternzeichen, wie die Babylonier sagen würden, weiter voran. So hat der Mond die Wette verloren, denn obwohl er über den ganzen Himmel gerast ist, findet er die Sonne bereits an Ort und Stelle (nach einem synodischen Monat); denn sie ist ja in der Zwischenzeit nur von ‚Furche zu Furche‘ – von einem Sternzeichen zum nächsten – gewandert.

Wie ist unser bisheriges Spiel angelegt? Offenbar ganz im aristotelisch-ptolemäischen Sinne: Die Erde ruht und alles dreht sich um sie herum, wie es die unmittelbare Anschauung nahelegt.

Doch unsere Schülerinnen und Schüler sind heutzutage über den neuzeitlichen Standpunkt informiert, dass nämlich die Erde sich bewegt und die Sonne ruhe, und dabei beruft man

sich auf das geballte Wissen der Lexika und Autoritäten wie KOPERNIKUS (1473–1543) oder ARISTARCH von Samos (320–250 v. Chr.), der allerdings meistens in diesem Zusammenhang verschwiegen wird.

Kurz: Jedes Kind ‚weiß‘ heute, dass sich die Erde um die Sonne dreht. Man kann es sogar sehen vom Mond aus: Es gibt Filmaufnahmen vom Erdaufgang über dem Mondhorizont (ruht also der Mond?). Doch kurios ist es mit unserem ‚Wissen über die Erde‘ schon; wir spüren die Bewegung auf der kurvigen Bahn um die Sonne nicht; es fehlen jene Wirkungen auf unseren Körper, die das Erlebnis des Kurvenfahrens ausmachen und so prickelnd machen, und wir Erwachsenen und die Kinder haben sogar verlernt, uns drüber zu wundern, dass die typischen Fahrgefühle ausbleiben. Allenfalls die Hühner scheint die Erdrotation noch zu beeindrucken:

„Als sie erfuhren, die Erde sei rund wie ein Ball und kreise mit höchster Geschwindigkeit durchs All, begannen die Hühner, sich Sorgen zu machen und wurden von heftigem Schwindel ergriffen. Sie torkelten wie betrunken über die Wiesen und konnten sich nur auf den Beinen halten, indem sie einander stützten. Das schlaueste Huhn machte den Vorschlag, sich einen ruhigen Platz zu suchen, möglichst quadratisch.“ (5)

Übrigens befinden wir uns mit der geozentrischen Anlage unseres Spiels in guter Gesellschaft. Bereits GEORG CHRISTOPH LICHTENBERG (1742–1799) macht auf die wachsende Diskrepanz zwischen unmittelbarer und theoriegeleiteter Erfahrung aufmerksam: Er schäme sich nicht, „zu glauben, dass die Erde stille steht“. (6) Die Planetisierung der Erde war wahrlich ein gewaltiger Schritt im Bewusstsein der Menschheit; denn er erforderte die Überwindung des ‚Sichtbarkeitspostulates‘. In unserem Spiel ist dieser Schritt allerdings leicht zu vollziehen:

6. Szene

Und KOPERNIKUS zerschneidet das Ptolemäische Band und ließ die Sonne ruhen und die Erde kreisen – zunächst einmal um sich selbst. Der Sonnenakteur ruht nun im Zentrum des Raumes, der Kreis der Tierkreissternbilder bleibt am Rande des Raumes still stehen, während der Erdbewohner seinen Ball, die Erde, nimmt und mobil wird. Die vier Himmelsrichtungen spielen auch nicht

mehr mit, denn dies würde bei der sich drehenden Erde die Akteure überfordern.

Sprecherin/Sprecher:

Du, Wissender unserer Tage, Du drehst Dich einmal täglich um Dich selbst und siehst nach Stunden der Dunkelheit die Sonne aufgehen und nennst die Zeit, während der Du sie siehst, Tagbogen, und die Zeit, während der sie für Dich unsichtbar ist, Nachtbogen.

7. Szene

Die Akteure der Tierkreiszeichen tauschen die Sternbilddarstellungen der Mythographen gegen Sternkarten mit astrophysikalischen Messdaten (7) aus, als Zeichen für den Beginn eines neuen Zeitalters. In den Kreis der antiken zwölf Tierkreiszeichen reiht sich nun das Sternbild des Schlangenträgers zwischen Schütze und Skorpion ein; denn es wird von der Sonne Mitte Dezember durchlaufen.

Sprecherin/Sprecher:

Während die Sonne aus einem Blickfeld verschwindet und unter Deinem Horizont verschwindet, tauchen Sterne am Himmel auf, deren Ordnung zu Sternbildern Du, Kind des 21. Jahrhunderts, nur schwerlich erkennend nachvollziehen kannst; denn der reale Skorpion oder der reale Steinbock in Hagenbecks Tierpark hat kaum Ähnlichkeit mit dem Ziegenfisch der Sumerer. Die Götter und Helden der Satyrn und Zentauren der Griechen und Babylonier sind für uns Aufgeklärte fremde Phantasien. Statt ihrer denken wir uns den Himmel mit so ideenreichen, nicht weniger phantasievollen Konstruktionen menschlichen Intellekts wie Roten Riesen, Weißen Zwergen, Pulsaren, Quasaren und Schwarzen Löchern angefüllt.

8. Szene

Und nun lassen wir frei nach KOPERNIKUS die Erde um die Sonne kreisen. Um dem Erdenbewohner unangenehme Schwindelgefühle zu ersparen, unterbinden wir die tägliche Drehung um die eigene Achse und simulieren immer die Mitternachtssituation – die Sonne befindet sich also immer im Rücken des Erdbewohners. Es ist wieder Anfang Oktober: Die Sonne steht

in der Jungfrau, der Erdbewohner schaut zur gegenüberliegenden Position, den Fischen.

Sprecherin/Sprecher:

Und nun beginnt der Jahreslauf ... Aber Achtung, wie herum wandert die Erde? Erinnern wir uns! Unser ruhender ptolemäischer Freund beobachtete Anfang Dezember, dass Antares im Skorpion zugleich mit der Sonne unterging, der Stier also der Sonne gegenübersteht. Nach einem Vierteljahr stehen um Mitternacht die Zwillinge hoch am Himmel, ein weiteres Vierteljahr darauf, kurz nach Frühlingsanfang, erkennen wir mäßig über dem mitternächtlichen Horizont Spica in der Jungfrau (die Sonne steht nun in den Fischen). Wiederum ein Vierteljahr später, kurz nach Sommerbeginn, schaut der Schütze über den Horizont (die Sonne steht bei den Zwillingen). Und ein weiteres Vierteljahr später haben wir die Ausgangssituation wieder erreicht. Dieses wiederholt sich Jahr für Jahr ...

Wenn wir nicht die Aufzeichnungen früherer Generationen über den Lauf der Sonne entziffern könnten, würden wir gar nicht merken, was sonst noch geschieht – dass ein Jahr nicht wie das nächste ist; denn unsere Erde taumelt wie ein schwerer Kreisel. So tummelte sich zu Zeiten der Griechen vor nunmehr 2500 Jahren die Sonne zur Zeit des Frühlingsanfangs im Sternbild des Widlers, während sie zur Zeit um Christi Geburt zu Frühlingsbeginn die Grenze zu den Fischen überschritt und sich heute nahe an der Grenze zum Wassermann befindet: Der Frühlingspunkt rückt alle 2000 Jahre um etwa ein Sternbild weiter.

Die ersten Christen sollen die Ankunft des Frühlingspunktes in den Fischen als Zeichen für den Beginn eines neuen Zeitalters gewertet haben. Daher mag die besondere Bedeutung des Fisches rühren; andererseits stehen die Buchstaben des griechischen Wortes ‚ichthys‘ (Fisch) für J(esus) Ch(ristos) th(eou. Gottes) y(ios; Sohn) s(oter: Heiland).

Die Wanderung des Frühlingspunktes durch den Tierkreis dauert, gemessen an der Lebenserwartung eines Menschen, der sozusagen eine ‚kosmische Eintagsfliege‘ darstellt, unvorstellbar lange, nämlich fast 26.000 Jahre. Durch den Vergleich des Frühlingshimmels mit etwa einhundert Jahre alten Aufzeichnungen hat seinerzeit HIPPARCH (190–125 v. Chr.) im zweiten vorchristlichen Jahrhundert das Vorrücken des Frühlingspunktes entdeckt – eine bewundernswerte Leistung, die ohne die genauen Beobachtungen und Aufzeichnungen seiner Vorgänger gar nicht möglich gewesen wäre.

Wir simulieren nun den mitternächtlichen Frühlingshimmel zu unterschiedlichen Epochen, betrachten also den sog. Herbstpunkt. Die Akteure für den Frühlings- und Herbstpunkt nehmen entsprechend der jeweiligen Epoche Aufstellung.

Sprecherin/Sprecher:

Du, Erdenbewohner aus der Epoche zwischen 2000 v. Chr. und Christi Geburt, seiest Du nun Babylonier, Sumerer, Chaldäer, Perser, Hellene oder Römer, zu Frühlingsanfang siehst Du am mitternächtlichen Himmel das Sternbild Waage, Zeichen der Gerechtigkeit und der Ausgeglichenheit von Tages- und Nachtlänge bei Frühlingsanfang. Die Sonne befindet sich im Widder (Widder- oder Frühlingspunkt) und nähert sich im Laufe der Jahrhunderte den Fischen. Das Taumeln der Erde hat zur Folge, dass das astrologische Sternzeichen Widder heute im Sternbild Fische liegt, bald sogar im Sternbild Wassermann zu finden sein wird.

Und Du, Erdenbewohner aus der Zeit zwischen 4000 und 2000 v. Chr., Du ägyptischer Pyramidenbauer beispielsweise, freust Du Dich nicht auch über den Beginn des Frühlings? Dieser kündigte sich dadurch an, dass gegen Mitternacht das Sternbild Skorpion kulminierte und die Sonne mit dem Stier auf- und unterging.

Und Du, Vorfahre aus der Zeit um 6000 bis 4000 v. Chr., der Du im ägyptischen Raum schon kupfernes Werkzeug herzustellen verstandest, Du erkanntest an der mitternächtlichen Kulmination des Schützen den Frühjahrsbeginn. Deine ägyptischen Nachfahren schwärmten von Deiner Epoche, die sie Zwillingsepoche nannten, ging doch die Sonne mit den Zwillingen zu Frühjahrsbeginn auf und unter.

Und Du, Vorfahre aus der Zeit von 8000 bis 6000 v. Chr., der Du schon verschiedene Getreidearten zu kultivieren gelernt hattest oder große Städte wie Jericho oder das anatolische Catal Hüyük zu organisieren wusstest, Dein mitternächtlicher Frühlingshimmel wurde vom Ziegenfisch (Steinbock) beherrscht, während die Sonne das Sternbild des Krebses überstrahlte.

Und Du, Kind des 21. nachchristlichen Jahrhunderts, hast Du den mitternächtlichen Frühlingshimmel schon einmal bewusst erlebt?

Nein?

Treffen wir uns doch zu einer mitternächtlichen Wanderung unter dem Frühlingshimmel zusammen mit Deinen Eltern!

Ich hoffe, die Leserinnen und Leser angeregt zu haben, dieses Rollenspiel einmal auszuprobieren und abzuwandeln; z. B. die Sprecherrolle Kindern zu übertragen mit selbst verfasstem Text. Nehmen Sie sich Zeit, frei von dieser Vorlage auch andere Aspekte im Spiel zu thematisieren, z. B. die Jahreszeiten, die Mondphasen, Ebbe und Flutberge, Venus als Abend- und Morgenstern, Mond- und Sonnenfinsternisse. Ihre Schülerinnen und Schüler werden es Ihnen danken.

Anmerkungen zu den Sternbildern des Tierkreises

Jungfrau (15.09.–31.10.)

Das zweitgrößte Sternbild nach der Wasserschlange, in dem die Sonne sich 47 Tage lang aufhält. Die Jungfrau soll ihren Ursprung in der syrischen Fruchtbarkeitsgöttin ARTAGATIS haben. Die Griechen erinnerte dieses Sternbild an die Göttin der Gerechtigkeit, an ATHENA PARTHENOS, die im goldenen Zeitalter lebte und unparteiische Beobachterin des Niedergangs der Menschheit war.

Waage (01.11.–18.11.)

Dieser Teil des Himmels bildete bei den Griechen die Klauen des Skorpions. Die Römer haben im ersten vorchristlichen Jahrhundert die Waage als ein eigenes Sternbild eingeführt, als Zeichen dafür, dass Tag und Nacht gleich lang sind, wenn die Sonne an dieser Stelle des Himmels steht. Im Übrigen soll auch der Mond bei der Gründung Roms an dieser Stelle gestanden haben (!). Heute befindet sich zur herbstlichen Tag- und Nacht-Gleiche die Sonne zwischen Jungfrau und Löwe.

Skorpion (19.11.–18.12.)

„Es gibt eine Stelle, an der der Skorpion sich mit seinem Schwanz und den gekrümmten Scheren über zwei Zeichen des Tierkreises breitet“, erzählt OVID in seinen Metamorphosen. Er erinnert an die alte Version des Skorpions, die erheblich größer war als unsere heutige. Erst die Römer haben im ersten Jahrhundert die Scheren des Skorpions zum Sternbild der Waage gemacht. Skorpion ist das Biest in der griechischen Mythologie, das Orion den Tod brachte, als er zu hochmütig wurde. So liegen Orion und Skorpion am Himmel einander gegenüber, Orion geht auf, wenn Skorpion untergeht. Antares, der Ge-

genmars, fällt durch seine orange-rote Färbung auf, die derjenigen des Planeten Mars ähnelt; er ist ein Überriese, der mehrere hundert Male so groß ist wie die Sonne.

Schütze (19.12.–17.01.)

Der Schütze zielt mit Pfeil und Bogen auf den benachbarten Skorpion. Er ist sumerischer Herkunft und ein typisches ‚Mischwesen‘, ein Zentaur. Die griechischen Mythographen haben dieses Bild übernommen. In dieser Himmelsgegend liegt ein interessanter Teil unserer Milchstraße, Sagittarius A – eine starke Radioquelle, in der das Zentrum der Galaxis liegt.

Steinbock (18.01.–13.02.)

Dieses bizarre Geschöpf mit dem Schwanz eines Fisches und dem Kopf und den Vorderbeinen einer Ziege stammt von den Sumerern und Babyloniern und hieß ursprünglich Ziegenfisch. Die Griechen erkannten hier einen Steinbock, den sie PAN, dem Gott der Schafhirten, widmeten. Der Wendekreis des Steinbocks ist der Breitenkreis, über dem die Sonne zum Zeitpunkt der Wintersonnenwende (22.12.) im Zenit steht. In griechischer Zeit war die Sonne zu diesem Tag im Steinbock, heute befindet sie sich auf Grund der Präzession (Taubelbewegung der Erde) am tiefsten Punkt ihrer Bahn im Schützen.

Wassermann (14.02.–10.03.)

Nach OVID ist der Wassermann ein junger Mann, der ein Gemisch aus Wasser und Nektar, den Göttertrank, aus einem Krug gießt, und dieses fließt in das Maul eines Fisches (Formalhaut – Fischmaul). Die gängige Version besagt, beim Wassermann handele es sich um GANYMED, den schönsten Knaben der Welt. Dies mag ein interessanter Hinweis für die Besetzung im Rollenspiel sein!

Fische (11.03.–18.04.)

Ihr mythologischer Ursprung spielt in der Gegend des Euphrat. Einer Fabel zufolge fiel ein Ei in den Euphrat und wurde von Fischen an Land gerollt. Tauben bebrüteten das Ei, aus dem APHERODITE schlüpfte und die Fische zum Dank an den Himmel versetzte. Beide Fische schwimmen in entgegengesetzter Richtung und sind durch ein Band verbunden, für das es keine einleuchtende Erklärung gibt. Das Sternbild enthält den Punkt, an dem die Sonne alljährlich den

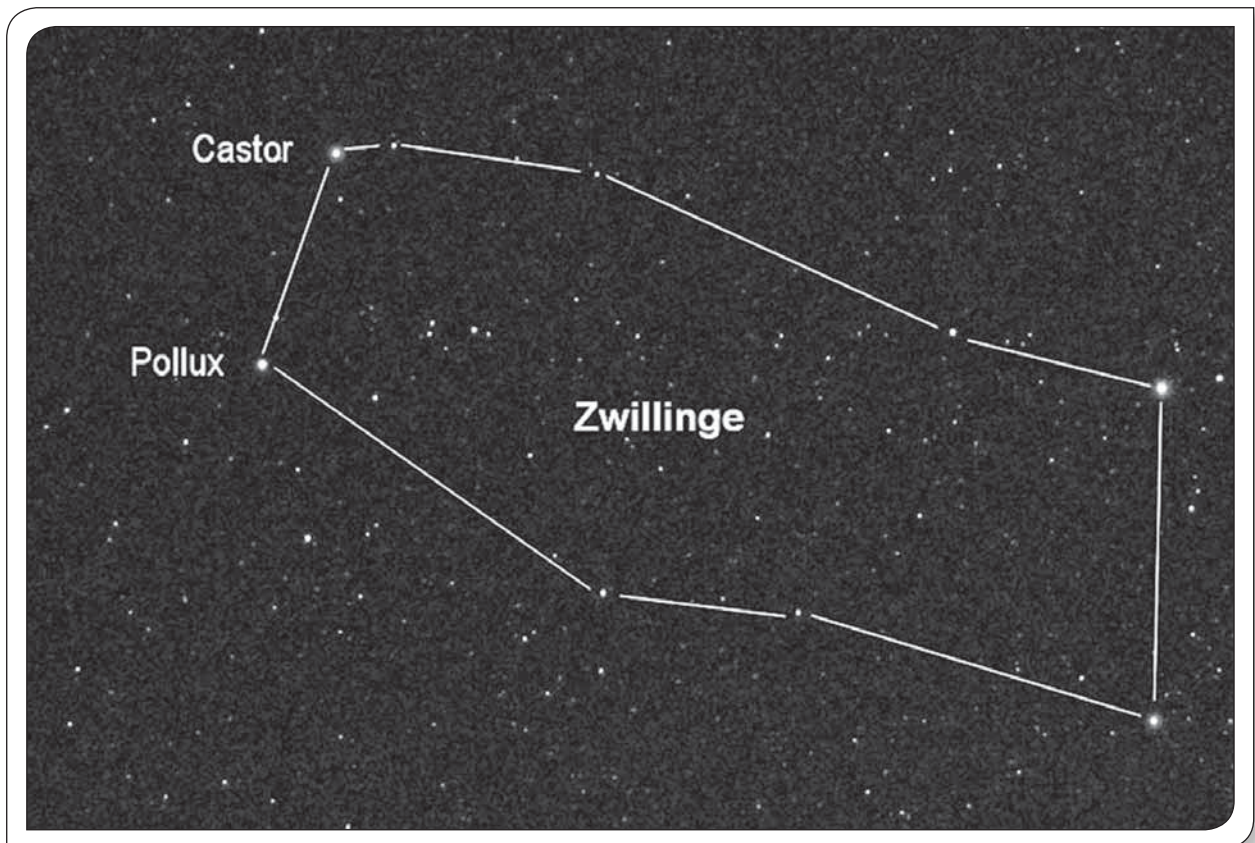


Abb.: Sternbild Zwilling. Foto: Stephan Brunker, wikipedia.de

Himmelsäquator auf ihrem Weg nach Norden überquert; dieser sog. Frühlingspunkt lag zur Zeit der Griechen im Widder (daher auch Widderpunkt); er ist seit HIPPARCHs Zeiten (130 v. Chr.) um 39° weiter in die Fische gewandert, hat dieses Sternbild fast ganz durchlaufen und nähert sich dem Wassermann.

Widder (19.04.–12.05.)

Einen Widder am Himmel zu finden, ist nicht überraschend; denn Widder wurden häufig den Göttern geopfert, und ZEUS selber wurde mit einem Widder identifiziert. Für die Mythographen scheint aber festzustehen, dass es sich hier um denjenigen Widder handelt, dessen goldenes Fließ der Anlass zur Argonautenfahrt war.

Stier (13.05.–19.06.)

Diese Gestalt geht auf ZEUS zurück, der sich in einen Stier verwandelte, als er Europa entführte. Doch in Sternkarten sind nur Kopf und Rumpf des Stiers dargestellt, der hintere Teil fehlt. Dort ist das Sternbild Widder. Dieses unschöne Schicksal, am Himmel auseinandergeschnitten zu sein, teilt der Stier mit Pegasus.

Das Gesicht des Stiers bildet eine V-förmige Gruppe von Sternen, die Hyaden (hyein = regnen); denn der Aufgang der Hyaden zu einer bestimmten Jahreszeit war ein Vorzeichen für Regen. (Damals Anfang Mai; heute würde diese meteorologische Botschaft um einen Monat zu spät ankommen.)

Berühmter als die Hyaden sind die Plejaden, die bei den Griechen den Rang eines eigenen Sternbildes einnahmen. HESIOD weist in seinem Lehrgedicht „Werke und Tage“ die Bauern an, mit der Ernte zu beginnen, sobald die Plejaden in der Morgendämmerung aufgehen (damals im Mai). Das Wort Plejaden hängt vermutlich mit plein (=segeln) zusammen, denn in griechischer Zeit waren die Plejaden während der sommerlichen Schifffahrtssaison die ganze Nacht über zu sehen.

Aldebaran, der den Plejaden Nachfolgende, ist ein Roter Riese und bildet das markante, rot funkelnde Auge des Stiers. An der Spitze des rechten Stierhorns liegen der Stern Zeta-Tauri und der Crab-Nebel, dessen Entstehung mit einem der berühmtesten Ereignisse der Geschichte der Astronomie verknüpft ist, einer Sternexplosion

nämlich, die auf der Erde im Jahre 1054 beobachtet, aber gar nicht erwartet wurde.

Zwillinge (20.06.–18.07.)

Sie sind die Zeussöhne Castor (bzw. APOLLO), der Sterbliche, und Pollux (bzw. HERAKLES), der Unsterbliche. Ihre Mutter war LEDA, die Königin von Sparta. Während Pollux ein Riesenstern ist, verbinden sich in Castor gleich sechs Sterne zu einem hellen Sternensystem.

Krebs (19.07.–09.08.)

Dieses Sternbild enthält nur schwach leuchtende Sterne. Ein Krebs soll den HERAKLES beim Arbeiten im Sumpf in den Fuß gezwickt haben, weswegen seine Erzfeindin HERA den Krebs aus Dankbarkeit unter die Sterne des Tierkreises versetzt haben soll.

Der Wendekreis des Krebses ist der geographische Breitengrad auf der Erde, über dem die Sonne am 21. Juni kulminiert. Zur Zeit der Griechen stand die Sonne dann im Sternbild Krebs, heute geschieht dies jedoch, wenn sie in den Zwillingen steht.

Löwe (10.08.–14. 09.)

ERATOSTHENES behauptet, der Löwe sei deshalb an den Himmel versetzt worden, weil er der König der Tiere sei. Mythologisch soll es sich um den Nemeischen Löwen handeln, an dem alle Pfeile abprallten, und den HERAKLES schließlich mit seinen gewaltig starken Armen erwürgte. Man kann gut die Gestalt eines kauern den Löwen erkennen.

Das Herz des Tieres wird markiert durch den hellen Stern Regulus, was „Kleiner König“ bedeutet.

Anmerkungen

- (1) Erweiterte Fassung eines auf der Bundesarbeitstagung des Verbandes Deutscher Schullandheime e. V. am 01.10.1994 durchgeführten Spiels
- (2) Szostak, R., Erkennen von Naturgesetzlichkeit – Astronomie in der Primarstufe, erschienen in; Wie Kinder erkennen, Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Bd. 1, S. 147 ff., IPN Kiel 1991
- (3) Eine Fundgrube für mythographische Darstellungen und Erzählungen ist das Buch von Ridpath, J., Sterne erzählen – 88 Konstellationen und ihre Geschichte(n), Walter-Verlag Olten 1992
- (4) Platon, Timaios, Abschnitt 33b – 34b (nach Stephanus und Apelt, Griechisch / Deutsch, Übersetzung, Anmerkungen und Nachwort von Paulsen, T. (Altphilologe) und Rehn, R. (Philosoph), Philipp Reclam jun. Stuttgart Nr. 18285
- (5) Malerba, L., Die nachdenklichen Hühner, S. 7, Fischer Frankfurt 1991
- (6) Blumenberg, H. (Hrsg.), Galileo Galilei: Sidarius Nuntius, S. 10, Suhrkamp Frankfurt 1980
- (7) Neuzzeitliche Darstellungen findet man z. B. in von Eynern, P., Die faszinierende Welt der Sterne, Heyne-Ratgeber München 1977

9.3 „Ich bin ... der Minuspol, die Kathode“ –

Das Theaterprojekt „Es ist nicht alles Gold, was glänzt“ zum phänomenologischen Lernen der Stadtteilschule Hamburg-Mitte

Stephan Bock, Stina K. Bollmann, Katja Rosenau

Im Rahmen des Programms „Kulturagenten für kreative Schulen“ ist das im Folgenden dargestellte Theaterstück entstanden. „Kulturagenten für kreative Schulen“ ist ein Modellprogramm der gemeinnützigen Forum K&B GmbH, initiiert und gefördert durch die Kulturstiftung des Bundes und die Stiftung Mercator in den Bundesländern Baden-Württemberg, Berlin, Hamburg, Nordrhein-Westfalen und Thüringen in Zusammenarbeit mit den zuständigen Ministerien, der Bundesvereinigung Kulturelle Kinder- und Jugendbildung e.V., der conecco UG – Manaie Teilhabe an Kunst und Kultur soll fester Bestandteil des Alltags von Kindern und Jugendlichen werden – den künftigen Akteuren einer kulturinteressierten Öffentlichkeit.

Das Programm „Kulturagenten für kreative Schulen“ ist zum Schuljahr 2011/2012 an insgesamt 138 Schulen in den Bundesländern Baden-Württemberg, Berlin, Hamburg, Nordrhein-Westfalen und Thüringen mit dem Ziel gestartet, Kinder und Jugendliche nachhaltig für Kunst und Kultur zu begeistern und dadurch in ihrer Persönlichkeitsentwicklung zu fördern. Insgesamt 46 Kulturagentinnen und Kulturagenten entwickeln über einen Zeitraum von vier Jahren gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern, dem Lehrerkollegium, der Schulleitung, Eltern, Künstlerinnen und Künstlern sowie Kulturinstitutionen ein umfassendes und fächerübergreifendes Angebot der kulturellen Bildung und bauen langfristige Kooperationen zwischen Schulen und Kulturinstitutionen auf. Ziel des Programms „Kulturagenten für kreative Schulen“ ist es also, Möglichkeiten, Formate und Orte für die Auseinandersetzung mit Kunst und durch Kunst in den Schulen zu schaffen und das in der Zusammenarbeit mit Künstlerinnen und Künstlern sowie Kultureinrichtungen.

Abb. (von links): Anode, Kathode. Foto: Stina K. Bollmann



Das Theaterprojekt in der Stadtteilschule Hamburg-Mitte

Berufsorientierung mal ganz anders: In Hamburg hat eine 8. Klasse komplexe physikalische und chemische Phänomene der Galvanisierung fächerübergreifend in einer szenischen Collage mit performativen und choreografischen Elementen verarbeitet und anderen Schülerinnen und Schülern präsentiert.

Wie kann man aus rostigem Altmetall goldglänzende Gegenstände zaubern? Was genau passiert, wenn eine Oberfläche veredelt wird? Warum sind nicht nur Containerschiffe, sondern auch Handys vom „schönen Schein“ umhüllt? Wie dick muss der Überzug sein, damit er bei Handys oder Essbesteck nicht einfach abbröselst? Eine 8. Klasse der Stadtteilschule Hamburg-Mitte (Standort Griesstraße) näherte sich diesen Fragen und dem Berufsfeld der Galvanisierung. Aus dem untersuchten Stoff entstand mit der Choreografin Rica Blunck, der Physikerin und performativen Wissenschaftlerin Lydia Heuling sowie der Regisseurin Hannah Kowalski vom Forschungstheater das Theaterstück „Es ist nicht alles Gold, was glänzt“, das am 2. Dezember 2013 im Fundus-Theater in Hamburg Premiere hatte.

Die Galvanisierung ist ein Verfahren zur Oberflächenveredelung – chemische Formeln, die nicht unbedingt das Herz jedes Schülers bzw. jeder Schülerin höher schlagen lassen. Hier setzt das Forschungstheaterprogramm des FUNDUS THEATER an, das 2012 mit dem BKM-Preis für kulturelle Bildung ausgezeichnet

net wurde. Das bundesweit einzige szenische Labor, das an der Schnittstelle von Forschung zwischen Kindheit, Kunst und Wissenschaft arbeitet, unterstützt und inspiriert Kinder, Künstlerinnen und Wissenschaftlerinnen in der Kunst des Forschens.

Mit künstlerisch-kreativen Mitteln können auch trockene Themen so bearbeitet werden, dass sie Spaß machen und die Kreativität fördern. So war das Projekt auch ein Pilotprojekt, das Berufsorientierung sowie Auseinandersetzung mit physikalischen Phänomenen und ästhetischem Forschen verband und damit neue Lernprozesse initiierte. Dies zeigte sich auch an der Methodenvielfalt und den unterschiedlichen Projektelementen, die von einem Besuch einer Galvanisierungsfirma über „Show and Tell“-Unterrichtseinheiten bis hin zur Projektwoche und Präsentation der szenischen Collage reichten.

Als Einstieg in das Thema bediente man sich auch der in den USA und Australien weit verbreiteten Methode des „Show and Tell“: Schülerinnen und Schüler bringen einen Gegenstand mit in den Unterricht und stellen ihn den Klassenkameraden vor. Das erzeugt oft mehr Interesse als Arbeitsblätter oder Schulbuchtexte. Darüber hinaus wird das freie Sprechen vor einer Gruppe trainiert und rhetorische Fähigkeiten werden ausgebaut; eine wichtige Grundlage für die spätere szenische Darstellung auf der Bühne.

Bei einem Besuch der Galvanisierungsfirma Gebr. Boege in Hamburg-Bergedorf konnten die Schülerinnen und Schüler beobachten, wie selbst stumpf, rostig und unedel aussehende Gegenstände schön und glänzend werden können. Die anschließende Projektwoche begann mit einem Auftakt der Schülerinnen und Schüler im Forschungstheater, um die Arbeitsweise der Künstlerinnen kennenzulernen und erste Ideen zu generieren. So wurde zu den Themen „Berufsbild“ und „Physikalische Phänomene in Bewegung“ gearbeitet und Expertenfragen unter dem Motto „Was habe ich damit zu tun?“ beantwortet. Aus diesen Materialien entstanden die einzelnen Handlungsstränge des Stückes, die in der Projektwoche zusammengeführt und einstudiert wurden.

Entstanden ist ein Stück in Form einer szenischen Collage mit performativen und choreografischen Elementen. In einer Szene performen Schülerinnen und Schüler die Galvanisierung: Links auf der Bühne – mit einem Goldumhang

umhüllt – sitzt Sayid und sagt: „Ich bin in diesem Experiment der Minuspol, die Kathode“. Rechts sitzt – klein und unscheinbar – Julia, die sich als eine alte, verrostete aber eigentlich schöne Brosche vorstellt und in diesem Experiment der Pluspol, die Anode ist. Hinzu kommt Ervan – extra aus der Türkei eingeflogen – die einen Vortrag über das elektrolytische Verfahren hält, und während sie spricht, wird der Goldumhang (Goldionen) und das Lametta von der Anode zur Kathode (hier nehmen die Goldionen zwei Elektronen auf und werden zu Gold und lagern sich dort ab) transportiert, bis sich schließlich die Kathode und die Brosche vor strahlender Veredelung mit der Moderatorin in einen Freudentanz begibt.

So kann Physikunterricht richtig Spaß machen und sehr kreativ sein – und man kann sicher sein, dass sich das Bild von der erst rostigen und dann schönen Goldbrosche jedem Jugendlichen eingepägt hat und wirklich jetzt jeder weiß, wie die Galvanisierung funktioniert. (Kurzfassung des Stückes unter <https://vimeo.com/89941548>).

Kontakt:

Stina.bollmann@kulturagenten-programm.de

Tel. 0151-46158141

Oder:

Landesbüro Hamburg „Kulturagenten für kreative Schulen“

conecco UG – Management

Stephan Bock, Leitung

Stresemannstraße 29

22769 Hamburg

Tel 040 / 72 00 444-51

E-Mail: *hamburg@kulturagenten-programm.de*

Abb.: Projektauftritt 30.10.2013. Foto: Bollmann



9.4 Längen- und Breitengrade

Dr. Bernd Ramm, Goruma

Solange die Menschen reisen, war und ist es natürlich erforderlich zu wissen, wo die angestrebten Ziele überhaupt lagen, auf welche Weise man dann dorthin gelangen konnte und wie man von dort wieder zurückkehren konnte. An Land konnte man sich dabei an Landmarken (Berge, Seen, Ortschaften, Häuser), an bestimmten Wegen bzw. Straßen oder evtl. durch Befragen der Menschen orientieren. Aber spätestens bei Fahrten über See ohne Landschaft bedurfte es zur Orientierung objektiver Messmethoden. Dabei orientierte man sich früher besonders an den Sternen.

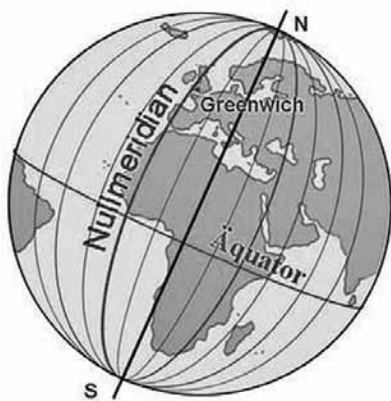


Abb. Längen- und Breitengrade mit Äquator und Nullmeridian.
Grafik: © goruma

Diese Art der Navigation wurde durch die Einführung des Sextanten und immer genauerer Seekarten zunehmend besser und präziser. Ihren Höhepunkt an Präzision erhielt die Navigation jedoch durch die Einführung des Global Positioning Systems (GPS). Durch die Einführung von Navigationssystemen, die auf diesem Prinzip beruhen. Da derartige Geräte in immer mehr Autos verwendet werden, kommen deswegen immer mehr Menschen mit den Begrifflichkeiten „geografische Länge und Breite“ in Berührung:

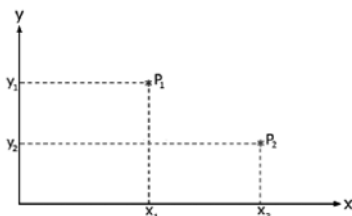


Abb.: X-Y-Koordinatensystem. Grafik: © goruma

Um auf einer ebenen Fläche die Lage eines Punktes bzw. eines Standortes eindeutig zu bestimmen, kann man ein Koordinationssystem verwenden, deren eine Richtung z. B. mit Y und deren andere mit X bezeichnet wird. Ein Punkt in einer derartigen Ebene ist durch Festlegen seiner X- und Y-Koordinaten – wie in der Abbildung ersichtlich – eindeutig festgelegt. Sofern man das

ganze dreidimensional betrachtet, also auch in der Höhe, z. B. bei der Bestimmung des jeweiligen Ortes eines Flugzeugs, bedarf es einer dritten Koordinate, die z. B. mit Z abgekürzt wird.

Um sich auf der Erdoberfläche zu orientieren sind, wie bei der ebenen Fläche, zur Festlegung eines Ortes ebenfalls zwei Koordinaten erforderlich. Zu diesem Zweck hat man die Erde in Kreisbögen eingeteilt. Es sind dies die Breitengrade – mit dem griechischen Buchstaben φ (Phi) symbolisiert – die von $\varphi = 00^\circ$ (Äquator) bis $\varphi = 90^\circ$ Nord (Nordpol) und bis $\varphi = 90^\circ$ Süd (Südpol) reichen. Die Gradangabe bei einem Breitengrad ist dabei der Winkel φ , den die Fläche eines Breitengrades durch den Erdmittelpunkt mit der Fläche des Äquators bildet. Die Breitengrade ihrerseits sind in 60 Bogen-Minuten ($'$) und die Bogenminute wiederum in 60 Bogensekunden ($''$) unterteilt. Die südlichen Breitengrade werden oft auch mit einem „Minuszeichen“ und die nördlichen mit einem „Pluszeichen“ gekennzeichnet.

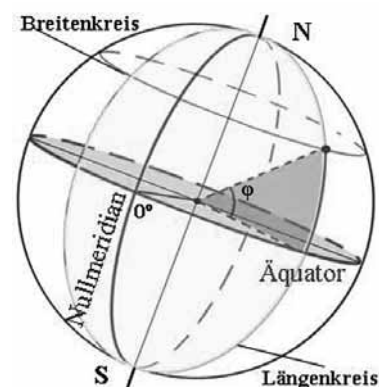


Abb.: Erläuterung zur Definition von Breitengraden mit dem Winkel φ . Grafik: © goruma

In der gleichen Weise ist man bei der Einteilung der Längengrade vorgegangen – mit dem griechischen Buchstaben λ (Lamda) symbolisiert. Hierbei hat man einen Kreisbogen vom Nordpol zum Südpol geschlagen, der nach einer internationalen Übereinkunft durch den Ort **Greenwich** bei



Abb.: Lage des Nullmeridians bei Greenwich. Grafik: © goruma

London in England führt. Diesem Längengrad, auch als Null-Meridian bezeichnet, hat man den Wert $\lambda = 000^\circ$ gegeben. Alle weiteren Verbindungen vom Nordpol zum Südpol in Richtung Osten laufen bis zu einem Längengrad von $\lambda = 180^\circ$ Ost – und in Richtung Westen bis zu einem Längengrad von $\lambda = 180^\circ$ West. Die östlichen Längengrade werden mit einem „Pluszeichen“ vor der Gradangabe und die in westlicher Richtung mit einem „Minuszeichen“ gekennzeichnet. Dabei sind die Längengrade $\lambda = 180^\circ$ Ost und $\lambda = 180^\circ$ West identisch, hier befindet sich daher auch die **Datumsgrenze**. Mit Hilfe der Angabe seines Längen- und Breitengrades ist damit jeder Ort auf der Erde exakt festgelegt.

Die Längengrade werden auch als Meridiane bezeichnet – der „nullte Längengrad“ durch Greenwich als Nullmeridian.

So sind die geografischen Koordinaten von Berlin in Deutschland und von Auckland auf der Nordinsel von Neuseeland beispielsweise die folgenden:

Berlin (Alexanderplatz)

$\varphi = 52^\circ 31' 18''$ Nord

$\lambda = 013^\circ 25' 01''$ Ost

Auckland (auf Minuten gerundet)

$\varphi = 36^\circ 51'$ Süd

$\lambda = 174^\circ 45'$ Ost



Abb. von links: La Mitad del Mundo (spanisch: Die Mitte der Welt) ist ein Äquatormonument in San Antonio de Pichincha in Ecuador, Ecuador: Äquator Markierung. Fotos: © goruma

Uhrzeiten: Die Uhrzeit einer Region bzw. eines Landes hängt ausschließlich von den Längengraden ab, auf denen ein Land oder eine Region liegt – und nicht von den Breitengraden. Die Uhrzeit auf dem gesamten Nullmeridian beispielsweise ist die GMT (Greenwich Mean Time) – auch als UTC (United Time Coordinates) bezeichnet. In Mitteleuropa gilt die Mitteleuropäische Zeit (MEZ), die eine Stunde später als die GMT ist. Wenn es z. B. in London 11:00 Uhr ist, ist es in Berlin bereits 12:00 Uhr. Während der Sommerzeit wird die Uhr eine Stunde vorgestellt, sodass es dann in Berlin bereits 13:00 Uhr ist. Das ist gut zu verstehen, da die Sonne umso früher aufgeht, je weiter ostwärts man sich befindet.

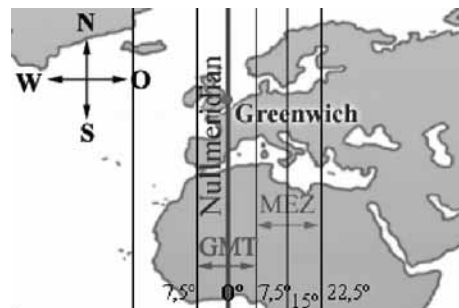


Abb.: Prinzip der Zeitzonen. Grafik: © goruma

Um aber nicht zu einer Unzahl von verschiedenen Uhrzeiten zu gelangen, hat man festgelegt, dass sich die Zeit alle 15° um 1 Stunde ändert. Von diesem Wert aus gesehen, also von 0° , 15° , 30° , 45° usw. gilt dieselbe Uhrzeit in einem Bereich von jeweils $7,5^\circ$ nach Westen und $7,5^\circ$ nach Osten. Es gibt einige Ausnahmen von dieser Regel, sodass sich dort – z. B. in Indien – die Uhrzeit mit den Längengraden halbstündlich ändert.

Ein Problem entsteht am 180° Längengrad. Kommt man dort von Greenwich ausgehend in Richtung Westen an, ist es dort 12 Stunden früher – kommt man dorthin in Richtung Osten, ist es aber 12 Stunden später gegenüber GMT. Daher springt man dort um einen Tag vor oder zurück. Überquert man den 180° Längengrad z. B. am 20. August von Osten aus, so springt man auf den 19. August. Dasselbe gilt in umgekehrter Richtung, dann springt man vom 19. August auf den 20. August. In der Abbildung ist das schematisch verdeutlicht.

Und wo liegt Hamburg? Auf ungefähr 10° Grad östlicher Länge und $53,5^\circ$ Grad nördlicher Breite. Ein Hinweis auf den 10° Längengrad befindet sich auf der Kennedybrücke in Hamburg.

Quelle: www.goruma.de

9.5 Eine zuverlässige Methode zur Berechnung des Längengrades

Regina Marek

Die Autorin Dava Sobel erzählt in dem Buch „Längengrad“ den Leidensweg des John Harrison. Ein praktischer Mensch, umständlich aber solide, gegen ein Gremium von Wissenschaftlern, die davon überzeugt sind, dass sie recht haben, dass nur der Mond, nur die Sterne die Lösung sein können und keine mechanische Uhr eines autodidaktischen Bastlers. Man legte Harrison Steine in den Weg, wo es nur ging, man demütigte ihn und verweigerte ihm die Anerkennung und dennoch machte er weiter.

Längengrad erzählt die Geschichte des unbekannteren schottischen Uhrmachers John Harrison, dem es im 18. Jahrhundert gelang, die Schifffahrt durch die Lösung des Längengrad-Problems auf neuen Kurs zu bringen. Bislang hatten sich die Seefahrer bei ihrer Navigation am Verlauf der Breitengrade orientiert. Eine Methode mit fatalen Folgen: Seefahrer und Fracht wurden leichte Beute von Seeräubern, die den Handelsschiffen auf den Breitengraden auflauerten. Zudem irrten die Schiffe fast orientierungslos auf den Weltmeeren umher und erreichten ihre Zielorte – wenn überhaupt – eher zufällig. Die ohnehin langen Schifffahrten dauerten noch länger. Der gefürchtete Skorbut raffte nicht selten die Mannschaft dahin. Handelsschifffahrt war ein Unternehmen auf Leben und Tod. Galileo Galilei, Sir Isaac Newton und Edmond Halley suchten die Lösung des damals schwierigsten nautischen Problems in den Gestirnen. Anders John Harrison: 40 Jahre lang arbeitete er besessen an seiner Idee eines perfekten Chronometers. Trotz der Intrigen seiner Rivalen setzte sich Harrisons geniale Erfindung letztendlich durch. Schon der berühmte Seefahrer James Cook ließ sich auf seinen Expeditionen von Harrisons Uhr leiten und nannte sie seinen „zuverlässigsten Freund“ und „nie versagenden Führer“.

Bei den meisten Pendeln dieser Zeit dehnte sich das Metall bei Hitze aus, die Pendel wurden länger und damit ging die Uhr langsamer und bei Kälte zog sich das Metall zusammen und die Uhr

ging schneller. Harrison nahm kurze und lange Stäbe aus zwei verschiedenen Metallen, Messing und Stahl, die er in einem Pendel verband, wodurch er dieses Temperaturproblem beseitigt hatte. Bei schwankenden Temperaturen hoben sich die beiden unterschiedlichen Ausdehnungstendenzen der Metalle auf, so dass das Pendel nie zu langsam oder zu schnell ausschlug. Er und sein Bruder untersuchten die Genauigkeit der Uhr anhand der regelmäßigen Sternbewegungen.

Die sogenannte „Grasshopper Hemmung“, ein von ihm ausgedachtes System, ermöglichte eine laut- und reibungslose Funktion der Uhr. Als astronomisches Visier für ihre Untersuchungen diente ihnen ein Fensterkreuz und der Schornstein des Nachbarhauses. Sie notierten jede Nacht, wann verschiedene Sterne hinter dem Schornstein verschwanden und aufgrund der Erdrotation musste jeder Stern exakt 3 Minuten und 56 Sekunden früher erscheinen als in der Nacht zuvor. Durch die Uhr mit diesem Sternfahrplan betrug die Abweichung der Zeit nur eine Sekunde pro Monat. Damit hatte Harrison eine revolutionäre Erfindung gemacht und stellte die großen Wissenschaftler dieser Zeit als einfacher Uhrmacher in den Schatten.

Quelle: Dava Sobel (2003): Längengrad. Berlin-Taschenbuch-Verlag.



Abb.: Längengrad – Die wahre Geschichte eines ehrgeizigen Uhrmachers, dem es trotz zahlreicher Anfeindungen gelingt, das perfekte Chronometer zu erfinden. Fotos: Regina Marek

10. Spezial: Projekt – Back to the Moon

10.1 Part-Time Scientists – aus dem Hobbykeller zum Mond!

Michael Mußler, Part-Time Scientists Deutschland

Alles begann im Jahr 2007. Die XPRIZE Foundation hatte gerade Geschichte geschrieben und im Rahmen des Ansari XPRIZE den ersten privat finanzierten Weltraumflug realisiert. Nun nahm man sich das nächste Ziel vor: den Mond! Mit Google fand sich schnell ein potenter Sponsor. 20 Millionen Dollar, wenn man es schafft, ein Fahrzeug auf den Mond zu bringen, dort 500 Meter zu fahren und Bilder und Videos in HD zur Erde zu senden. Noch mal 10 Millionen extra für die Erfüllung von Sonderaufträgen, zum Beispiel dem Fotografieren von Artefakten der Apollo-Missionen.

Zunächst einmal waren wir aber Baumarktmitarbeiter, Systemadministratoren oder Programmierer. Und keiner von uns hatte irgendwelche „Weltraumerfahrung“.

Mitte 2009 traten wir offiziell in den Wettbewerb ein, zuvor hatten wir uns bereits auf die Suche nach Gleichgesinnten gemacht.

Ende 2009 konnten wir auf dem Chaos Computer Congress in Berlin schon unseren ersten Mondrover-Prototypen präsentieren. Sechs Monate später den zweiten. Bis heute hält die Entwicklung unvermindert an. Sie erfolgt zum größten Teil über das Internet. Wir nutzen dabei alle

FUNDAMENTALS OF THE GOOGLE LUNAR X PRIZE

Fig. 1 LAUNCH

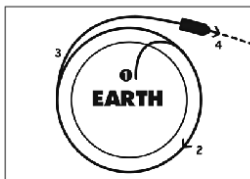


Fig. 2 LUNAR LANDING

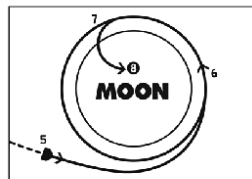


Fig. 3 LOCOMOTION

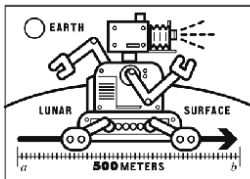


Fig. 4 DATA COLLECTION AND TRANSMISSION

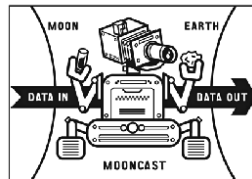


Abb. Fundamentals of the Google Lunar X Prize.
Grafik: www.googlelunarxprize.org

Abb. Auf dem Mond mit dem Fahrzeug fahren. Foto: Michael Mußler

Ein kleiner Sprung vorwärts in das Jahr 2009.

In einem Chatroom treffen sich regelmäßige Wissenschafts- und Science-Fiction-Fans. Jemand postet einen Link zum Google Lunar XPRIZE, und damit beginnt die Geschichte der Part-Time Scientists. Damals fand sich eine Gruppe von fünf Leuten aus Berlin, Hamburg und Bremen, die beschlossen, an diesem Wettbewerb teilzunehmen.

Heute bestehen die Part-Time Scientists aus einem Team von fast 100 Wissenschaftlern, Technikern, Ingenieuren und Weltraumbegeisterten rund um den Globus.

Möglichkeiten, die es uns bietet: IRC, Voice over IP, Cloud-Services, soziale Netzwerke.

Die Organisation erfolgt von Berlin aus, wo sich die Teamleitung befindet. In Salzburg werden die mechanischen Teile entwickelt und gefertigt; in Hamburg-Harburg wird an der TU die Elektronik entwickelt. Wir haben über die Jahre ein Netzwerk von Firmen und Institutionen aufgebaut, die uns unterstützen. Beispielhaft sind hier neben der TU Hamburg-Harburg die TU Berlin und das Deutsche Zentrum für Luft und Raumfahrt

(DLR) zu nennen. Das alles wird privat organisiert und durch Sponsoring finanziert.

Von Anfang an war es für uns wichtig, andere für Wissenschaft und Technik zu begeistern. Aus diesem Grund haben wir immer wieder Wege gesucht, unsere Fans mit einzubinden. Nicht nur über soziale Netzwerke, sondern auch im persönlichen Kontakt. Wir waren auf Messen und Kongressen, außerdem bei Firmenveranstaltungen.



Abb. Hell Yeah. Grafik: Part-Time-Scientists

Besondere Freude macht es aber immer, wenn wir Kinder und Jugendliche für Technologie und Wissenschaft begeistern können. Dazu gehen wir zum einen direkt an die Schulen. So waren wir zum Beispiel am Barnim-Gymnasium Berlin und zur Gauß-Woche am Gauß-Gymnasium in Frankfurt/Oder. Zu den schönsten Events gehörten die IdeenExpo und der ThyssenKrupp IdeenPark. Der Andrang dort war überwältigend, überwiegend Schulklassen. Bei solchen Events geben wir den Kindern die Möglichkeit, ein kleines Mondrover-Modell über eine virtuelle Mondoberfläche zu steuern.

Die Steuerung erfolgt mit einem Tablet. Wenn man bestimmte Punkte auf der „Mondoberfläche“ ansteuert, erhält man Informationen über den angesteuerten Punkt. Direkt vom Tablet kann man ablesen, wo zum Beispiel die erste Mondlandung stattfand.

Was sich insbesondere bei Projekttagen bewährt hat, sind Vorträge über unsere Arbeit und über die damit verbundenen wissenschaftlichen und technischen Fragestellungen.

Aus unserer Sicht eignet sich ein Projekt wie unseres perfekt, um Kinder und Jugendliche für Technik und Wissenschaft zu begeistern. Es finden sich viele praktische Beispiele zum Erläutern verschiedener Themen. Ob Physik, Chemie, Optik, Elektrotechnik, Elektronik, Informatik oder Mathematik: all das findet Anwendung in der Raumfahrt.

Junge Menschen für MINT, also Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik zu begeistern, bedeutet, die Ingenieure, Wissenschaftler und Techniker von morgen zu fördern. Spieltrieb und Wissensdrang als Antrieb für neue Ideen und eine berufliche Zukunft.

michael@part-time-scientist.com

http://ptscientists.com

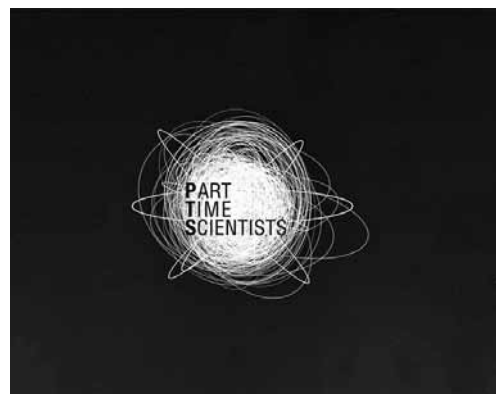


Abb. Part-Time-Scientists. Grafik: Part-Time-Scientists

10.2 Das Lego-Mondrover-Projekt an der Max-Brauer-Schule

Rüdiger Bathow

Im November vergangenen Jahres besuchten mehrere 5. Klassen der Max-Brauer-Schule im Rahmen ihres Projektunterrichts eine Veranstaltung des Hamburger Planetariums. Es ging dabei um unsere Nachbarplaneten und besonders um unseren direkten Nachbarn, den Mond. Hierbei erfuhren wir, dass von einem großen Internet-Suchmaschinenbetreiber eine Art Wettlauf zum Mond ausgeschrieben wurde. So arbeiten derzeit weltweit verschiedene nichtkommerzielle Teams (bestehend aus Ingenieuren und Informatikern) daran, erneut eine Rakete zum Mond zu schicken, um dort einen Mondrover aussetzen und umherfahren zu lassen (Näheres dazu unter www.googlelunarprize.org).

Im Anschluss an diese Veranstaltung wurde uns von Seiten des Planetariums überraschend das Angebot gemacht, in einer Art „Schulversuch“ ein Lego-Modell eines Mondroboters nachzubauen und mit Hilfe einer Computersteuerung zum Fahren zu bringen.

Auch wenn unser damaliges Unterrichtsprojekt eigentlich „Orientierung auf der Erde“ hieß, wollten wir uns diese Gelegenheit dann doch nicht entgehen lassen und starteten ein kleines Ablegerprojekt „Orientierung auf dem Mond“. Man soll ja schließlich auch über den Planetenrand hinausblicken und die offenen Strukturen unseres Projektunterrichts lassen uns hier den nötigen Spielraum.

Da ein solches Vorhaben aber nur mit einer kleinen Anzahl an Schülerinnen und Schülern durchführbar ist und sich gleichzeitig aber an alle Interessierten richten sollte, schrieben wir in den sechs Parallelklassen des Jahrgangs ein Bewerbungsverfahren für die Teilnahme daran aus (dies reduzierte auch den ersten Andrang). Teilnehmen durfte, wer sein Interesse hieran in einem Bewerbungsschreiben gut darlegen konnte und als Beleg dafür ein selbst gebautes eigenes Lego-Modell eines Mondroboters eingereicht hatte. So bildete sich eine Arbeitsgruppe von 12 Schülerinnen und Schülern, die sich in den nächsten Wochen regelmäßig donnerstags für zwei Unterrichtsstunden unter Anleitung zusammenfand.

Zuerst bauten sie aus dem umfangreichen Begleitbausatz, den wir vom Planetarium erhalten hatten, auf spielerischem Niveau eine Mondlandschaft mitsamt kosmonautischen Forschungsapparaturen nach. So entstand zuerst die Umgebung, in der sich der eigentliche Mondrover dann zu bewegen hatte. Die Schülerinnen und Schüler waren mit viel Engagement und Freude dabei und konnten es kaum erwarten, dann auch den Rover zusammenzubauen.

Der eigentliche Zusammenbau stellte für unsere Nachwuchskosmonauten kein Problem dar, auch die Installationen der diversen Sensoren für die elektronische Steuerung des Fahrzeugs meisterten die Schülergruppen gut, da einige schon über ein nützliches Vorwissen verfügten.

Rechtzeitig zum „Tag der 4. Klassen“ Anfang Januar dieses Jahres war das Mondfahrzeug dann fertig und konnte von den beteiligten Schülerinnen und Schülern unserer Arbeitsgruppe der nachkommenden Schülerschaft präsentiert werden. Mit einer Skype-Verbindung wurde das Geschehen im Projektraum vor einer Mondkulisse aufgebaut und in die Pausenhalle gesendet. Die Bilder erinnerten uns doch ein wenig an die Mondlandung von 1969, also ein wenig halt ...



Abb.: Schülerinnen auf dem Mond. Foto: Rüdiger Bathow

10.3 “Milliarden Sonnen – Eine Reise durch die Milchstraße” – eine neue Show im Planetarium Hamburg

Regina Marek

Wenige Wochen nach dem Start der europäischen Weltraummission Gaia am 19. Dezember 2013 präsentieren knapp dreißig Planetarien und die Europäische Weltraumorganisation ESA ihre zweite gemeinsame Planetarium-Show. „Milliarden Sonnen – Eine Reise durch die Galaxis“ ist ab dem 8. Januar 2014 in Planetarien in Deutschland und auch in Hamburg, der Schweiz, Österreich, Frankreich, Spanien, Polen, der Tschechischen Republik, Griechenland und Russland zu sehen.

Seit Jahrtausenden haben die Menschen über die Sterne und die Milchstraße nachgedacht. Wie weit sind diese funkelnden Lichter entfernt und wie kann man dies messen? Lange Zeit blieb es ungelöst und die Milchstraße ein großes Rätsel. Erst in der heutigen Zeit gelingt es uns mit Hilfe von Satelliten, die Sternentfernungen und damit die räumliche Struktur unserer Milchstraße mit hoher Präzision zu vermessen. Aber warum hat dies so lange gedauert und wie funktioniert diese Vermessung des Himmels eigentlich?

Die neue Sternenreise führt durch die Geschichte der Himmelskunde – von den einfachsten Methoden der Kartierung von Sternen bis zur Bestimmung der Struktur unserer Milchstraße – und gipfelt im Start der ESA-Mission GAIA, die unser Verständnis der Milchstraße verbessern soll. Der Name Gaia war ein Akronym für „Globales Astrometrisches Interferometer für die Astrophysik“.

Er kennzeichnet die ursprünglich für dieses Teleskop geplante Technik der optischen Interferometrie. Der Name wurde später trotz des im Laufe der Planungen geänderten Messprinzips beibehalten, er bezeichnet außerdem die Erdmuttergöttin Gaia

der griechischen Mythologie. Das wichtigste wissenschaftliche Ziel der Gaia-Mission besteht darin, mit Hilfe ihrer Sternmessungen den Ursprung und die Entwicklung unserer Heimatgalaxie, der Milchstraße, aufzuklären. Die von Gaia gesammelten Messdaten sollen insbesondere Informationen darüber liefern, wo, wann und wie die Sterne entstanden sind und wie sie ihre Umgebung mit Materie anreichern, wenn sie sterben. Dazu soll Gaia mit bis dahin unerreichter Genauigkeit die Positionen, Entfernungen (Parallaxen) und Bewegungen (Eigenbewegungen, Radialgeschwindigkeiten) von ungefähr einer Milliarde Sternen bestimmen.

Gaia ist für eine fünfjährige Missionsdauer ausgelegt. Die Kosten der ESA für die Mission einschließlich Start, Bodenkontrolle und Nutzlast belaufen sich auf ungefähr 577 Millionen Euro
Quelle: Wikipedia: Gaia (Raumsonde), abgerufen am 24.04.14

Weitere Informationen unter:

<http://planetariumshow.eu/journey-to-a-billion-suns>

www.planetarium-hamburg.de



Abb. von links: Planetarium Hamburg: Die Vermessung des Himmels und der Sterne durch den ESA-Satelliten GAIA; Stern mit Planet. Fotos: #billionsuns@2013/Planetarium Hamburg, #billionsuns-media

10.4 GAIA – der genaueste optische Astronomiesatellit

Kirsten Leung, Airbus Defence and Space

Im Jahr 2005 erhielt Airbus Defence and Space (ehemals: Astrium) den Auftrag, den bisher genauesten optischen Astronomiesatelliten zu bauen. Die Europäische Weltraumorganisation ESA beauftragte die Satellitensparte von Airbus Defence and Space mit der Entwicklung und dem Bau des Satelliten GAIA (Globaler Astrometrischer Interferometer für die Astrophysik). Ausschlaggebend für die Entscheidung der ESA war die umfassende Erfahrung von Airbus Defence and Space mit Spitzentechnologien, die den Anforderungen hochsensibler Instrumente gewachsen sind.

Von Hipparchos bis Edwin Hubble – die Astronomen versuchen bereits seit mehr als 2000 Jahren das Universum zu verstehen, das unsere Erde umgibt, und seine Entwicklung nachzuvollziehen. Im letzten Jahr, 2013, standen die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen von Airbus Defence and Space kurz davor, das Werkzeug fertigzustellen, mit dem diese Suche nach dem Gral der Astronomie fortgesetzt werden sollte. Der Wissenschaftssatellit ist benannt nach der Erdgöttin aus der griechischen Mythologie. Er soll unsere kosmische Nachbarschaft erforschen. Gaia, das fortschrittlichste Weltraumteleskop, das jemals in Europa entwickelt wurde, wird schon bald die detaillierteste Karte unserer Galaxie, der Milchstraße, zeichnen und bisher unbekannte Regionen ans Licht bringen. Darüber hinaus wird ein noch größeres Ziel verfolgt: das Verstehen der Ursprünge der Entwicklung des Universums.

Wo sind wir? Wo kommen wir her? Mission liefert erste Antworten in fünf Jahren ...

Der am 19.12.2013 mit einer Sojus-Rakete von Kourou aus gestartete Satellit Gaia wird eine Milliarde Sterne unserer Galaxie kartographieren, indem er fast 70-mal im Laufe der fünf Jahre andauernden Mission die Geschwindigkeiten und Positionen der Sterne einschließlich ihres Abstands zur Erde, ihrer Farben, Temperaturen und ihrer Helligkeit erfasst.

Es wird erwartet, dass die Gaia-Mission ebenfalls die Entdeckung einiger Tausend unbekannter Himmelskörper ermöglicht, darunter extrasolare Planeten und so genannte braune Zwerge (tote

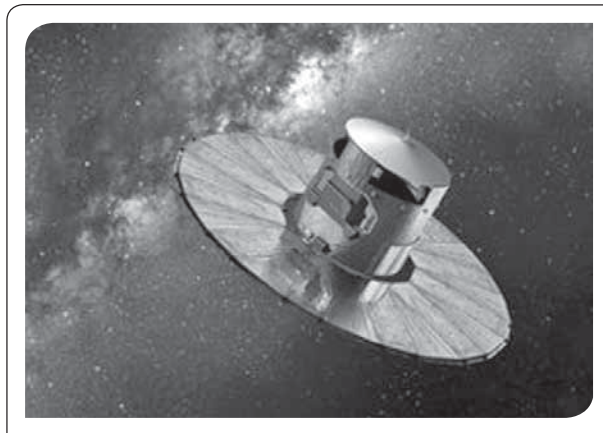


Abb.: Der Satellit GAIA fliegt durch das All. Foto: Airbus Defence and Space

Sterne). Im Inneren unseres Sonnensystems sollte Gaia ebenfalls mehrere Zehntausende zusätzliche Asteroiden identifizieren können.

Diese Mission wird außerdem zur Erfassung einer riesigen Menge von Himmelskörpern sämtlicher Größe beitragen, von sehr vielen in unserem Sonnensystem vorhandenen Kleinkörpern über die Nachbargalaxien und ungefähr 10 Millionen weiter entfernte Galaxien bis hin zu 500.000 Quasaren. Zusätzlich wird Gaia neue besonders zuverlässige Überprüfungen der allgemeinen Relativitätstheorie durchführen.

Gaia basiert auf einem weltweiten Astronomiekonzept, das mit Hipparcos, einem weiteren von Airbus Defence and Space realisierten Projekt, erfolgreich eingeläutet wurde. Im Laufe des Jahres 1989 hat dieser Vorgänger von Gaia bereits 120.000 Sterne erfasst.

Beste Position, beste Technologie

Gaia hat zwei Geheimnisse, dank derer er die Position und Geschwindigkeit von Trillionen von Kilometern entfernten Sternen messen kann: ihre Position und ihre Stabilität.

Eine einmalige Position

Gaia wird an einem der fünf Lagrange-Punkte des Systems Sonne – Erde platziert, nämlich an Punkt L2. Die Lagrange-Punkte sind sehr genaue Punkte im Kosmos, an denen ein Körper, zum Beispiel ein Satellit, fest und vollkommen stabil

im Weltraum stehen bleibt. Diese 1,5 Millionen Kilometer von der Erde entfernten Standorte sind für Weltraummissionen zu astronomischen Observationszwecken sehr begehrt, da für diese eine sehr hohe Richtstabilität erforderlich ist.

Das Geheimnis eines Lagrange-Punkts, der auch Liberationspunkt genannt wird, ist die Aufhebung der relativen Anziehungskräfte. Genau gesagt, an den fünf Lagrange-Punkten verbinden sich die Schwerefelder zweier Körper (von beträchtlicher Masse, z.B. Erde und Sonne), von denen einer in einer Umlaufbahn um den anderen kreist, so dass an einem dritten Körper von vernachlässigbarer Masse ein Gleichgewichtszustand entsteht. Die relativen Positionen dieser drei Körper sind also fest. Wenn Gaia am Punkt L2 platziert wird, wird er sich in Bezug auf die Sonne und die Erde nicht mehr bewegen und kann von einer thermisch stabilen Umgebung profitieren.

Weltraummissionen nutzen hauptsächlich die Punkte L1 und L2. Seit 1995 befindet sich die von Airbus Defence and Space entwickelte Sonnenobservationsstation SoHO (Solar and Heliospheric Observatory) an Punkt L1, 1,5 Millionen km

von der Erde entfernt an der sonnenzugewandten Seite. Der Punkt L2, der sich 1,5 Millionen km von der Erde entfernt gegenüber von Punkt L1 befindet (an der sonnenabgewandten Seite), ist besonders gut zur Observation des Kosmos geeignet. Seit 2009 befinden sich die Satelliten Planck Surveyor und Herschel an diesem Punkt. Sie werden bald durch das James Webb Space Telescope und Gaia ergänzt.

Die beste europäische Technik

Gaia wird mit ultramodernen Instrumenten ausgestattet sein, darunter das empfindlichste Teleskop, das je gebaut wurde. Genau wie das Weltraumteleskop an Bord von Herschel, und wie alle von Airbus Defence and Space für Erdobservationsmissionen hergestellten Instrumente, kommt bei dieser Spitzenzone das einzigartige Know-how zur Anwendung, das das weltweit zweitgrößte Raumfahrtunternehmen Airbus Defence and Space im Bereich Siliziumcarbid-Teleskope entwickelt hat.

Die von Gaia durchgeführten Messungen werden extrem genau sein: Vom Mond aus könnte Gaia beispielsweise den Daumnagel eines Menschen auf der Erde messen!

GAIA ASTRUM'S GAIA SATELLITE - BUILT TO MAP THE MILKY WAY

- 50 EUROPEAN COMPANIES
- 400 ENGINEERS
- 15 PROJECT INVOLVING 15 EUROPEAN SPACE AGENCY MEMBER COUNTRIES
- 3 YEARS OF TESTING AND INTEGRATION
- Dec 13 LAUNCH SCHEDULED FOR DECEMBER 2013
- 5 5 YEARS NOMI LIFE IN ORBIT

PERMANENT DATA LINK TO EARTH
5 Mbits/sec
Downlink operational 8 hours per day at a data rate equivalent to ADSL.
5 years of data equivalent to the content of 1 million CDs or 1000 million million bytes.

THE LARGEST INSTRUMENT EVER BUILT USING CERAMICS
Structure made of silicon carbide, a material in which Astrium possesses unique expertise. OPTIMISED FOR STABILITY, DURABILITY AND LOW MASS

THEORETICAL INSULATION
resistant to temperatures BETWEEN -170°C +70°C

MEASURING INSTRUMENTS OF UNPRECEDENTED PRECISION
Photometer with a resolution of 1 billion PIXELS (array of 106 CCD detectors each delivering 9 million pixels). Capable of detecting stars with a luminosity 400,000 TIMES lower than those visible to the naked eye.

EXTREMELY HIGH POINTING ACCURACY
MAXIMUM stability
Cold-gas micro-propulsion system for fine attitude control.

3D IMAGES OF A BILLION STARS
Each star will be detected and measured 70 times during the mission. Gaia will determine their position, velocity, distance from Earth, colour and luminosity.

DISCOVERY OF 2,000 NEW PLANETS
Their detection will enable us to improve our knowledge of the mechanisms at work in planetary systems.

DETECTION AND STUDY OF 200,000 NEW ASTEROIDS
Gaia will log their position and calculate their speed. A first opportunity to study asteroids in the regions closest to the Sun, normally invisible to telescopes on Earth.

THREE-DIMENSIONAL MAP OF OUR GALAXY, THE MILKY WAY
An astronomical census that will provide answers to questions about the formation and evolution of our galaxy.

NEW TESTS OF THE THEORY OF RELATIVITY
 $E=mc^2$

ADVANCED PAYLOAD TECHNOLOGY
DUAL TELESCOPE CONCEPT IN A SINGLE INTEGRATED INSTRUMENT COMPRISING 10 mirrors:
1 astrometry function
1 photometry function
1 spectrometry function

HEIGHT 3m
DIAMETER 10m
with sunshield deployed.

Abb.: Webseite GAIA Astrium's GAIA-Satellite. Foto: Airbus Defence and Space

Die Ingenieure von Airbus Defence and Space haben zum Bau von Gaia Siliziumcarbid (SiC) gewählt, da es das einzige Material ist, das die Stabilität, die Langlebigkeit und die Leichtigkeit der Sonde gewährleisten kann. Siliziumcarbid ist das Herzstück eines einzigartigen Industriezweigs, der sich um Toulouse (Frankreich) herum angesiedelt hat. Airbus Defence and Space und sein Partner Boostec, ein innovativer mittelständischer Betrieb, ist es gelungen, im Zuge der Umsetzung von Weltraumprojekten einen regelrechten Wirtschaftszweig zu gründen, der inzwischen von Erfolg gekrönt ist. Das in der Region Midi-Pyrénées erzeugte Siliziumcarbid wird in die gesamte Welt exportiert.

Die in Gaia eingesetzte Spitzentechnologie ist jedoch nicht auf Siliziumcarbid beschränkt. So wird für die Lageregelung der Sonde ein Kaltgas-(Stickstoff-)Triebwerk genutzt, mit dem die Richtleistung kontinuierlich mit der erforderlichen Genauigkeit geregelt werden kann.

Gaia wird ebenfalls einen „fotografischen“ Sensor mit bisher unerreichter Genauigkeit verwenden. Stellen Sie sich die Qualität Ihrer Urlaubsfotos vor, wenn Sie eine Kamera mit einer Milliarde Pixel hätten!

Mit dieser Technologie wird Gaia ausgestattet sein. Die gigantische Fokalebene besteht aus 106 CCD-Detektoren mit jeweils neun Millionen Pixel. Diese CCDs sind dank Videoelektronik mit mehreren Modi durch Anpassung ihrer Spektralempfindlichkeit und durch ihren Lesemodus auf ihre jeweilige Aufgabe (astrometrische, photometrische oder spektroskopische Messungen) spezialisiert.

Zur Entwicklung und Umsetzung von Gaia hat Airbus Defence and Space ihr gesamtes in wissenschaftlichen Großprojekten für die ESA – z. B. der Wegbereiter Hipparcos oder Herschel – erworbenes Know-how eingesetzt.

Für Herschel haben die Airbus Defence and Space-Teams nicht nur den Spiegel des Teleskops (mit 3,5 Meter Durchmesser ist es das größte und leistungsfähigste Teleskop im Orbit) bereits unter Verwendung von Siliziumcarbid entwickelt, sondern auch die gesamte Nutzlast, darunter den größten bis dahin gebauten Kryostaten. Der Kryostat ist ein riesiger mit Helium gefüllter „Tank“, der die Detektoren der wissenschaftlichen Instrumente des Satelliten auf -271°C , nahe dem absoluten Nullpunkt, abkühlt.

Ein Team europäischer Astrometrie-Spezialisten wird die Auswertung der erfassten Gaia-Daten übernehmen und damit einen wesentlichen Beitrag zum tieferen Verständnis des Universums sowie der Struktur und Entstehung unserer Galaxie leisten.

Zur Auswertung der Daten werden derzeit multidimensionale stellarstatistische Methoden entwickelt, um Informationen über die Struktur und Entwicklung unserer Galaxis zusammenzustellen und für Modellrechnungen aufzubereiten. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Erstellung dreidimensionaler Modelle der Milchstraße und ihrer näheren Umgebung. Hierbei interessieren sich die Astronomen insbesondere für die räumliche sowie die Geschwindigkeitsverteilung der Sterne in den Spiralarmen unserer Galaxis und im galaktischen Halo, einer sphärischen Ansammlung von Kugelsternhaufen, alten Sternen und dünnem Gas. Es wird erwartet, dass die umfangreiche Datenmenge von Gaia Antworten zu zahlreichen Fragen liefert, zum Beispiel:

- Ist die Milchstraße das Produkt eines Kannibalismusprozesses, besteht sie also aus vielen eingefangenen Zwerggalaxien?
- Wenn ja, welche Eigenschaften hatten die zerrissenen Galaxien und wann wurden sie von der Milchstraße verschlungen?
- Welche Materieströme gibt es in der Milchstraße als Relikte der Verschmelzungsprozesse?
- Wie entstehen die Spiralarme im Detail?
- Wie verlief die Geschichte der Sternen-Entstehung in der Milchstraße?

Das umfangreiche Datenmaterial von Gaia wird sich auf alle wichtigen Bereiche der astronomischen Forschung auswirken. So ermöglicht die sehr hohe Messgenauigkeit beispielsweise experimentelle Tests der Allgemeinen Relativitätstheorie. Ab 2014 werden erste Zwischenergebnisse der Mission verfügbar sein. Die endgültigen Ergebnisse werden allerdings erst im Jahre 2021 erwartet.

10.5 Airbus Defence and Space: Ein einzigartiges Unternehmen

Kirsten Leung, Annika Czurgel

Bremen überzeugt seit über 90 Jahren als Wissenschaftsstandort. Vom Schiffbau über den Flugzeugbau bis hin zum Bau von Weltraumstationen und Raketenstufen reicht das Spektrum höchster technischer Erfolge in der freien Hansestadt. Dabei zählt der Standort in der Luft- und Raumfahrtbranche zu den produktivsten Regionen Europas. Eines der wichtigsten ansässigen Raumfahrtunternehmen ist Airbus Defence and Space.

Wie alles begann ...

Die norddeutschen Traditionsfirmen Focke-Wulf, Hamburger Flugzeugbau und Weser Flugzeugbau gründeten 1961 den „Entwicklungsring Nord“. Unter dem Namen ERNO machte sich das Unternehmen schnell einen Namen in der internationalen Raumfahrt. Somit begann das Raumfahrtzeitalter in Bremen.

Der Aufbau des Raumfahrtstandortes Bremen ging einher mit der Dynamik der Raumfahrtentwicklung in Deutschland und Europa. Waren es zunächst die Trägerraketenprogramme Europa und Ariane, die von der Bremer Ingenieurskunst profitierten, kamen bald Aktivitäten in den Bereichen Satelliten, Triebwerke und vor allem auch in der bemannten Raumfahrt und Robotik hinzu. Raumfahrt „made in Bremen“ war und ist bis heute weltweit gefragt und steht für Innovation, Qualität und Zuverlässigkeit. Projektnamen wie Ariane, Spacelab, EURECA, Columbus oder ATV sind untrennbar mit der Raumfahrtkompetenz des Standortes verbunden.

Das Ariane Programm

Wer den Weltraum nutzen will, braucht den Zugang zum All. Seit den Anfängen der europäischen Raumfahrt stand das strategische Interesse an einem eigenen Zugang zum Weltraum an vorderster Stelle. Mit der Ariane-Rakete besitzt Europa den Schlüssel zur unabhängigen Nutzung des Alls.

Airbus Defence and Space Bremen ist seit Beginn des Ariane-Programms an der Entwicklung und Produktion der europäischen Trägerrakete beteiligt. Als Hauptauftragnehmer ist Airbus Defence and Space verantwortlich für die Lieferung des kompletten, getesteten Trägers an die Betreiber-



Abb.: Die Ariane 5 auf dem Startplatz in Kourou, Französisch Guayana. Foto: Airbus Defence and Space

gesellschaft Arianespace. Mehr als 10.000 Mitarbeiter in vielen europäischen Unternehmen arbeiten in effizienter Arbeitsteilung an diesem Programm. Vom Standort Bremen stammt die Oberstufe der Ariane 5, ein technologisches Meisterwerk, das Nutzlasten mit einer Präzision im Orbit absetzt, die weltweit seinesgleichen sucht. Sechs bis acht Oberstufen verlassen jährlich den Standort und werden zum europäischen Weltraumbahnhof Kourou in Französisch Guayana verschifft.

Mittlerweile steht Ariane nicht nur für die Unabhängigkeit Europas im Raumtransport, sondern auch für wirtschaftlichen Erfolg in der Raumfahrt. Mehr als 200 Ariane-Raketen sind bisher mit hoher Zuverlässigkeit gestartet. Ariane 5 ist zudem der einzige Träger, der Doppelstarts in den geostationären Orbit durchführen kann. Wichtige Forschungsarbeiten, Technologien und wertvolles Know-how wurden vom Standort an der Weser angestoßen.

Die Bremer System- und Entwicklungsingenieure ruhen sich aber nicht auf ihren Lorbeeren

aus. Die nächste Entwicklungsstufe, Ariane 5ME (Midlife Evolution), soll der Ariane 5 mit einer neuen, wiederzündbaren kryogenen Oberstufe noch mehr Leistungsfähigkeit bringen, um auch künftig schwerste Nutzlasten in den Orbit befördern zu können.

Bemannte Raumfahrt & Weltraumrobotik

Die Geschichte der europäischen bemannten Raumfahrt wäre ohne den Airbus Defence and Space Standort Bremen nicht denkbar. Das Spacelab-Programm begründete in den 70er- und 80er-Jahren die Kompetenz des Standortes. Heute sind Columbus und ATV sichtbare Zeichen am Sternenhimmel und stehen für das Know-how der Bremer Ingenieure in diesem Bereich.

Airbus Defence and Space hat das Columbus Labor im Auftrag der Europäischen Weltraumorganisation ESA als industrieller Hauptauftragnehmer entwickelt und gebaut. An Bord des Labors können Astronauten Experimente durchführen, die unter den Bedingungen der Schwerkraft auf der Erde so nicht möglich sind. Airbus Defence and Space ist außerdem der Hauptauftragnehmer des ATV (Automated Transfer Vehicle) im Auftrag

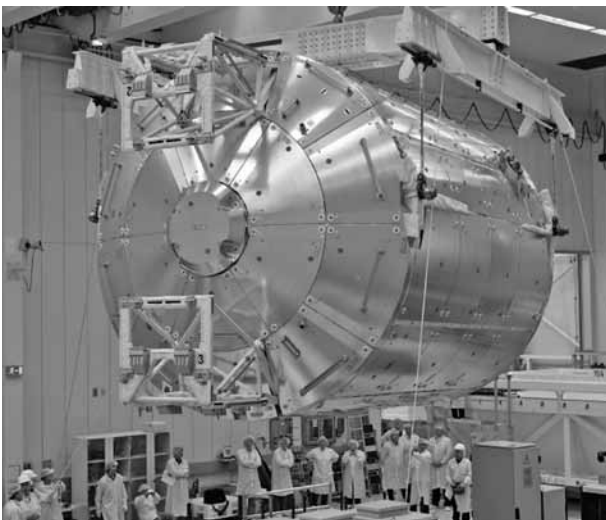


Abb.: Das Columbus Forschungsmodul bei der Integration in Bremen. Foto: Airbus Defence and Space

der ESA. Dieser unbemannte Raumtransporter, der die Internationale Raumstation mit Nachschub versorgt, startet mit der Ariane 5. Bislang konnte Airbus Defence and Space vier erfolgreiche ATV-Missionen verzeichnen. Die fünfte und letzte ATV-Mission ist für den Sommer 2014 geplant.



Abb.: Das ATV 4 im All. Foto: Airbus Defence and Space

Die Internationale Raumstation ISS ist als globales Wissenschaftsprojekt der größte von Menschen gebaute Außenposten im Weltraum. Wissenschaftler und Ingenieure aller großen Industrieländer – USA, Russland, Japan, Kanada und Europa – sind an der ISS beteiligt. Airbus-Defence-and-Space-Mitarbeiter sind fest in das weltweite Netzwerk der vielen Tausend Menschen eingebunden, die dafür sorgen, dass die Astronauten an Bord der ISS sicher ihrer Arbeit nachgehen können.

Als Hauptauftragnehmer für das Weltraumlabor Columbus und den Raumfahrtstransporter ATV ist Airbus Defence and Space Europas industrielles Zentrum für bemannte Raumfahrt und Weltraumrobotik. Airbus Defence and Space ist für den Betrieb und die Nutzung der europäischen ISS-Anteile verantwortlich. Dazu zählen unter anderem die gesamte Missionsvorbereitung, Integration und Test aller Experimente und Nutzlasten, die Ausbildung aller Astronauten und Kosmonauten auf die europäischen Systeme, die Ausbildung des Bodenpersonals in den Kontrollzentren mit Unterstützung durch erfahrene Ingenieure und Experten, Missionsplanung und die Durchführung des Betriebs des Columbus-Kontrollzentrums in Oberpfaffenhofen und Unterstützung der europäischen Nutzerzentren sowie die komplette Wartung und Systemerweiterungen der europäischen ISS-Anteile. Im Engineering Support Center von Airbus Defence and Space stehen Ingenieure rund um die Uhr zur Verfügung, um mit ihrem Fachwissen Lösungen für kleinere und größere Probleme auf der ISS zu entwickeln. Airbus Defence and Space

zeichnet sich dabei vor allem durch seine Systemkompetenz aus. Die Robotik im Weltraum ist ein weiteres Kompetenzfeld von Airbus Defence and Space.

Bremen und die Zukunft

In Kooperation mit vielen Partnern aus der Region wird in Bremen an Raumfahrtprojekten der Zukunft geforscht. So arbeitet Airbus Defence and Space im Auftrag der ESA gemeinsam mit der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA an einem rückkehrfähigen Raumtransporter, dem MPCV, sowie an einem robotischen Mondlandungsfahrzeug.

Ob weit entfernte oder nähere Zukunft – Szenario, Studie oder Technologiedemonstrator – die Kompetenzen von Airbus Defence and Space Bremen bieten eine gute Perspektive, dass der Standort auch weiterhin ein unverzichtbarer Bestandteil der nationalen, europäischen und weltweiten Raumfahrtgemeinschaft sein wird.

Besichtigungen:

Besuche können über die Bremer Touristik-Zentrale gebucht werden.



Abb.: Luftbild vom Bremer Airbus Group Standort Foto: Airbus Defence and Space

11. Medienhinweise und Exkursionsziele

11.1 Literaturliste zum Thema „Experimentieren und Planspiele im naturwissenschaftlichen Unterricht“ / Hamburger Lehrerbibliothek – 2014

Erika Flügge

Biologieunterricht

- Bannwarth, Horst:**
Vom Stoffaufbau zum Stoffwechsel: Erkunden – Erfahren – Experimentieren / Horst Bannwarth; Bruno P. Kremer. 2. überarb. Aufl. – Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren, 2011.
- Bodenwerkstatt: Kompetenzerwerb durch Experimentieren;** Arbeitsanregungen für Kl. 3 – 10 / [Hrsg.: Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Bodenschutz/Altlasten Elisabeth Oechtering. Pädagogische Anregungen: Regina Marek]. – Stand: Mai 2009. – Hamburg: Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, 2009.
- Bühler, Tanja:**
Sinnesorgan Auge: Lernen an Stationen im Biologieunterricht; mit Kopiervorlagen und Experimenten; [Sekundarstufe I] / Tanja Bühler/Erwin Graf. – 3., [veränd.] Aufl. – Donauwörth: Auer, 2012.
- Ecopolicy: das kybernetische Strategiespiel;** die Multimedia-Version des Klassikers „Ökolopoly“; [Version 2.0] / Frederic Vester. – Unveränd. Neuaufl. – Braunschweig: Bildungshaus Schulbuchverlag, 2005.
- Experimente für den Biologieunterricht:** Erkenntnisgewinnung und kompetenzorientierte Vermittlung biologischer Inhalte / Dittmar Graf ... – München: Oldenbourg Schulbuchverl., 2013.
- Experimentieren Sie! Biologieunterricht mit Aha-Effekt:** selbstständiges, kompetenzorientiertes Erarbeiten von Lehrplaninhalten; [Sekundarstufe I] / Philipp Schmiemann; Jürgen Mayer (Hrsg.). – 1. Aufl. – Berlin: Cornelsen Schulverl., 2013.
- Geißelbrecht-Taferner, Leonore:**
Die Gemüse-Detektive: Bohne & Co. auf der Spur – mit vielfältigen Experimenten, Spielen, Bastelaktionen, Geschichten und Rezepten durch das Jahr / Leonore Geißelbrecht-Taferner. Ill. von Kasia Sander. – Münster: Ökotopia-Verl., 2007. Diesmal geht es um vielfältige Entdeckungen mit allen Sinnen, die Kinder (von 4 bis 10 Jahren) bei der Beschäftigung mit beliebten Gemüsesorten von der Saat bis zur Ernte machen (vgl. auch von der Autorin „Die Garten-Detektive“, BA 5/05). Die einzelnen Kapitel über Bohnen und Erbsen, Gurke, Karotte, Kartoffel, Kürbis, Mais, Salat und Kraut, Tomaten und Zwiebel beginnen jeweils mit einer Beschreibung der Pflanze. Es folgen Anleitungen und Hinweise für Experimente und Pflanzaktionen im Haus (Balkon oder Fensterbank) und Garten, Basteln, Spielen und Kochen. Kurze Geschichten und einige Lieder (mit Noten und mehrstimmige Begleitangaben). Mit informativen, lustigen und anschaulichen Farbillustrationen, differenziertem Register und Literaturhinweisen. Trotz vieler Aktionsbücher in und mit der Natur wird der thematisch originelle und lehrreiche Band empfohlen für die Beschäftigung mit Kindern in Familie, Kindergarten, Kita und Grundschule.
- Gene – Vergangenheit und Zukunft des Lebens:** Fragestellungen – didaktisch-methodische Hinweise – Experimente – Materialien / Hessisches Landesinstitut für Pädagogik, HeLP, Wiesbaden. Mit einem Beitr. von Ulrich Kattmann. Autoren/Red.: Brigitte Werber; Lutz Stäudel. – 1. Aufl. – Wiesbaden: HeLP, Zentralstelle Publikationsmanagement, 2000.
- Graf, Erwin:**
Atmung: Lernen an Stationen im Biologieunterricht; [mit Kopiervorlagen und Experimenten; Sekundarstufe I] / Erwin Graf. – 1. Aufl. – Donauwörth: Auer, 2013.

Graf, Erwin:

Sinnesorgan Ohr: Lernen an Stationen im Biologieunterricht der Sekundarstufe I; mit Kopiervorlagen und Experimenten / Erwin Graf. – 1. Aufl. Donauwörth: Auer, 2013.

Graf, Tanja:

Das Immunsystem: Lernen an Stationen im Biologieunterricht; Mit Kopiervorlagen und Experimenten / Tanja Graf; Erwin Graf. – 1., Aufl. – Donauwörth: Auer, 2010.

Kelnberger, Marianne:

Rund ums Auge: Unterrichtsskizzen, Experimentierkarten, Spielanleitungen, Probesteinchen, Fächerverbindungen zu Deutsch, Englisch, Kunst/Werken, Musik und Sport / Marianne Kelnberger. Puchheim: pb-Verl, 2008.

Kremer, Bruno P.:

Pflanzen in Aktion erleben: 100 Experimente und Beobachtungen zur Pflanzenphysiologie / Bruno P. Kremer; Horst Bannwarth. – Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren, 2008.

Säugetiere: [über 70 der beliebtesten und wichtigsten Arten; mit vielen Basteltipps und Experimenten] / David Burnie. [Übers. Eva Weyandt]. – Starnberg: Dorling Kindersley, 2003.

Sapper, Norbert:

Einfache biologische Experimente: ein Handbuch – nicht nur für Biologen / Norbert Sapper; Helmut Widhalm. – 1. Aufl. Nachdr. – [Stuttgart; Düsseldorf; Leipzig]: Klett; Wien: öbv und hpt, 2000.

Sapper, Norbert:

Einfache biologische Experimente: ein Handbuch – nicht nur für Biologen / Norbert Sapper; Helmut Widhalm. – 1. Aufl. Nachdr. – [Stuttgart; Düsseldorf; Leipzig]: Klett; Wien: öbv und hpt, 2001.

Schmetterlinge: [über 40 der schönsten und wichtigsten Arten; mit vielen Basteltipps und Experimenten] / John Feltwell. [Ill. Brian Hargreaves ... Aus dem Engl. von Eva Weyandt]. – Starnberg: Dorling Kindersley, 2003.

Steinecke, H.:

Kleine botanische Experimente / H. Steinecke; I. Meyer. – 1. Aufl. – Frankfurt am Main: Deutsch, 2005.

Umweltspürnasen: Tümpel und Teich; entdecken – erforschen – experimentieren / Ingrid Greisenegger; Kurt Farasin. – Wien: Ueberreuter, 2002.

Chemieunterricht

Chemie? – Aber sicher!: Experimente kennen und können / Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung Dillingen. – 2. Aufl. – Dillingen: Akad. für Lehrerfortbildung und Personalführung, 2012.

Frerichs, Heike:

Chemische Experimente zu Alltagsphänomenen: Materialien für den kompetenzorientierten Chemieunterricht am Gymnasium; 7. – 10. Klasse / Heike Frerichs. – 1. Aufl. – Hamburg: Persen Verl., AAP Lehrerfachverl., 2013.

Frerichs, Heike:

Chemische Versuche aus dem Alltag: Experimente mit einfachen Mitteln; 7. – 9. Klasse / Heike Frerichs. – 1. Aufl. – Buxtehude: Persen, 2009.

Graf, Erwin:

Alkohole: Lernen an Stationen im Chemieunterricht [Mit Kopiervorlagen und Experimenten] / Erwin Graf. – 1. Aufl. – Buxtehude: Auer Verlag in AAP Lehrerfachverlag, 2011.

Graf, Erwin:

Chemie: chemische Trennverfahren und Carbonsäuren / Erwin Graf. – 1. Aufl. – Donauwörth: Auer, 2001.

Graf, Tanja:

Säuren – Laugen – Neutralisation – pH-Wert: Lernen an Stationen im Chemieunterricht; [mit Kopiervorlagen und Experimenten; Sekundarstufe I] / Tanja Graf; Erwin Graf. – 1. Aufl. – Donauwörth: Auer, 2010.

Häusler, Karl:

Experimente für den Chemieunterricht: mit einer Einführung in die Labortechnik / Karl Häusler; Heribert Rampf; Roland Reichelt. – 2., korrigierte und verb. Aufl., unveränd. Nachdr. – München: Oldenbourg, 2005.

Korn-Müller, Andreas:

Das verrückte Chemie-Labor: Experimente für Kinder / Andreas Korn-Müller. Mit Bildern von Alexander Steffensmeier. – Düsseldorf: Patmos-Verl., 2004.

Jedes der 21 kleinen Experimente ist mit etwas Geduld leicht ausführbar. Das garantieren die genauen, durch anregende Zeichnungen unterstützten Beschreibungen ebenso wie der Umstand, dass die benötigten Materialien im kompliziertesten Falle in jeder Apotheke verkauft werden. Die überraschenden und manchmal nützlichen Effekte wie das schnelle Wachsen von Kristallen, der neue Glanz des Kupfers, kleine Zaubereien, unerwartete Färbungen oder harmloses Feuerwerk beeindrucken, regen die Neugier an und führen über die jeweils angefügten, verständlichen, den Hintergrund sorgfältig beleuchtenden Erklärungen zu einem ersten Verständnis chemischer Vorgänge und entsprechender Techniken. Auch die eingestreuten „chemischen Rätsel des Alltags“, deren Lösungen auf der Schlussseite zu finden sind, regen zum Nachdenken an.

Der hübsche Band kann Kindern ab 10 nachdrücklich empfohlen werden. – 21 genau beschriebene kleine Experimente, die mit meist einfachen Mitteln leicht nachvollziehbar sind und über die verständlichen Erklärungen zu ersten Einsichten in chemische Vorgänge führen. Ab 10.

Korthaase, Sven:

Wunderbare Experimente für den Chemieunterricht: Lehrplanthemen effektiv inszenieren; [mit Kopiervorlagen] / Sven Korthaase. – 1. Aufl. – Donauwörth: Auer, 2008.

NATEX – aus PISA lernen: Kompetenzförderung durch experimentelle Aufgaben / Behörde für Bildung und Sport. [Red.: Marlon Körper ...]. – Hamburg: LI, 2006.

Praktikum experimentelle Schulchemie: Sek. 1; Ratschläge Sicherheit und Entsorgung, Umgang mit Gasflaschen, Umgang mit elektrischen Messgeräten / Peter Haupt (Hrsg.). [Mit Beitr. von Claudia Berger; Marco Beeken; Matthias Ducci; Nina Dunker; Martin Fach; Hilke Fickenfrerichs; Alfred Flint; Bolko Flintjter; Julia Freyenberg ...]. – Stand: Oktober 2012. – Oldenburg: Univ., Didaktisches Zentrum, 2012.

Roesky, Herbert W.:

Glanzlichter chemischer Experimentierkunst / Herbert W. Roesky. – Weinheim: Wiley-VCH, 2006. – XIV, 222 S.: zahlr. Ill., graph. Darst.

Der Autor ist bekannt durch seine Experimentieranleitungen „Chemische Kabinettstücke“ (BA 3/95) und „Chemie en miniature“ (BA 5/99), die sich besonders durch die ganzheitliche Betrachtungsweise des jeweils beschriebenen chemischen Versuchs unter historischen, philosophischen, wissenschaftlichen und ästhetischen Aspekten auszeichnen. Auch im vorliegenden Band kommt der Chemiebegeisterte (aber auch der, der erst noch begeistert werden muss!) bei jedem der mehr als 80 Experimente auf seine Kosten. Und dies bereits schon bei der Lektüre. Von den Versuchen sind einige ohne große Mühe auch daheim durchzuführen. So beispielsweise „Errötender Pfefferminztee“, „Rotwein als Farbindikator“, „Strom aus der Bierdose“ oder „Münchhausen – die fliegende Styroporkugel“. Sehr reich bebildert mit durchweg farbigen, größtenteils sehr effektvollen Fotos.

Romunde, Brigitte:

Einfaches Experimentieren nach Fotos: 10 Versuche für den Chemieunterricht; [Förderschule, 5. – 9. Klasse] / Brigitte Romunde. Unter Mitwirkung von Ingrid Klimm. – Buxtehude: Persen, 2009.

Schwedt, Georg:

Chemie für alle Jahreszeiten: einfache Experimente mit pflanzlichen Naturstoffen / Georg Schwedt. – Weinheim: Wiley-VCH, 2007.

Schwedt, Georg:

Experimente mit Supermarktprodukten: eine chemische Warenkunde / Georg Schwedt. – 2., korrigierte und aktualisierte Aufl. – Weinheim: Wiley-VCH, 2003.

Schwedt, Georg:

Experimente rund ums Kochen, Braten, Backen / Georg Schwedt. – Weinheim: Wiley-VCH, 2004. – XI, 199 S.: Ill., graph. Darst.

Schwedt, Professor für anorganische und analytische Chemie, wurde durch seine sorgfältig erarbeiteten Experimentierbücher einem größeren Kreis bekannt (zuletzt „Chemische Experimente in Schlössern, Klöstern und Museen“, BA 3/03). Hier beschäftigt er sich mit den ver-

schiedenen Garverfahren nach dem Motto „Die Küche – ein chemisches Laboratorium“. Voraus geht eine Einführung „Von der Kochkunst zur Lebensmittelchemie“. Die verschiedenen Gärungsarten teilt er ein in Garen mit Wasser oder Wasserdampf, mit Fett, in trockener Hitze (Mikrowelle, Grillen) und ohne Hitze (durch Zusatz von Salz bzw. Säuren). Dazu gibt es 111 Versuche, die genau beschrieben und hinsichtlich der chemischen Veränderungen, die meist in sichtbaren Veränderungen (oft der Farbe) bestehen, ausführlich erläutert werden. Die Küchengeräte dazu dürften überall vorhanden sein, die sonstigen Geräte gibt es in Fachgeschäften für Laborbedarf. Das Werk wird begleitet von zahlreichen alten Bildern von Küchen und Küchenszenen. Ein gelungenes Experimentierbuch, auch Chemie-Lehrern und (Hobby-)Köchen zu empfehlen.

Schwedt, Georg:

Noch mehr Experimente mit Supermarktprodukten: das Periodensystem als Wegweiser / Georg Schwedt. – Weinheim: Wiley-VCH, 2003.

Schwedt, Georg:

Die vier Gesichter des Kohlenstoffdioxids: einfache Experimente rund um das Kohlenstoffdioxid; Kopiervorlagen mit Lösungen; [Sekundarstufe 1] / Georg Schwedt. – 1. Aufl. – Augsburg: Brigg Pädagogik, 2010.

Veith, Michael:

Chemie als Experimental-Show: zum Miterleben und Selbermachen / Michael Veith; Werner Weckler; Andreas Adolf. – 1. Aufl. – Oberhausen, Rheinl.: Athena-Verl., 2006.

Wagner, Georg:

Chemie in faszinierenden Experimenten / Wagner; Kratz. – 10., völlig neu bearb. Aufl. – Köln: Aulis-Verl. Deubner, 2005.

Wenck, Helmut:

Katalyse – Biokatalyse: Konzept, Experiment, Anwendung / von Helmut Wenck und Kerstin Höner. – Köln: Aulis-Verl. Deubner, 2001.

Wertenbroch, Wolfgang:

Lernwerkstatt Chemie um uns herum: Informationen, Experimente, Arbeitsaufträge; mit Lösungen / Wolfgang Wertenbroch. – 1. Aufl. – Kerpen: Kohl, 2010.

Wunderlin, Ulrich:

Experimente zu einem prozessorientierten Chemieunterricht: Von den Phänomenen zur Übersicht der Welt der Stoffe und Prozesse. Von der Wandlungskraft des Feuers. Von der Wirkungskraft des Lichts. Von der Verdauungskraft / Ulrich Wunderlin. – 1. Aufl. – Gerlingen, Württ: DMZG Druck- und Medienzentrum Gerlingen, 2011.

Physikunterricht

Bäckermann, Peter:

Fördern Freihandversuche als Hausaufgabe in der Selbstwahrnehmung der Schülerinnen und Schüler das situationale Interesse an physikalisch-technischen Phänomenen? Eine Untersuchung im Naturwissenschaften/Technik-Unterricht in einer 5. Klasse am Gymnasium / Peter Bäckermann, 2006. Hamburg, Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung, Hausarbeit, 2. Staatsprüfung, Lehramt an Volks- und Realschulen.

Bredthauer, Wilhelm:

Impulse Physik Experimente: Sekundarstufe I / 1. Aufl., Stuttgart [u.a.]: Klett, 2012.

Eckert, B.:

Low cost – high tech: Freihandversuche Physik; Anregungen für einen zeitgemäßen Unterricht / Köln: Aulis-Verl. Deubner, 2000.

Hauschildt, Tonio:

Inwieweit fördert selbstständiges Experimentieren das Verständnis von Energieumwandlungen? Ein Unterrichtsversuch im Fach Physik in der 9. Klasse eines Gymnasiums. 2011.

Hamburg, Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung, Abteilung Ausbildung, Hausarbeit, 2. Staatsprüfung, Lehramt an Gymnasien.

Höchstetter, Dominik:

Inwiefern können durch einen induktiven, experimentellen Ansatz Schülervorstellungen zum Thema Auftrieb verändert werden? Ein Unterrichtsversuch in einer 10. Klasse eines Gymnasiums. 2006.

Hamburg, Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung, Hausarbeit, 2. Staatsprüfung, Lehramt Oberstufe/Allgemeinbildende Schulen.

Kaptein, Silke:

Rätselhafte Physik: Rätsel – Versuche – Spiele; Kopiervorlagen mit Lösungen / Silke Kaptein. 1. Aufl. Donauwörth: Auer, 2001.

Kieninger, Martina:

Physik mit 4- bis 6-Jährigen: Kinder entdecken Naturwissenschaften; 1. Aufl. Berlin [u.a.]: Cornelsen-Scriptor, 2008; **Inhalt:** Behutsam und spielerisch werden die Kinder mit einfachen Experimenten an Naturwissenschaften und Technik herangeführt. So sollen Neugier und Forscherdrang geweckt werden.

Korthaase, Sven:

Magische Experimente für den Physikunterricht: Lehrplanthemen effektiv inszenieren; mit Kopiervorlagen / Sven Korthaase. 1. Aufl. Donauwörth: Auer, 2010.

Kramer, Martin:

Naturphänomene: im Spiel die Physik erforschen / Martin Kramer, Köln: Aulis-Verl. Deubner, 2007.

Kuhn, Wilfried (Hrsg.):

Handbuch der experimentellen Physik: Sekundarbereich II; Ausbildung – Unterricht – Fortbildung / Hrsg.: Wilfried Kuhn

Bd. 1: Mechanik / verf. von Horst Harreis ... Köln: Aulis-Verl. Deubner, 2006

Bd. 2: Thermodynamik / verf. von Regina Butt ... Köln: Aulis-Verl. Deubner, 2004

Bd. 3: Festkörperphysik / verf. von Bodo Eckert Köln: Aulis-Verl. Deubner, 2000

Bd. 7: Elektrizitätslehre III: Elektronik / verf. von Michael Bacher ... Köln: Aulis-Verl. Deubner, 2001

Bd. 9: Kerne und Teilchen I / verf. von Manfred Bormann ... sonst. Personen: Bormann, Manfred; Kuhn, Wilfried, Köln: Aulis-Verl. Deubner, 2000

Bd. 10: Kerne und Teilchen II / verf. von Manfred Bormann ... – Köln: Aulis-Verl. Deubner, 2001.

Lay, Peter:

Die Physik der Pharaonen: prähistorische Erfindungen experimentell erleben / Peter Lay Sonst. Personen: Lay, Peter Poing: Franzis, 2000.

Ludwig, Oliver Marco:

Mathematik, Physik: Protokoll und Experiment; Kopiervorlagen Sek 1 / Oliver Marco Ludwig ... 1. Aufl. Stuttgart [u.a.]: Klett, 2007.

Meyn, Jan-Peter:

Grundlegende Experimentiertechnik im Physikunterricht / von Jan-Peter Meyn – 2., aktualisierte Aufl. München: Oldenbourg Verl., 2013.

Pape, Christian:

Können Schüler durch selbst verfasste Regeln die Experimentierphasen im Physikunterricht strukturieren? Ein Unterrichtsversuch in einer 9. Realschulklasse / Christian Pape, 2000. Hamburg, Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung, Hausarbeit, 2. Staatsprüfung, Lehramt an Grund- und Mittelstufe.

Peters, Klaus-Heinrich:

Ist die Methode „lautes Denken“ geeignet, den Lernerfolg von Schülerexperimenten im Physikunterricht zu steigern? Ein Unterrichtsversuch mit zwei 7. Klassen im Physikunterricht an einer Gesamtschule / Klaus-Heinrich Peters. 2007 Hamburg, Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung, Hausarbeit, 2. Staatsprüfung.

Petersen, Olaf:

Wie kann Offenes Experimentieren zu einem schülerorientierten Lernen in Physik führen? Ein Unterrichtsversuch in einer 8. Realschulklasse zur Optik / Olaf Petersen. 2005.

Hamburg, Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung, Hausarbeit, 2. Staatsprüfung, Lehramt an Volks- und Realschulen.

Physikalische Freihandexperimente / [diese Sammlung entstand unter Mitarb. von: Clemens Berthold ... Koordination: Helmut Hilscher Aulis-Verl., 2012.

Richter, Andreas:

Inwiefern ist der **Einsatz eines virtuellen Experiments** geeignet, Schüler zur selbstständigen Erarbeitung der Frage nach Art und Eigenschaften radioaktiver Strahlung zu aktivieren? Ein Unterrichtsversuch im Fach Physik in einer 10. Klasse eines Hamburger Gymnasiums 2006.

Hamburg, Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung, Hausarbeit, 2. Staatsprüfung, Lehramt Oberstufe / Allgemeinbildende Schulen.

Schwalbe, Heide-Lore:

Physikalische Experimente mit Überraschungen: Lernen an Stationen im Physikunterricht;

Kopiervorlagen mit Lösungen / Heide-Lore Schwalbe. 1. Aufl. Donauwörth: Auer, 2003.

Tesch, Maike:

Das Experiment im Physikunterricht: didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie / vorgelegt von Maike Tesch 210, XX S.: graph. Darst.; Schriftenreihe: Studien zum Physik- und Chemielernen. – Berlin: Logos-Verl., 2005.

Traupe, Martin:

Inwiefern lassen sich ausgewählte **Schülerfehlvorstellungen in der Akustik** durch geeignete Schülerexperimente korrigieren? Untersuchung einer Unterrichtssequenz im Physikunterricht in einer siebten Klasse eines Gymnasiums 2006 Hamburg, Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung, Hausarbeit, 2. Staatsprüfung, Lehramt an Volks- und Realschulen.

Ucke, Christian:

Spiel, Physik und Spaß: Physik zum Mitdenken und Nachmachen / Christian Ucke und H. Joachim Schlichting 1. Aufl., 1. Nachdruck. Weinheim: Wiley-VCH, 2012.

Valadares, Eduardo de Campos:

Isaac Newton: Biographie mit Freihandversuchen 1. Aufl., Köln: Aulis Verl. Deubner, 2009.

Valadares, Eduardo de Campos:

Spaß mit Physik: kreative Versuche für Schule und Freizeit. [Dt. Übers.: Friederike Wolff Valadares und Hans Teetzmann], 3. stark erw. und überarb. Aufl.; Köln: Aulis-Verl. Deubner, 2009.

Vennemann, Gabriele:

Vermuten, Beobachten, Erklären in der 1. Klasse? Physikalische Experimente zu den Themen Wasser, Luft und Feuer / Gabriele Vennemann 2006.

Hamburg, Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung, Hausarbeit, 2. Staatsprüfung, Lehramt an Grund- und Mittelstufe.

Vogt, Ulrike:

Offenes Experimentieren in der Sekundarstufe I: ein Unterrichtsversuch in einer 9. Klasse des neunjährigen Gymnasiums / Ulrike Vogt, 2004 Hamburg, Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung, Hausarbeit, 2. Staatsprüfung, Lehramt an Gymnasien.

Weke, Anne-Katrin:

Inwieweit sind **gestufte Hilfen im Physikunterricht** geeignet, Schülerinnen und Schüler in der eigenständigen Planung von Versuchen zu unterstützen? Ein Unterrichtsversuch in einer 6. Klasse einer Hamburger Stadtteilschule 2011.

Hamburg, Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung, Abteilung Ausbildung, Hausarbeit, 2. Staatsprüfung, Lehramt an der Primarstufe und der Sekundarstufe I (LAPS).

Wilke, Hans-Joachim (Hrsg.):

Elektrizitätslehre, Optik, Mechanik, Thermodynamik, Kernphysik, Relativitätstheorie: Experimente für die Sekundarstufe II / Hrsg. von Hans-Joachim Wilke. [Autoren: Wolfgang Krug ...].

1. Aufl. Berlin: Volk und Wissen Verl., 2002.

Fächerübergreifend

Janning, Lars:

Wasser: selbstständiges Experimentieren lernen in Klassenstufe 5/6; Anregungen zum kompetenzorientierten Unterricht / [Autor Lars Janning]

Hamburg: Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Schule und Berufsbildung, Landesinst. für Lehrerbildung und Schulentwicklung, 2009.

Kahlert, Joachim; Demuth, Reinhard (Hrsg.):

Luft, schwimmen und sinken, Elektrizität, Magnetismus, Feuer, Schall: **Einfache Versuche zum Verständnis physikalischer und chemischer Zusammenhänge.** Köln: Aulis-Verl. Deubner, 2007.

Kahlert, Joachim; Demuth, Reinhard (Hrsg.):

Stoffe und ihre Eigenschaften, Energie, Licht und Sehen, Spiegel, Wetter, Nahrung: **Einfache Versuche zum Verständnis physikalischer und chemischer Zusammenhänge.** Köln: Aulis-Verl. Deubner, 2008.

.

Krekeler, Hermann:

Neue spannende Experimente: [total easy] Ravensburg: Ravensburger Buchverl., 2011.

Wilke, Hans-Joachim:

Vom Experimentieren und dem Entstehen der Naturwissenschaften. Berlin: Volk-und-Wissen-Verl.; Teilw.: Berlin: Cornelsen, 2005, 80 S.: zahlr.

Ill., Kt. Gesamttitel: Naturwissenschaften
36 einfache Experimente für den naturwissenschaftlichen Unterricht: [Sekundarstufe I].
 1. Aufl. Donauwörth: Auer, 2010.
 Schriftenreihe: Auer macht Schule.

Zeitschriftenaufsätze

Abels, Simone: Differenzierung und Individualisierung. Individuelle Lernvoraussetzungen als Orientierung für die Unterrichtsplanung.

In: Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie, 24 (2013) 135, S. 31–35 – ISSN: 0340–5479; 0946–2139.

[Wie lässt sich Chemieunterricht anhand individueller Lernvoraussetzungen planen? Am Beispiel einer Unterrichtseinheit zum Thema „Stoffeigenschaften“ werden Strategien aus der Sonderpädagogik vorgestellt, die Prinzipien wie Differenzierung und Individualisierung berücksichtigen. Die individuellen Lernvoraussetzungen werden zunächst dokumentiert und pädagogische Konsequenzen sowohl für den Unterricht als auch für das Vorgehen beim Experimentieren formuliert].

Belova, Nadja; Stuckey, Marc; Feierabend, Timo; Marks, Ralf; Menthe, Jürgen; Eilks, Ingo: Schüler über den Klimawandel diskutieren lassen. Lassen sich so Kommunikations- und Bewertungskompetenz fördern? In: Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie, 23 (2012)

[Fragen der Besteuerung verschiedener Energieträger oder von verändertem Konsumverhalten können nicht allein durch die Naturwissenschaften beantwortet werden, jedoch im naturwissenschaftlichen Unterricht im Rahmen eines Rollen- oder Planspiels diskutiert werden. Es wird reflektiert, auf welchem Niveau Schülerinnen und Schüler über ein Thema wie den Klimawandel diskutieren und welchen Beitrag Rollen- und Planspiele im Chemieunterricht der Sek. I für die Förderung von Kommunikations- und Bewertungskompetenzen leisten können (Original übernommen).]

Fechner, Sabine; Schüttler, Susanne: Experimentieren lernen auf Englisch – geht das?! Ein bilingual ausgerichtetes Chemieprojekt zur Vermittlung des Erkenntniswegs im Film.

In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht, 66 (2013). [Der bilinguale Chemieunterricht ist in Deutschland im Vergleich zu anderen Fächern fast non-existent. Fragt man Schulpraktiker nach dem Grund, so werden die ohnehin überfrachteten Lehrpläne und die fachinhärente Komplexität angeführt. Dennoch spielt die Fremdsprache im Hinblick auf eine berufsorientierte Anwendung als lingua franca eine herausragende Rolle.

Das vorgestellte Projekt zeigt einen Ansatz auf, der Lernende der 8. Klasse in einer fachübergreifenden Projektwoche an naturwissenschaftliches Arbeiten gewöhnt und dabei die Arbeitssprache Englisch einführt.]

Feierabend, Timo; Eilks, Ingo: Der Klimawandel vor Gericht – ein Projekt zur Förderung ökologischer Bewertungskompetenz von Jugendlichen: Erste Ergebnisse der Arbeitsgruppe Chemie. – Aus: Höttecke, Dietmar (Hrsg.): Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomenen und Systematik.

Jahrestagung in Dresden 2009. Münster: Lit Verl. (2010), S. 511–513

Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. 30; Jahrestagung / Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. 2009 – ISBN: 978–3–643–10585–1

[Der Klimawandel vor Gericht – ein Projekt zur Förderung ökologischer Bewertungskompetenz von Jugendlichen: Erste Ergebnisse der Arbeitsgruppe Chemie.

Durch die Verabschiedung der KMK-Bildungsstandards sind die Kompetenzbereiche Kommunikation und Bewertung stärker in den Blickpunkt von Schule gerückt.

Am Beispiel des seit langem kontrovers diskutierten Themas Klimawandel wird im Rahmen eines interdisziplinären Projektes von Chemie, Physik, Biologie und Politik Unterricht für die Sekundarstufe I entwickelt. Gemeinsames Entwicklungsdesign ist über alle Fächer hinweg die partizipative Aktionsforschung, d.h. Fachdidaktiker entwickeln gemeinsam mit Lehrkräften in einem zyklischen Prozess Unterricht. Gemeinsam ist den Fächern auch die Methode des Rollen- bzw. Planspiels.

Vorgestellt werden erste Ergebnisse der Chemiegruppe. Dazu gehören neben dem Forschungsansatz, die Unterrichtsreihe und Einblicke in den Stand der Erprobungen.]

Geers, Marita; Sieve, Bernhard; Schanze, Sascha: Feinstaubproblematik und Umweltzone. Materialien für eine Kontroverse im Chemieunterricht. In: Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie, 23 (2012) 127, S. 15–21 – ISSN: 0340-5479; 0946-2139

Höttecke, Dietmar; Mrochen, Maria: Der Klimawandel vor Gericht – Ein Projekt zur Förderung ökologischer Bewertungskompetenz von Jugendlichen: Erste Ergebnisse der Arbeitsgruppe Physik. – Aus: Höttecke, Dietmar (Hrsg.): Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik. Jahrestagung in Dresden 2009. Münster: Lit Verl. (2010), S. 514–516 – Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. 30; Jahrestagung / Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. 2009 – ISBN: 978-3-643-10585-1

Im von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projekt arbeiten Lehrer/innen und Forscher/innen gemeinsam an der Entwicklung, Erprobung und schrittweisen Implementation von Unterrichtseinheiten zur Förderung von Bewertungskompetenz. Ökologische Themen, insbesondere Treibhauseffekt und Klimawandel, werden dabei zu inhaltlichen Schwerpunkten des jeweiligen Fachunterrichts (Höttecke et al. im GDCP-Tagungsband 2009, S. 413ff). Das Poster berichtet über die Arbeitsergebnisse des Physik-Lehrersets. Es wurde ein am Erwerb von Fachwissen über den Treibhauseffekt orientierter Lernzirkel für die Sek. I entwickelt. Daran schließt sich ein Planspiel an, in dem eine Sitzung der Europäischen Kommission simuliert wird. Die Kommission soll eine fundierte Entscheidung zu der Frage fällen, ob der Transport von Obst mit dem Flugzeug wegen seiner klimaschädlichen Wirkung sanktioniert werden soll. Sie lässt sich von verschiedenen Fachexperten beraten, die sowohl normatives als auch empirisches Wissen und institutionell bedingte Interessen in die Spielsituation einbringen. Das Planspiel simuliert damit die Anwendung fachlichen Wissens in einer komplexen Bewertungssituation, in der Bewertungen unter hohem Loyalitäts- und Einigungsdruck vorgenommen werden müssen. Komplexe naturwissenschaftliche und gesellschaftliche Prozesse sollen in ihrer Vernetztheit erfahren werden.]

Kizil, Anja; Kattmann, Ulrich: Lehrervorstellungen zum Experimentieren im Biologieun-

terricht. Aus: Bernholt, Sascha (Hrsg.): Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht. Berlin u.a.: Lit (2012), S. 530–532 – Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. 32; Jahrestagung / Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. 2011 – ISBN: 978-3-643-11527-0

[Zum Kern naturwissenschaftlicher Bildung gehören die Inhalte und Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung, deren Schwerpunkt das Experimentieren bildet. Schülerinnen und Schüler sollen dabei lernen, wie naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden und wodurch naturwissenschaftliche Methodik und Aussagen charakterisiert sind. Bisher fehlen Untersuchungen, mit denen die Vorstellungen von Biologielehrkräften zur Strukturierung von experimentellem Biologieunterricht erfasst werden. Ziel dieser Forschungsarbeit ist es daher, Lehrervorstellungen zum Experimentieren im Biologieunterricht zu beschreiben und zu analysieren. Der Biologieunterricht erfahrener Lehrkräfte, in dem zum einen Schülerexperimente zum Einsatz kommen sollen und der zum anderen naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen widerspiegeln soll, wird videografiert. Anschließend finden mit den Lehrkräften Interviews mit der Methode des „stimulated recall“ statt und es werden die Schülerinnen und Schüler anhand von halboffenen Aufgaben zum videografierten Unterricht befragt.]

Krüger, Birthe; Tausch, Michael W.: Coffein – Bestimmung. Ein Messexperiment zur Dopingleistung. – In: Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule, 61 (2012) 6, S. 5–8 – ISSN: 0177-9516; 1617-5638

[Das Vorgehen bei einer analytischen Aufarbeitung einer Dopingkontrolle erfordert Sorgfalt, Genauigkeit und theoretisches Verständnis beim Experimentieren. Diese Kompetenzen können bei dem Messexperiment Coffein – Bestimmung gelernt und geübt werden.]

Meier, Monique; Wellnitz, Nicole: Beobachten, Vergleichen und Experimentieren mit Wasserflöhen. Biologische Erkenntnismethoden praktisch anwenden. –

In: Praxis der Naturwissenschaften – Biologie in der Schule, 62 (2013) 1, S. 4–10 – ISSN: 0177-8382; 1617-5697

[Im Vordergrund des Beitrages steht die Förderung von Kompetenzen der naturwissenschaftli-

chen Erkenntnisgewinnung, welche am Beispiel des Wasserfloh über den Einsatz eines prozessbegleitenden Kartenlegspiels erlernt und auf verschiedenen Kompetenzniveaus gefördert werden können. Hierbei bekommen die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, Wasserflöhe über Beobachtungen, Vergleiche und Experimente hinsichtlich verschiedener biologischer Phänomene zu untersuchen.]

Menthe, Jürgen: Bewertungskompetenz mit Methode. Entscheidungsplanspiele zur Förderung des Urteilens und Bewertens. –

In: Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie, 23 (2012) 127, S. 22–25 – ISSN: 0340–5479; 0946–2139

Schmitt-Sody, Barbara; Kometz, Andreas: Experimentieren mit Förderschülern. Erfahrungen aus dem Schülerlabor NESSI-Lab. –

In: Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie, 24 (2013) 135, S. 40–44 – ISSN: 0340–5479; 0946–2139

[Auch Schülerlabore müssen sich den neuen Klassenzusammensetzungen durch Inklusion anpassen und Förderschülerinnen und -schüler bei der Erstellung von Experimentieranleitungen berücksichtigen. Am Beispiel von Experimentieranleitungen zum Thema „Mini-Lavalampe“ werden die Kriterien aufgezeigt (z. B. Schwierigkeitsgrad, Visualisierungen, klare Gliederung), die bei der Gestaltung von Lernmaterialien für Schülerinnen und Schüler mit Förderbedarf berücksichtigt werden müssen.]

Streller, Sabine; Grote-Großklaus, Ilona; Schmiereck, Stefanie: Die schnellste Nudel. Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen im fächerübergreifenden Unterricht. –

In: Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie, 23 (2012) 130/131, S. 60–65 – ISSN: 0340–5479; 0946–2139

[Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 5/6 wertschätzen das Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht in besonderem Maße. Gleichzeitig bereitet das Experimentieren dieser Altersgruppe wegen seiner komplexen Anforderungen auch Schwierigkeiten. Häufig werden bei einem Experiment mehrere Variablen verändert, so dass die Ergebnisse nicht mehr auf eine Variable zurückführbar sind. Wie eine Variablenkontrolle mit den Lernenden gezielt geübt

werden kann, soll am Beispiel des Kochens verschiedener Nudelsorten gezeigt werden.]

Wegner, Claas; Fischer, Ole Sven; Grotjohann, Norbert: Das Herz – Motor des Lebens. Wir bauen in drei Schritten ein eigenes Herz-Kreislauf-Modell. In: Praxis der Naturwissenschaften – Biologie in der Schule, 61 (2012) 7, S. 46–48 – ISSN: 0177–8382; 1617–5697

[Das zentrale Anliegen des hier vorgestellten Unterrichtsvorhabens besteht darin, Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I das selbstständige Erarbeiten des menschlichen Herz-Kreislauf-Systems zu ermöglichen. Dabei wird ihnen keine vorgefertigte Lösung präsentiert. Im problemorientierten Unterricht sollen sie das angestrebte Ziel – ein vollständiges Herz-Kreislauf-Modell – vielmehr durch eigenständiges Ausprobieren und Experimentieren erreichen. Die Lehrperson fungiert dabei als Unterstützer und Berater, welcher in ausgewählten Situationen den Erkenntnisweg der Schülerinnen und Schüler bahnt. Dies wird durch das schrittweise Vorgehen in drei Phasen ermöglicht. Zum Abschluss der Stunde wird schließlich ein kritischer Vergleich zwischen Modell und Realobjekt angestellt.]

Wellnitz, Nicole; Mayer, Jürgen: Beobachten, Vergleichen und Experimentieren: Wege der Erkenntnisgewinnung.

Aus: Harms, Ute (Hrsg.); Bogner, Franz X. (Hrsg.): „Didaktik der Biologie – Standortbestimmung und Perspektiven“, Internationale Tagung der Fachsektion Didaktik der Biologie im VBIO, Bayreuth 2011. Innsbruck: Studien Verl. (2012), S. 63–79 – Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik. 5 – ISBN: 978–3–7065–5137–3

[Charakteristische Methoden naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung sind das Beobachten, Vergleichen und Experimentieren, deren Verständnis explizit in den Bildungsstandards für das Fach Biologie gefordert werden. Die Ausrichtung der Unterrichtsinhalte auf naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen verlangt die Elaborierung zugrundeliegender Kompetenzkonstrukte, da die in den Bildungsstandards benannten Anforderungen weder theoretisch verortet noch aus fachdidaktisch akzeptierten Kompetenzmodellen abgeleitet sind. In diesem Artikel werden wissenschaftstheoretische und didaktische Theorien zur fachlichen Klärung herangezogen, um Fähigkeiten und Fertigkeiten beim Beobachten

und Vergleichen biologischer Systeme und bei erfolgreicher Anwendung experimenteller Schritte differenziert beschreiben und methodenspezifische Teilfähigkeiten ableiten zu können.]

Witteck, Torsten; Most, Bettina; Di Fuccia, David; Eilks, Ingo: Mit unvollständigen Versuchsprotokollen lernen. In: Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie, 23 (2012) 130/131, S. 54–59 – ISSN: 0340–5479; 0946–2139

[Versuchsprotokolle dienen der Sicherung von durchgeführten Versuchen und deren Ergebnissen. Sie werden in der Regel bereits im Anfangsunterricht der Naturwissenschaften eingeführt und dann immer wieder erstellt. Dieser Beitrag diskutiert, wie man sorgfältig veränderte Versuchsprotokolle, über das reine Sichern hinaus, im frühen naturwissenschaftlichen Unterricht systematisch zu einem Ausgangspunkt für ein reflektierteres und offeneres Experimentieren machen kann.]

11.2 Hamburger Bildungsserver – MINT-Fächer

Monika Schlottmann

Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) – diese Fächer sind wichtig für die naturwissenschaftliche, technische und informatische Grundbildung. Sie beginnt im Kita- und Vorschulbereich, ist in der Grundschule und den weiterführenden Schulen präsent. Sie umfasst den Sachunterricht der Grundschule, das Fach Mathematik, den Lernbereich Naturwissenschaften und Technik an Stadtteilschulen, das Fach Naturwissenschaften/Technik in den Jahrgangsstufen 5/6 der Gymnasien sowie den Fachunterricht in Biologie, Chemie, Physik und Informatik in der Sekundarstufe in der gymnasialen Oberstufe. Projekte, Experimente und Schülerlabore tragen wesentlich zu dieser Grundbildung bei. Auf dem Hamburger Bildungsserver sind viele Verweise dazu zu finden.

In der Säule Fächer findet man auf dem Hamburger Bildungsserver (HBS) (<http://bildungsserver.hamburg.de/>) den Punkt MINT und gelangt zu den einzelnen MINT-Fächern. Das Untermenü MINT nimmt ebenfalls diese und weitere Aspekte auf.

Der Bereich informiert zu allen naturwissenschaftlichen Fächern an Hamburger Schulen und hält eine Fülle von Informationen auch zu Experimenten und Versuchen im naturwissenschaftlichen Bereich bereit.

In jedem Fach sind Experimente und Versuche zu vielen Themen im Unterricht möglich. Man findet sie zugeordnet zu den Themen oder als gesonderte Zusammenstellung unter einem extra Menüpunkt.

Experimente im Physikunterricht – Laborexperimente und PC-gestütztes Experimentieren (<http://bildungsserver.hamburg.de/physik/unterricht/experimente/>)

Hier wird u. a. die FollowMeBox vorgestellt und auf Erfahrungen zum CASSY-LAB verwiesen. Seit Juni 2009 bietet das Luftfahrtcluster Metropolregion Hamburg in Kooperation mit großen und kleinen Luftfahrtunternehmen und dem Landesinstitut Hamburg neue Experimentiermaterialien für den Unterricht zum Thema Luftfahrt an. Die Materialien sind eingeteilt in die Jahrgänge 4–6, 7–8 und 9–10. Die Lehr- und Lernkoffer werden am Landesinstitut Hamburg in der NW-Ausleihstation angeboten.

Experimente im Chemieunterricht (<http://bildungsserver.hamburg.de/experimente/>) schlägt eine Reihe von Versuchen und Experimenten – vom Anfangsunterricht bis in die Sekundarstufe II – vor. Abgedeckt werden viele Themenkreise zur Experimenten Schulchemie der Sekundarstufe.



Abb. von links: Hamburger Bildungsserver – Mint-Fächer. Screenshots

Es gibt Experimente mit Arbeitsblättern für Schülerinnen und Schüler zu Viskosität, elektrischer Leitfähigkeit, Messung von Stoffeigenschaften, Wechselwirkungen etc. von der Universität Kiel und auch chemische Versuche aller Art für Schule, Universität und zu Hause, unter anderem den „Versuch des Monats“. Gute Informationen zu Sicherheit im Labor werden ebenfalls gegeben.

Die Sammlungen von Experimentieranleitungen im Fach Biologie (<http://bildungsserver.hamburg.de/forschen-und-experimentieren/>) stellt Experimentierboxen und Begleithefte vor, verweist auf eine Sammlung von Experimenten aus den Naturwissenschaften, die mit Haushaltsutensilien durchführbar sind. Unter dem Punkt „Experimente zu Themen“ sind spezifische Vorschläge zur grünen Biotechnologie, zu genetischen Experimenten und zum Mikroskopieren zu finden. Ein extra Punkt stellt virtuelle Labore und deren Angebote vor.

Forschendes Lernen im Sachunterricht – die Experimentesammlung (<http://bildungsserver.hamburg.de/phaenomene/>) stellt Experimentierkisten

vor, verweist auf altersspezifische Sammlungen zu naturwissenschaftlichen Experimenten und stellt ausführlich Untersuchungen zu Feuer, Strom, Magnetismus und Wasser vor.

Und für die Jüngsten ist im Bereich naturwissenschaftliche und technische Grunderfahrungen in der Schulstufe Vorschule (<http://bildungsserver.hamburg.de/vorschule-naturwissenschaft-technik/>) eine Sammlung zum Thema Experimentieren und Erforschen entstanden. Neben Institutionen wie dem „Haus der kleinen Forscher“ und der Broschüre „Versuch macht klug“ der Nordmetall-Stiftung mit den Vorschlägen zu einer Mini-Phänomena findet man auch Hinweise zu Praxisanregungen im Bereich Natur und Umwelt.

Wird man in all diesen Bereichen nicht fündig, ist eine Suche auf dem Bildungsserver angesagt. Hier wird nach Stichworten im Text aufgelistet – das Suchergebnis kann sehr umfangreich sein, der Bildungsserver hat viele, viele Seiten und Unterseiten.

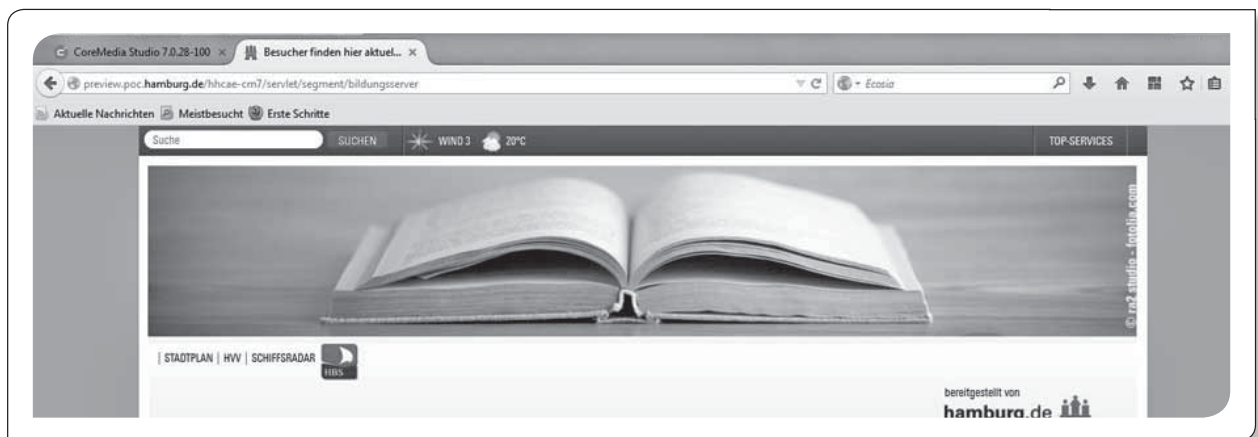


Abb.: Hamburger Bildungsserver. Das Such-Kästchen befindet sich links oben auf der Webseite. Screenshot

11.3 Hamburger Bildungsserver – Außerschulische Lernorte „Natur und Umwelt“

Monika Schlottmann

Lernen am anderen Ort – ‘raus aus der Schule und an anderen Lernorten neue Impulse zu bekommen, ist reizvoll für Lehrende und Lernende. Man findet Bedingungen vor, die konkrete Einblicke in Forschung und Wirtschaft geben und so den Bezug und die Bedeutung des Unterrichtsthemas zum Alltagsleben von uns allen verdeutlichen.

Ideen und Anregungen, Regelungen und Vorschriften dazu findet man auf dem Hamburger Bildungsserver in der Säule Schule unter dem Thema „Außerschulische Lernorte/Schulfahrten“ – siehe Abbildung unten.

Unter dem Menüpunkt „Lernen am anderen Ort“ sind hier Hinweise zu Hamburger Bildungsplänen, Regelungen und Richtlinien, Handreichungen und Empfehlungslisten zu außerschulischen Lernorten und zu Klassenreisen zu finden. Die

Unfallkasse Nord hat z. B. einen „Tipp 101“ zum Unfallversicherungsschutz auf Klassenfahrten, Sicherheit in der Schule, zusammengestellt. Das Ministerium für Bildung und Frauen des Landes Schleswig-Holstein und die Unfallkasse Nord, Prävention und Arbeitsschutz, haben 2010 einen Leitfaden für das Lernen am außerschulischen Lernort herausgegeben – sicher auch für Schulen anderer Bundesländer eine gute Informationsquelle –, siehe Abbildungen rechts.

Der Menüpunkt „Außerschulische Lernorte“ verweist auch auf die Zusammenstellungen zu „Natur und Umwelt“. Unter dem Thema „Natur und Umwelt“ sind die Sammlungen zu Lernorten aus den MINT-Bereichen zusammengestellt. Hier findet man fächerspezifisch geordnet die passenden Lernorte, um unterrichtliche Inhalte vorzubereiten, zu vertiefen oder zum Abschluss zu bringen.

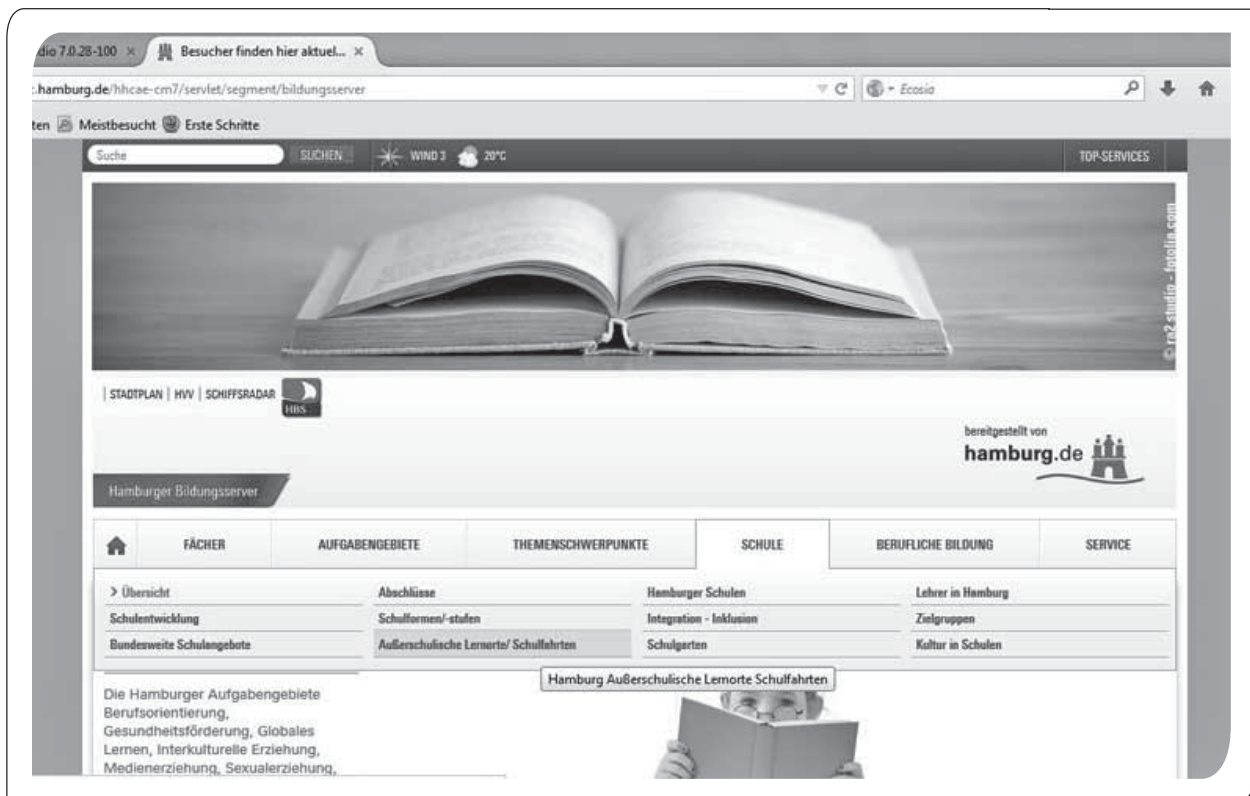


Abb.: Hamburger Bildungsserver – Außerschulische Lernorte. Screenshot

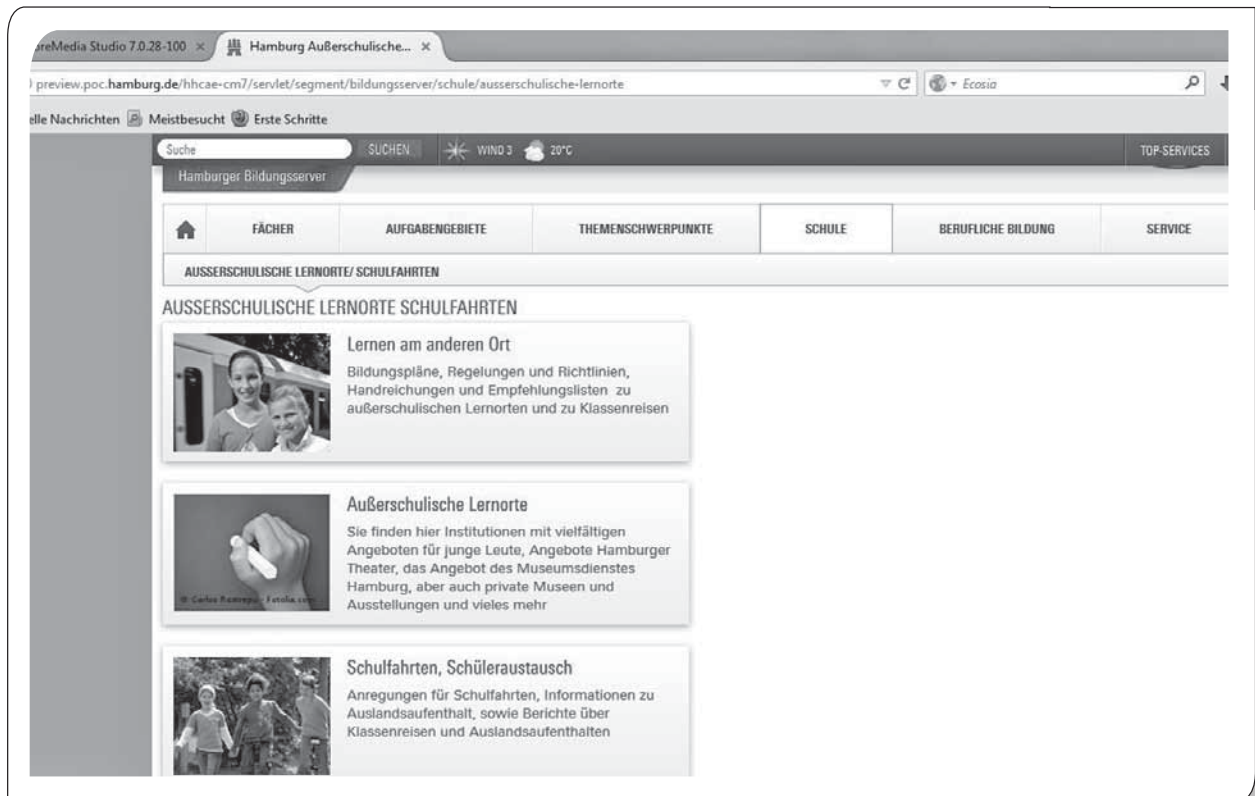


Abb.: Hamburger Bildungsserver – Außerschulische Lernorte. Screenshot

So findet man unter den außerschulischen Ansprechpartnern für den Sachunterricht an der Grundschule Ansprechpartner für einen Besuch auf dem Bauernhof, bei der Feuerwehr, der Polizei oder im Wasserwerk. Die Hamburger Büchereien und die Hamburger Museen bieten ebenfalls interessante Projekte und Aktionen an, kann man den Hinweisen des Bildungsservers entnehmen. Bei den außerschulischen Angeboten zum Thema Natur findet man Tipps zu Aktionen, Ausflugszielen und Umweltbildungsanbietern.

Der Menüpunkt „Partner und Lernorte Biologie“ verweist auf Vereine und Verbände mit Angeboten für Schulen in Hamburg, zeigt Möglichkeiten für den Bezug, die Ausleihe von Unterrichtsmaterialien auf und erläutert schulische Projekte, Wettbewerbe und Ausschreibungen mit biologischem Bezug.

Eine Zusammenstellung im Bereich MINT des Hamburger Bildungsservers informiert zu Hamburger Schülerlaboren und Projekten. Hier findet man z. B. das Naturwissenschaftlich-Technische Zentrum (NWZ), das Zentrum für Schulbiologie und Umwelterziehung (ZSU) und die Grüne

Schule im Botanischen Garten Klein Flottbek. Hingewiesen wird auf die Astronomiewerkstatt an der Sternwarte Bergedorf, das DLR-Schoollab Hamburg an der Technischen Universität Hamburg und die dortigen Begabtenkurse. Das Deutsche Elektronen-Synchrotron (DESY) betreibt das Schülerlabor „PHYSIK.BEGREIFEN“ und bietet eine Jugend-Arbeitsgemeinschaft (AG) „Faszination Physik“ an. Es wird informiert zum High-Tech-Labor zur Erforschung von Molekülstrukturen am Gymnasium Heidberg. Das Helmholtz-Zentrum in Geesthacht betreibt das Schülerlabor Quantensprung im Rahmen der bundesweiten Initiative „Wissenschaft im Dialog“, an der sich die großen deutschen Forschungseinrichtungen beteiligen.

Viele Jugendherbergen, Freiluftschulen und Schullandheime bieten Veranstaltungen zu den Themen Umwelt und Nachhaltigkeit an. Diese Informationen findet man unter dem Menüpunkt „Umwelt und Nachhaltigkeit – Schulfahrten und Tagesausflüge“.

In Hamburg und Norddeutschland ist vor allem auch der Hafen und die Meeresküste als außer-

The screenshot shows the Hamburg Education Server interface. At the top, there is a navigation bar with tabs for 'FACHEN', 'AUFGABENGEBIETE', 'THEMENSCHWERPUNKTE', 'SCHULE', and 'BERUFLICHE BILDUNG'. Below this, a secondary navigation bar highlights 'AUßERSCHULISCHE LERNORTE' and 'NATUR UND UMWELT'. The main content area is split into two columns. The left column lists several categories: 'AUßERSCHULISCHE ANSPRECHPARTNER' (a list of external partners for subject teaching), 'PARTNER UND LERNORTE BIOLOGIE' (external learning sites and associations offering resources for biology), 'HAMBURGER SCHÜLERLABORE UND PROJEKTE' (a collection of projects in the MINT area), and 'SCIENCE CENTER'. The right column, titled 'HAMBURG UND NORDDEUTSCHLAND', features three specific offerings: 'Hafenkompass' (a maritime knowledge and transport logistics resource for schools), 'Alternative Stadtrundfahrten' (alternative city tours to historical sites of resistance), and 'Hafenerlebnisrunde' (a bicycle tour through the harbor area).

Abb.: Hamburger Bildungsserver – Außerschulische Lernorte – „Natur und Umwelt“. Screenshot

schulischer Lernort beliebt – sei es mit mehrsprachigen Fachexkursionen (Hafenkompass), als alternative Stadtrundfahrt oder per Rad durch den Hafen. Auch die drei Wattenmeer-Nationalparke bieten zahlreiche Möglichkeiten und Angebote, um Landschaft, Tier- und Pflanzenwelt des Wattenmeeres kennenzulernen und zu erleben.

Die Metropolregion Hamburg hat einen Naturerlebnisführer veröffentlicht, der das vielfältige Angebot in der Region übersichtlich zusammenfasst. Kostenlose Exemplare können bestellt werden, ein Download ist ebenfalls über den Link des Hamburger Bildungsservers möglich.

11.4 Neue DVDs – „Wer pickt denn da?“

Musikverlag Edition AMPLE

Die Vogelwelt am Futterplatz – Vögel beobachten und erkennen.

Im Winter herrscht am Futterhäuschen großer Andrang: Wild flatternd versammeln sich Blaumeise, Haussperling, Rotkehlchen und andere Vogelarten und picken sich emsig die besten Körner raus. Ein beeindruckendes Schauspiel für den Vogelfreund – so viele gefiederten Schönheiten auf einmal sieht man sonst selten!

Wer die Vögel nicht nur beobachten, sondern auch bestimmen und erkennen möchte, für den ist die soeben im Musikverlag Edition AMPLE erschienene DVD „Die Vogelwelt am Futterplatz“ genau das Richtige. In 57 Minuten zeigt der Film die häufigsten heimischen Vögel beim Füttern. Jede der 26 Arten wird in einem eigenen Kurzfilm vorgestellt. Fachkundige Texte erläutern das Gezeigte und liefern wichtige Hintergrundinformationen. Praktisch: Der gesonderte DVD-Schnelldurchlauf aller Vögel ermöglicht ein leichtes und sicheres Bestimmen. „Die Vogelwelt am Futterplatz“ ist somit nicht nur ein Filmvergnügen, sondern auch eine wichtige Hilfe für die Vogelbestimmung. Ideal für Einsteiger!

DVD-Video von Susanne Hoffmann Spieldauer 57 Minuten

ISBN 978-3-938147-47-4 Preis: EUR 14,95

Edition AMPLE Kellerstr. 7a, 83022 Rosenheim
Tel. (08031) 26 94 12 Fax (08031) 46 37 87

E-Mail: vertrieb@ample.de

Internet: www.tierstimmen.de



Die schönsten Vogelgesänge

Unsere singende heimische Vogelwelt

Endlich Frühling! Die Sonne scheint, Blumen sprießen aus der Erde und Vögel liefern uns mit ihrem Gesang das passende Vogelkonzert dazu. Die schönsten Gesänge von Amsel, Drossel, Fink und Co. bekommen Sie jetzt ganz einfach per



Knopfdruck. Die Audio-CD „Die schönsten Vogelgesänge“, die jetzt beim Musikverlag Edition AMPLE erschienen ist, stellt die Gesänge von heimischen Vögeln vor. 30 Vögel singen ihre schönsten Lieder. Ein Ohrenschauspiel für jeden Naturfreund. Als würde man mitten in der Natur stehen. Neben bekannten Vögeln wie der Nachtigall kommen auch der Drosselrohrsänger und das Schwarzkehlchen zu Wort. 72 Minuten lang demonstrieren sie ihren eindrucksvollen Gesang. Dass Vögel wahre Stimmwunder sind, wussten schon Komponisten wie Beethoven, Mozart und Vivaldi und setzten in ihren Stücken die Tonsprache von Vögeln ein. Doch auch ohne musikalisches Beiwerk überzeugen die gefiederten Sänger, wie diese Audio-CD eindrucksvoll beweist. Schließen Sie die Augen und genießen Sie Ihr ganz persönliches Vogelkonzert!

Audio-CD von Karl-Heinz Dingler Spieldauer 77:03 Minuten. ISBN 978-3-938147-48-1 Preis: EUR 9,95
Edition AMPLE Kellerstr. 7a, 83022 Rosenheim
Tel. (08031) 26 94 12 Fax (08031) 46 37 87 E-Mail: vertrieb@ample.de Internet: www.tierstimmen.de

11.5 Kaulquappe – Ohren auf für leise Töne

Uschi Mühler

Birte Reuver und Isabell Schernus haben hiermit ein sehr liebevoll gestaltetes Bilderbuch mit CD veröffentlicht zur Metamorphose des Frosches. Die 2. Auflage enthält neben dem von Birte Reuver selbst komponierten Lied „Kaulquappe“ acht weitere Lieder zum Thema Frosch und Kröte.

Farbenfroh kolorierte Zeichnungen zeigen das Leben der Kaulquappen unter Wasser bis hin zum Leben als Frosch. Der Text auf der jeweiligen Seite entspricht dem Liedtext in Reimform. Das Lied, das in einem sanften $\frac{3}{4}$ -Takt daherkommt, wird gesungen von Kindern der Katholischen Schule Bergedorf, die auch das Lied auf der Ukulele und anderen passenden Instrumenten begleiten. Es ist ein wahrer Ohrwurm und auf der CD auch rein musikalisch als Playback zu hören, sodass die Kinder das Lied mit musikalischer Begleitung singen können.

Das Buch mit CD eignet sich ausgezeichnet für eine – auch fächerübergreifend – angelegte Unterrichtseinheit zum Thema Kaulquappe/Frosch in der Grundschule und kann ebenso für die Arbeit mit Elementarkindern in der Kita eingesetzt werden. Ein attraktives Begleitangebot natürlich auch für das Kaulquappenbeobachtungsangebot des ZSU.

Auf der Homepage der Hamburger Musikpädagogin Birte Reuver sind Unterrichtsvorschläge für den Musik- und Sachunterricht zu finden.

Buch + CD kosten 9,90 € Durch den Kauf des Buches mit CD werden ökologische Projekte des BUND unterstützt. zu bestellen bei:
bhoppla@web.de oder www.kimuk.de

Außerdem ist das Buch hier erhältlich:
Naturschutz Infohaus, Boberger Furt 50, 21033 Hamburg, Tel. 040-739 31 266

BUND Kreisgruppe Stormarn, Mühlenstraße 22 (Bürgerhaus)
23843 Bad Oldesloe Tel.: 04531-67621
Hanseplatte, Neuer Kamp 32, 20359 Hamburg, Tel. 040-285 70 193

Musik von Merkl, Stuhrohrstraße 10, 21029 Hamburg, Tel. 040-725 40 60

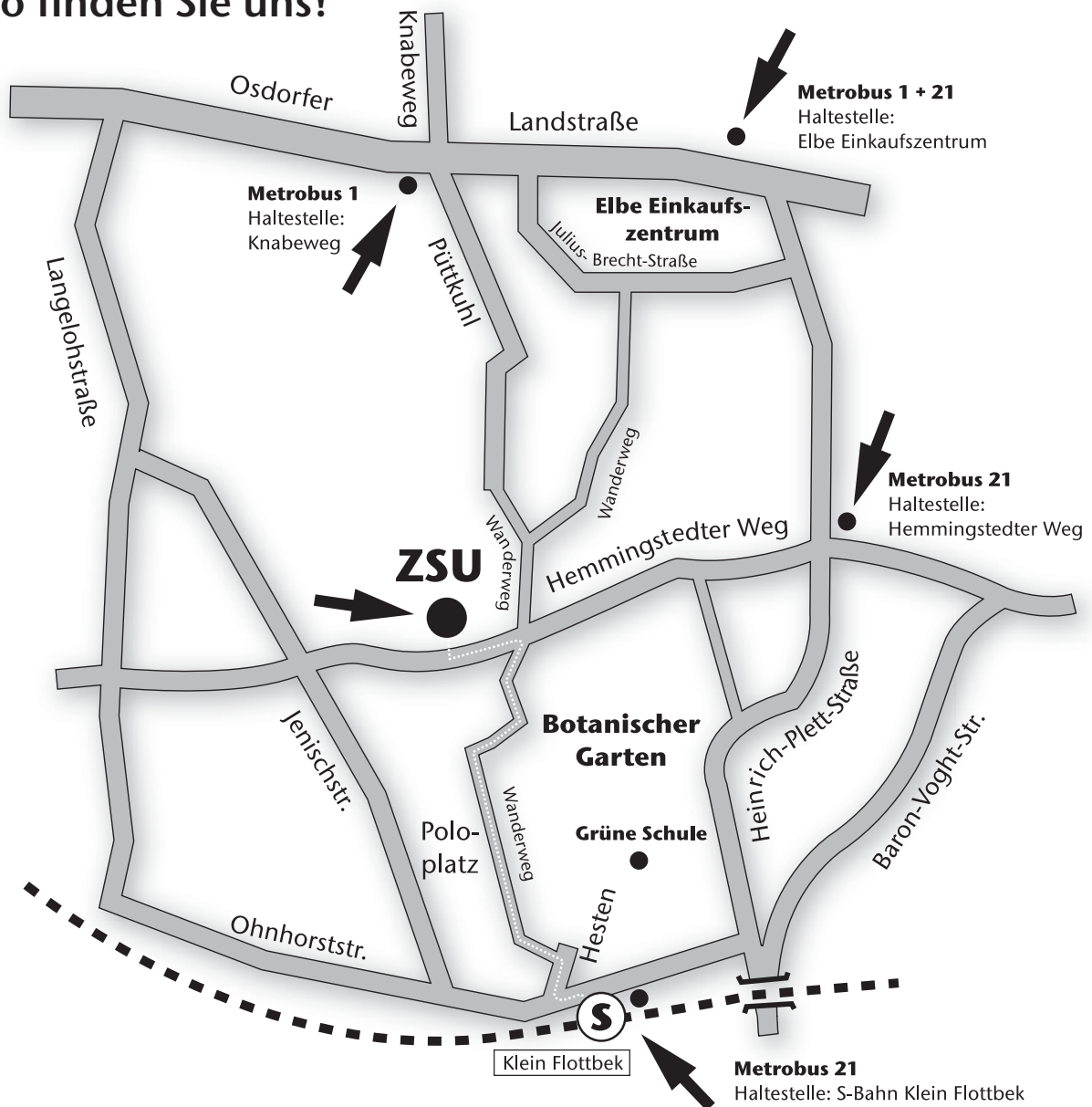
Bücherwurm Wentorf (Casinopark), Zollstr. 7, 21465 Wentorf, Tel. 040-729 77 620

Hanseplatte, Neuer Kamp 32, 20359 Hamburg, Tel. 040 -285 70 193



Foto Birte Reuver

So finden Sie uns!



Das **ZSU**, Hemmingstedter Weg 142, 22609 Hamburg

Sie erreichen uns mit der S1/S11 ab Altona in Richtung Wedel, Haltestelle Klein Flottbek/Botanischer Garten. Gehen Sie bitte an der Ohnhorststraße (rechter Ausgang) in Fahrtrichtung weiter und biegen Sie rechts ab in den Hesten. Von dort aus führt nach etwa 100 m ein kleiner befestigter Wanderweg (Holzschild: „Wanderweg zum Hemmingstedter Weg“) links ab direkt bis zum Hemmingstedter Weg. In diesen biegen Sie links ein und schon sehen Sie auf der rechten Seite die zweistöckigen Gebäude des ZSU (Fußweg maximal 15 Minuten). Gehen Sie nicht die Asphaltstraße zwischen den Mammutbäumen – dies ist der Zugang zum Betriebshof des Botanischen Gartens.



Öffentliche Verkehrsmittel: S1, S11; Metrobus 1, 21
Haltestelle: Klein Flottbek/Botanischer Garten
Metrobus 1 – Haltestelle: Knabeweg
Metrobus 21 – Haltestelle: Hemmingstedter Weg

Die **Grüne Schule** im Botanischen Garten der Universität Hamburg, Hesten 10, 22609 Hamburg

Die Grüne Schule befindet sich auf dem Gelände des Botanischen Gartens Klein Flottbek unmittelbar gegenüber der S-Bahn Station Klein Flottbek/Botanischer Garten.

Öffentliche Verkehrsmittel:
S1/S11; Metrobus 21 – Haltestelle: Klein Flottbek

Die **Zooschule** bei Hagenbeck Lokstedter Grenzstr. 2, 22527 Hamburg

Die Zooschule befindet sich auf dem Gelände von Hagenbecks Tierpark – unmittelbar hinter dem neuen Haupteingang des Tierparks. Sie arbeitet in einer Public Private Partnership zusammen mit dem Tierpark Hagenbeck.

Öffentliche Verkehrsmittel: U2 Hagenbecks Tierpark

Förderverein Schulbiologiezentrum Hamburg e.V. (FSH)
Werden Sie jetzt Mitglied und helfen Sie mit!



EINTRITTSERKLÄRUNG

Hiermit werde ich Mitglied im Förderverein Schulbiologiezentrum Hamburg e.V. als ...

- Einzelperson Jahresbeitrag 25.- €
- Förderndes Mitglied Jahresbeitrag €
- Bevollmächtigte/r der Schule, Institution,
 Firma, des Verbandes, Vereins: Jahresbeitrag €
- Schüler/in, Auszubildende/r,
 Student/in, Arbeitslose/r, Rentner/in Jahresbeitrag 10.- €

PERSÖNLICHE DATEN

Name:	Dienststelle:
Vorname:
Straße:
Ort:	Telefon (dienstlich):
Telefon (privat):	Behördenleitzahl:

- Ich überweise den Jahresbeitrag jeweils bis zum 31. Januar des Jahres auf das Vereinskonto.

Hamburg, den Unterschrift:

Vereinskonto: Sparda-Bank Hamburg, BLZ: 206 905 00, Kontonummer: 000 554 1492
IBAN: DE 532 069 0500 000 554 1492, BIC: GENODEF 1S11 (Hamburg)
ZUWENDUNGEN AN DEN FSH SIND STEUERLICH ABSETZBAR

Hemmingstedter Weg 142 · 22609 Hamburg · Telefon: 82 31420 · Telefax: 82314222 · Behördenpost: 145 / 5034

Herausgeber:

Förderverein Schulbiologiezentrum Hamburg e.V. (FSH)
 Hemmingstedter Weg 142, 22609 Hamburg
 Verantwortlich: Regina Marek (1. Vorsitzende)
 Tel.: (040) 823142-0, Fax: (040) 823142-22
 Behördenpost: 145/5034
 E-Mail: Regina.Marek@fs-hamburg.org
 Internet: www.fs-hamburg.org

Bankverbindung: Sparda-Bank Hamburg,
 IBAN: DE 532 069 0500 000 554 1492,
 BIC: GENODEF 1S11 (Hamburg)

Redaktion und Autoren Lynx-Druck 02/2014:

Regina Marek (FSH); Monika Schlottmann (ZSU,
 Hamburger Bildungsserver/BSB)

Weitere Autorinnen und Autoren:

Musikverlag AMPLE
 Rüdiger Bathow (Max-Brauer-Schule)
 Stephan Bock (conecco UG – Management)
 Stina K. Bollmann (Landesbüro Hamburg „Kulturagenten für kreative Schulen“)
 Annika Czurgel (Airbus Defence and Space)
 Erika Flügge (LI Hamburg)
 Kerstin Gleine (Fachreferentin MINT-Referat der BSB Hamburg)
 Markus Gruber (Pädagogische Leitung Wasserlabor, ZSU)
 Thomas Hagemann (Leitung ZSU)
 Prof. Dr. Corinna Hößle (Uni Oldenburg)
 Uschi Mühler
 Elke Keßler (Fachreferentin Sachunterricht der BSB Hamburg)
 Kirsten Leung (Airbus Defence and Space)
 Stephan Matussek (Katholische Schule Harburg)
 Michael Mußler (Part-Time Scientists Deutschland)
 Dr. Dennis Nawrath (Kooperative Gesamtschule Rastede, Niedersachsen)
 Dr. Bernd Ramm (Goruma)
 Joachim Reinhardt (Schulkommission Planetarium)
 Katja Rosenau (STS Hamburg-Mitte)
 Dr. Bettina Schmidt (Haus der kleinen Forscher)
 Katrin Winkler (Agentur SchulBaustelle Klima 2.0)

Fotos und Grafiken:

#billionsuns@2013/Planetarium Hamburg
 #billion-suns-media
 Airbus Defence and Space

Alsterblick, wikipedia.de
 Rüdiger Bathow
 Stina K. Bollmann
 Stephan Brunker, wikipedia.de
 Commander-pirx, wikimedia commons
 Kerstin Gleine
 www.googlelunarprize.org
 © goruma
 Markus Gruber
 Planetarium Hamburg
 Hamburger Bildungsserver
 Elke Keßler
 Lindner, K., Astronomie selbst erlebt, Aulis Verlag
 Regina Marek
 Stephan Matussek
 Michael Mußler
 Dr. Nawrath, Maiseyenka & Schecker
 Part-Time-Scientists
 Joachim Reinhardt
 Birte Reuver
 Schlitzer, R., Electronic Atlas of WOCE
 Hydrographic and Tracer Data Now Available, Eos
 Trans
 Markus Scholz
 SchulBaustelle Klima
 Steffen Weigelt/Stiftung Haus der kleinen
 Forscher
 Luc Viatour, www.Lucnix.be, wikipedia.de
 ZSU
 ZSU-Schulgarten

Titelbild: Wasserexperiment, Kita Janusz-Korczak-Haus, mit dem Titel „KITA 21 – die Zukunftsgestalter“.

Layout: Margot Johanna Schwarz

Auflage: 1000 Stück, ein Exemplar wird kostenlos an alle Hamburger Schulen versandt. Bei Zusendung weiterer Exemplare wird um eine Spende gebeten.

August 2014

Wir danken dem SCIENCE CENTER WALD im WÄ-
 DERHAUS für die Anzeigenschaltung.

Tierarten erkennen, Bäume bestimmen,
Spuren zuordnen, Vogelstimmen hören...

SCIENCE CENTER WALD

IM WÄLDERHAUS



Fotos: J.Art

**100
KLASSENSESUCHE
kostenfrei***

Der frühe Vogel | ab 4 Jahren – 3. Klasse

Erstes Waldlernen für Kinder.

Dauer: ca. 60 Min. | Kosten: 5,-€ pro Kind

Erlebe den Wald | 3. – 8. Klasse

Waldrallye - spielend den Wald kennen lernen.

Dauer: ca. 60 Min. | Kosten: 100,-€ pro Gruppe (max. 28)

Du und Dein Wald | 9. Klasse – BBS

Bildung für eine nachhaltige Entwicklung.

Dauer: ca. 90 Min. | Kosten: 100,-€ pro Gruppe (max. 28)

Basisführungen | Alle

Ein Pirschgang durch die Ausstellung bietet besondere Einblicke in die Faszination Wald.

Dauer: ca. 45 Min. | Kosten: 4,-€ pro Schüler (max. 28)

Anmeldungen und weitere Informationen erhalten Sie unter Tel. 040/302 156 530.

Unser gesamtes umweltpädagogisches Programm vom WÄLDERHAUS

und der Walderlebnisschule in Niendorf finden Sie als pdf unter:

www.waelderhaus.de/bildungsangebote

*Ein kostenloser Besuch für Ihre Klasse, Dank der Unterstützung durch die Otto-Karl-Ille Stiftung.

Das Angebot ist auf 100 Führungen limitiert und gültig bis zum 31.12.2014.

Anmeldungen werden nach Reihenfolge des Eingangs berücksichtigt.

Das WÄLDERHAUS ist ein Projekt der Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, Lv. Hamburg e.V.



SDW – Nachhaltigkeit lernen, verstehen, leben.

Der Wald und die Natur brauchen Sie.

Schulklassen für aktiven Naturschutz gesucht.

040 / 30 21 56 530 oder programme@waelderhaus.de