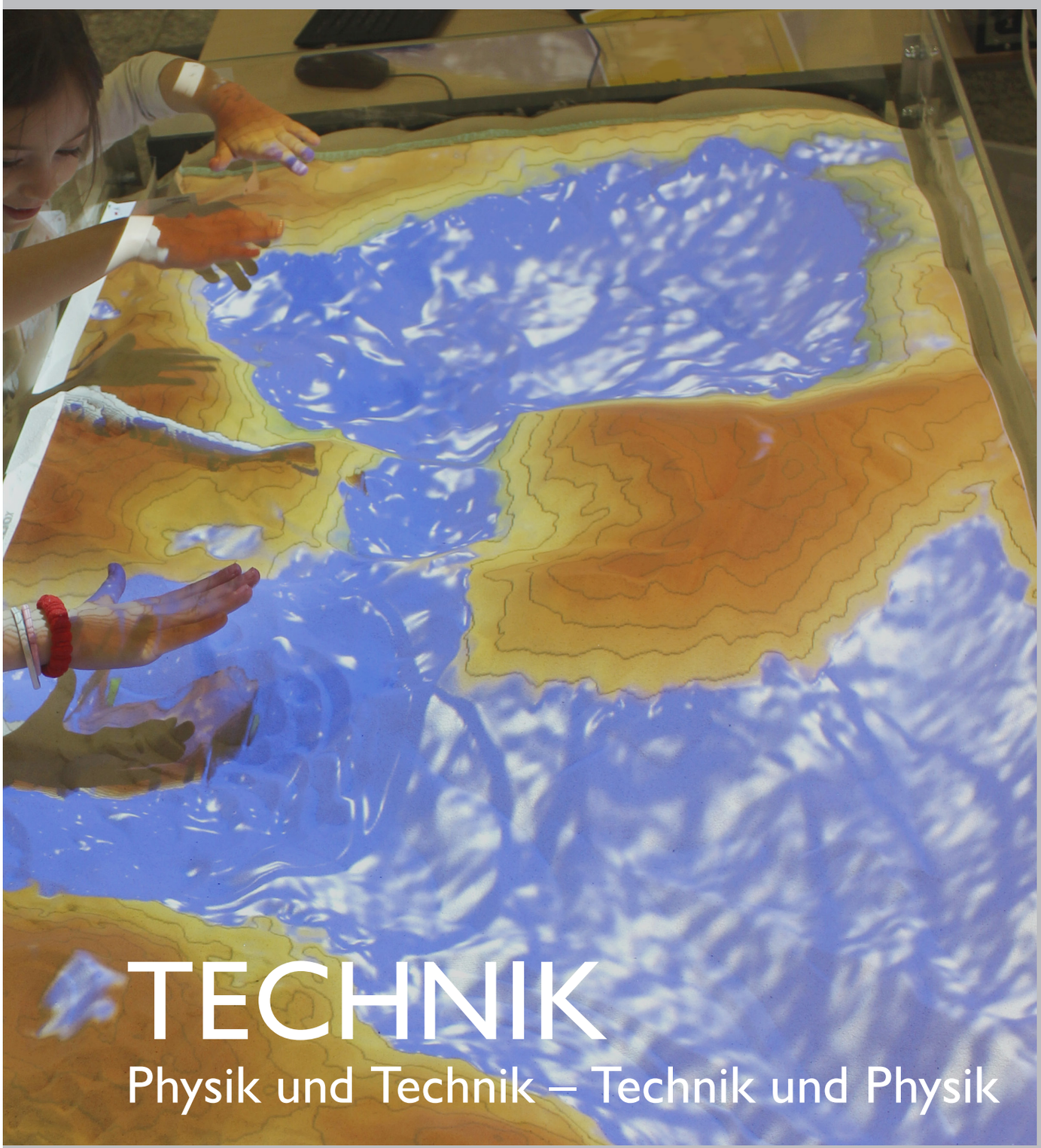
plusLucis

Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts



TECHNIK

Physik und Technik – Technik und Physik

ISSN 1606-3015

Ausgabe 3/2016

20161101 Plus Lucis.indd 1 01.11.2016 16:57:38

Impressum

PLUS LUCIS, Mitteilungsblatt des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts und des Fachausschusses Physik & Schule der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft
Erscheit vierteljährlich

Medieninhaber und Herausgeber:
Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts
Adr.: AECC Physik Unversität Wien, Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien

Im Web: ***http://pluslucis.univie.ac.at***

Redaktion dieser Ausgabe:
Gerhard Rath, Erich Reichel

Preis des Einzelhefts: € 6,-
für Mitglieder € 3,- (ist im Mitgliedsbeitrag enthalten)
Die jährliche Abonnementgebühr für Nichtmitglieder beträgt € 20,-.

Offenlegung nach § 25 des Mediengesetzes: Grundlegende Richtung: Fortbildung und fachliche Information für Physik- und Chemielehrer, organisatorische Mitteilungen, Vereinsinterna.

Beiträge werden erbeten an:
Univ.-Prof. Dr. Martin Hopf
AECC Physik, Universität Wien
E-mail: ***martin.hopf@univie.ac.at***

Univ.-Prof. Dr. Anja Lembens,
AECC Chemie, Universität Wien
E-Mail: ***anja.lembens@univie.ac.at***

Ass. Prof. Dr. Claudia Haagen-Schützenhöfer
Universität Graz, Physikdidaktik
E-mail: ***claudia.haagen@uni-graz.at***

Es wird erbeten, Beiträge nach Möglichkeit per E-Mail einzureichen. Bevorzugtes Dateiformat: MS Word. Bilder im tif- oder jpg-Format.

Titelbild (Umschlag):
Virtuelle Realität – Experiment und Simulation als Basis moderner technischer Entwicklungen
(siehe Seite 43).

Inhalt

Technik im Physikunterricht? 4
Leopold Mathelitsch

Sprachförderung durch Experimentieren 11
Peter Holl, Helmut Maier

Build the future 17
Alexander Pichler, Erich Reichel

Faszination Technik 21
Sabine Sattler

TU Graz macht Schule 23
Verena Rexeis

„Österreich sucht die Technikqueens" – eine Erfolgsgeschichte 26
Josef Ranz, Gerhard Rath

TechLab 32
Petra Seebacher, Erich Reichel, Walter Moser, Eduard Schittelkopf, Hans Eck

Betriebserkundungen: Nur ein freier Tag oder eine echte Lernchance für Lernende und Lehrende? 36
Patrick Flucher, Gregor Radlingmaier, Erich Reichel

Fit for Science and Technology 40
Barbara Bayer

The Virtual Sandbox 43
Erich Reichel, Jakob D. Redlinger-Pohn, Mingqiu Wu, Katharina Ecker, Lukas Wachtler, Benjamin Bahar, Johannes Khinast, Johann Eck, Stefan Radl

Smartphone Technik im Physikunterricht 48
Gerhard Rath

Smartphones als Messgeräte aus der Schülerperspektive 56
Angela Oswald

Der vertikale Sprung 61
Angela Oswald

Energiesparen mit System 66
Georg Reich

The answer is blowing in the wind 70
Gerhard Rath, Thomas Schubatzky

Austria-Forum – ein vertrauenswürdiges Informationsportal 83
Gerhard Rath

Einladung zur Generalversammlung 2016 84

20161101 Plus Lucis.indd 2 01.11.2016 16:57:38

Editorial



Gerhard Rath



Erich Reichel

Physik und Technik, Technik und Physik … ein didaktischer Dauerbrenner, nicht zuletzt durch den stürmischen Fortschritt der technischen Entwicklung. Zum anderen aber kein wirklich drängendes Problemfeld, weder in der didaktischen Forschung noch in der aktuellen Bildungsdiskussion. Warum dann dieses Themenheft?
Um ehrlich zu sein, ist der dahinterliegende Anlass ein Jubiläum: Seit 10 Jahren gibt es das Regionale Fachdidaktikzentrum für Physik in der Steiermark, welches 1996 als eine Kooperation der relevanten steirischen Lehrerbildungsinstitutionen im Rahmen der Aktion IMST gegründet worden ist. In diesem Jahrzehnt kristallisierten sich einige Arbeitsfelder heraus, welche meist von außen an uns herangetragen wurden. Sie können sich bereits denken, dass eines der größten davon eben den Bereich der Technik betraf, wodurch wir diesbezüglich eine Vielfalt von Kooperationen, Initiativen, Wettbewerben und Projekten vorstellen können.

Nicht umsonst heißt ein Beitrag dieses Hefts „Faszination Technik". Waren es früher Lokomotiven, Autos oder Flugzeuge, sind es heute Smartphones oder 3D-Drucker, die enorm faszinieren können, sei es wegen ihrer Fähigkeiten, sei es wegen ihrer Ästhetik. Unbestritten ist die immense praktische Bedeutung, welche technischen Anwendungen und Hilfsmitteln im Alltag schon seit langem zukommt, wie der historische Abriss im Beitrag von Leopold Mathelitsch zeigt. In diesem Artikel kommt aber auch eine andere Facette zur Sprache, und zwar ein zunehmendes Desinteresse Jugendlicher an technischen Berufen. In diesem Spannungsfeld zwischen Faszination und Bedeutung einerseits und dem Mangel an Engagement andererseits verorten sich die Beiträge dieses Themenhefts. Dabei spannt sich der Bogen von großen, österreichweiten Initiativen wie dem Wettbewerb „Technikqueens" der OMV, der insbesondere Mädchen an technische Berufe heranführen möchte, bis hin zu spezifischen Schulprojekten wie einem Wahlpflichtfach Robotik, in welchem selbst gebaute Schaltungen mit dem Interface Arduino angesteuert werden. Viele der Initiativen gehen verständlicherweise von Wirtschaft und Industrie aus, etwa das großangelegte Vorhaben „Papier macht Schule". Genauso versuchen auch Universitäten auf sich aufmerksam zu machen, Berührungsängste abzubauen und potentiellen Nachwuchs heranzuführen, hier dargestellt am Beispiel der Technischen Universität Graz. Im Beitrag „Build the future" sehen wir, wie in den Köpfen von Kindern ein Bild ihrer zukünftigen, vielfach technisierten Welt entstehen kann, in der sie sich auch mit technischen Lösungen von Umweltproblemen beschäftigen.

Dass die Physik nicht zu kurz kommt, zeigt der Beitrag „The Virtual Sandbox", dem auch das Titelbild dieses Heftes entstammt. Man möchte nicht meinen, wie viel sich hinter Sand verschiedener Feuchtegrade verbirgt. Diese Forschung zeigt auch, wie wichtig Modellbildung, eine unverzichtbare Methode zur Beschreibung der Welt, für die moderne Technik ist. Computerunterstützt erlaubt sie ein realitätsnahes Abbild der Naturgesetze – die Simulation wird dem technischen Objekt überlagert und hilft dadurch ressourcenschonend zu entwickeln und zu produzieren. Den umgekehrten Weg schlagen die Beiträge über Smartphones ein. Hier wird nicht nur deutlich, wie viel an Physik sich in diesen beliebten digitalen Multitalenten verbirgt. Es soll auch gezeigt werden, dass ein zumindest elementares technisch-physikalisches Verständnis solcher oft völlig unhinterfragt genutzter Gerätschaften zur naturwissenschaftlichen Grundbildung gehört.
Dass es letztlich um diese „Scientific Literacy" geht, um notwendige Kenntnisse, Fähigkeiten und Einstellungen, welche Jugendlichen ein erfolgreiches Hineinwachsen in unsere hochtechnisierte Welt ermöglicht, soll als verbindende Leitlinie hinter allen Beiträgen des Themenhefts stehen. Diese Überzeugung war und ist auch eine der Leitideen des Regionalen Fachdidaktikzentrums, das hier als Herausgeber fungiert. Unmittelbar gefördert, beraten und unterstützt werden können Lehrkräfte, Schulen, Betriebe und Institutionen, im weiteren Sinn geht es jedoch immer um unsere Schülerinnen und Schüler.

20161101 Plus Lucis.indd 3 01.11.2016 16:57:38

Technik im Physikunterricht?

Leopold Mathelitsch

„Technik ist angewandte Physik“ und „Physik ist Hilfswissenschaft der Technik“ sind zwei manchmal geäußerte Sichtweisen zur Verbindung von Naturwissenschaft und Technik. Beide Aussagen sind in ihrer Überspitztheit nicht richtig, können aber als Ausgangspunkt einer Klassendiskussion genutzt werden, die gesellschaftlichen Stellenwerte von Naturwissenschaft und Technik zu thematisieren.

Der folgende Artikel soll dieses Themenheft einleiten. Dazu werden vorerst einige grundlegende Aspekte des komplexen Zusammenwirkens von Wissenschaft und Technik aufgegriffen, um sodann auf dessen Schulrelevanz einzugehen. In welchem Umfang und wie können bzw. sollen technische Themen im Unterricht einer allgemeinbildenden Schule Platz finden? Obwohl vorwiegend physikalische Beispiele als Erklärungshilfe gewählt wurden, sollten viele Argumentationen auch für die anderen Naturwissenschaften von Relevanz sein.

1. Naturwissenschaften und Technik

1.1 Historisches

In der griechischen Antike hat man zwischen Wissenschaft und Technik streng unterschieden. Wissenschaft war etwas Philosophisches, Kontemplatives, ein Versuch die Ordnung der Welt und der Natur zu verstehen. In der Natur gibt es allgemein gültige, unveränderliche Gesetze, welche die Menschen durch geistige Anstrengung zu ergründen versuchen.

Unter téchne verstand man handwerkliche Künste. Wobei Künste ernst genommen wurden, auch bildende Künstler und Rhetoriker („Redekünstler“) zählten zu téchne. Im Gegensatz zur Wissenschaft, in der man die Natur verstehen wollte, versuchte man in der Technik die Natur zu überlisten. Man sah die Vorteile, die technische Entwicklungen boten, wertete diese aber minder. Techniker galten als Handwerker, als banasoi, aus dem unser Wort Banausen hervorging.

Ein großer Unterschied zwischen Wissenschaft und Technik wurde darin gesehen, dass Naturgesetze unabhängig vom Menschen existieren, der Mensch kann sie nur erkennen. Die Technik entsteht erst durch menschliches Tun, ohne Menschen gäbe es keine Technik.

Diese Trennung zwischen reiner Wissenschaft und Technik blieb auch während der Römerzeit und dem frühen Christentum bestehen. Ab dem 12. Jahrhundert wurden die Städte bedeutender und bevölkerungsreicher. Dementsprechend wurde eine Arbeitsteilung immer wichtiger und effizienter, die Bedeutung von Handwerkern wuchs. Die Handwerker versuchten aber nicht mehr die Natur zu überlisten, sondern man wollte sie nachahmen bzw. nutzbar machen. Da dieses Nutzbarmachen besser funktioniert, wenn man die Natur versteht, kam es in der Renaissance zu einer fortwährenden Annäherung von Wissenschaft und Technik und auch zu einer gegenseitigen Befruchtung.

Ein Beispiel aus den Anfängen der modernen Naturwissenschaften zeigt diese enge Verbindung. In Holland war die Kunst des Glasschleifens hochentwickelt. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass dort auch das Fernrohr, vom Deutschen Jan Lipperhey, erfunden wurde. Galileo Galilei erfuhr 1609 von dieser Erfindung und baute das Teleskop mit gekauften Linsen nach. Um das Fernrohr zu verbessern, begab er sich auf den Boden des Handwerks und lernte, Linsen zu schleifen. Mit den gekauften Linsen erreichte er eine etwa vierfache Vergrößerung, mit seinen eigenen Linsen startete er mit achtfacher Vergrößerung, zum Ende schaffte er eine 33fache Vergrößerung! Dies ermöglichte ihm die Entdeckungen, die unter anderem seinen Ruhm begründeten: die gebirgige Mondoberfläche (Abb. 1), Jupitermonde oder die Milchstraße als Ansammlung von Einzelsternen.

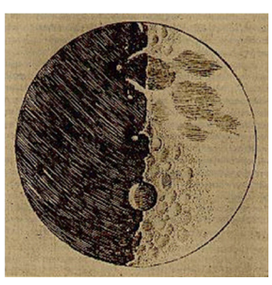


Abb.ildung 1: Galileos Zeichnung des Mondes. Aus Sidereus Nuncius (1610).

20161101 Plus Lucis.indd 4 01.11.2016 16:57:38

Ab dem 18. Jahrhundert ergab sich jedoch eine graduelle Trennung von Naturwissenschaften und Technik. So wird ab der Erfindung der Dampfmaschine von einem technischen Zeitalter gesprochen. Weiters wurden technische Schulen und Hochschulen gegründet, die sich inhaltlich deutlich von Universitäten unterschieden. Als Beispiel können die technischen Universitäten der Steiermark genannt werden. Sie sind aus dem 1811 von Erzherzog Johann gegründeten „Joanneum" hervorgegangen. Am Joanneum wurden zuerst naturwissenschaftliche Gebiete unterrichtet (Mineralogie, Zoologie, Physik, Landwirtschaftslehre), später kamen technische Richtungen wie Mechanik und Maschinenbau sowie Mathematik dazu. 1840 wurde die Steiermärkisch Ständische Montanlehranstalt in Vordernberg gegründet, sie übersiedelte 1849 nach Leoben. Diese Bergakademie wurde 1904 zur Montanistischen Hochschule erhoben. Bereits 1864 wurde die Technische Hochschule in Graz gegründet. Sie bestand aus vier Fachschulen (Ingenieurwesen, Maschinenbau, chemische Technologie, Land- und Forstwirtschaft) und bot gesonderte Kurse für Geometer sowie für Werk- und Baumeister an.

Ab dem 20. Jahrhundert kam es jedoch wieder zu einer Annäherung von Technik und Naturwissenschaft. So erforderte experimentelle Forschung Apparaturen auf höchstem technischem Niveau. Aber auch die Weiterentwicklung von Materialien und technischem Knowhow bedingte ein immer tieferes Grundlagenverständnis. Zwei Beispiele wiederum aus dem steirischen Umfeld mögen dies verdeutlichen: Siemens Tranformers Weiz (früher ELIN) sowie das Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik der TU Graz lieferten Hard- und Software zum LHC, dem größten Teilchenbeschleuniger bei CERN. Für das Projekt Nawi Graz wurden in einer für Österreich einmaligen Entwicklung sowohl Forschungsrichtungen als auch Ausbildungszweige von Fächern wie Chemie, Mathematik und Physik der Technischen Universität Graz und der Karl-Franzens Universität Graz zusammen geführt (Abb. 2).

1.2 Prinzipielles

Trotz dieser Annäherung von Naturwissenschaft und Technik muss man die grundsätzlichen Unterschiede klar sehen, einige davon sind in Tab. 1 kurz zusammengefasst.

Tabelle 1: Unterschiede zwischen Naturwissenschaften und Technik (nach [1]).

	Naturwissenschaften	Technik
Gegenstandsbereich	Natürliche Umwelt	Von Menschen geschaffene oder zu schaffende Umwelt
Hauptsächliche Denkrichtung	Kausal Wissen und Verständnis vertiefen	Final Etwas Sinn- und Zweckhaftes schaffen
Methoden	Analytisch, erklärend	Synthetisch, problemlösend
Praxis	Experimentieren und Modellbildung zur Erkenntnisgewinnung	Gestaltung der Lebensumwelt durch Planung und Produktion
Bewertungskategorien	Richtig oder falsch	Gut oder weniger gut geeignet

Sinn und Zweck von Naturwissenschaften ist Erkenntnisgewinn, also ein besseres Verständnis unserer unbelebten und belebten Umwelt im weitesten Sinn. Technik ist eine von Interessen geleitete, zielgerichtete Auseinandersetzung mit unserer Umgebung mit der Intention einer Gestaltung. Naturwissenschaften sind im Prinzip wertefrei, Technik kann nie wertneutral sein. Sie hat wirtschaftliche, ökologische und soziale Bedingungen zu beachten, es kann zu Konflikten zwischen Herstellern, Verwendern und Betroffenen kommen (Abb. 3). Kompromisse sind wesentliche Bestandteile realisierter Technik [1].

Aufgrunddieser prinzipiellen Unterschiede sind auch die Denk- und Arbeitsweisen von Wissenschaftlern und

NAWI Graz
Natural Sciences

Abbildung 2: Logo von Nawi Graz

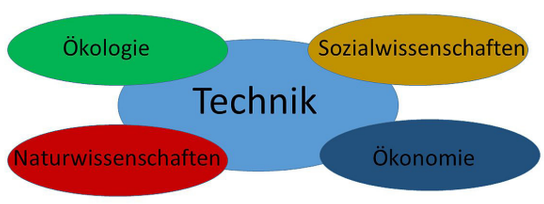


Abbildung 3: Soziotechnische Zusammenhänge (nach [2])

20161101 Plus Lucis.indd 5 01.11.2016 16:57:38

Ingenieuren verschieden. Abb. 4 zeigt die Darstellung naturwissenschaftlicher Methodik in einem österreichischen Schulbuch.

Es wird ein relativ zielgerichteter Weg von der Beobachtung eines Phänomens zur Aufstellung eines Modells oder einer Theorie gezeigt. Technik scheint an zwei Stellen auf: Als Notwendigkeit zur Herstellung technischer Apparaturen und als Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse.
Dem gegenüber sieht eine technische Arbeitsweise völlig anders aus (Abb. 5):

Auch hier ist ein zielgerichteter Weg vorgezeichnet, nämlich von Bedürfnissen bis zum fertigen Produkt. Naturwissenschaften kommen in dieser Darstellung nicht vor. Jedoch erhalten Aktivitäten, wie Entwerfen, Planen, Testen, die wohl auch implizit Teile einer naturwissenschaftlichen Methodik sind, einen expliziten Stellenwert. Sie sind genau definiert und zum Teil sogar reglementiert. So ist Prüfen nach DIN1319 die Beurteilung eines Messergebnisses im Hinblick auf eine ganz bestimmte Zweckeignung. Zusätzlich könnte man noch den Verkaufsprozess (Präsentation, Auswahl), den Anwendungsfaktor (Bedienung, Pflege, Reparatur) und die Entsorgung als Teil des technischen Prozesses einbeziehen. Nach diesem Aufzeigen von Unterschieden und Zusammenhängen zwischen Naturwissenschaften und Technik soll der Blick auf die Schulsituation geworfen werden [4]. Inwieweit sind technische Themen und Aspekte realisiert? Sollen sie überhaupt umgesetzt werden und welche Möglichkeiten bieten sich dafür an?

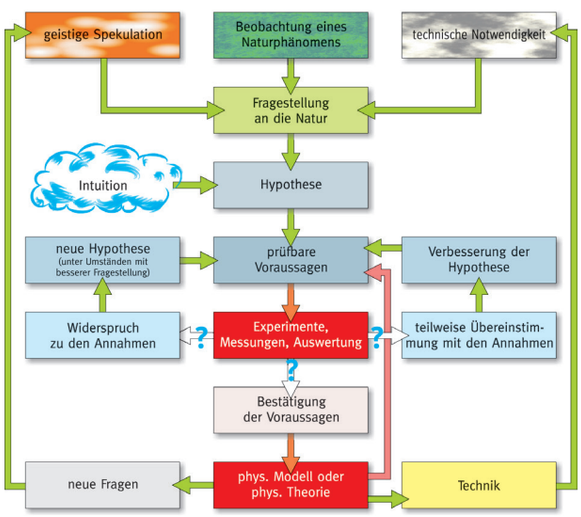


Abbildung 4: Naturwissenschaftliche Arbeitsweise (aus [3]).

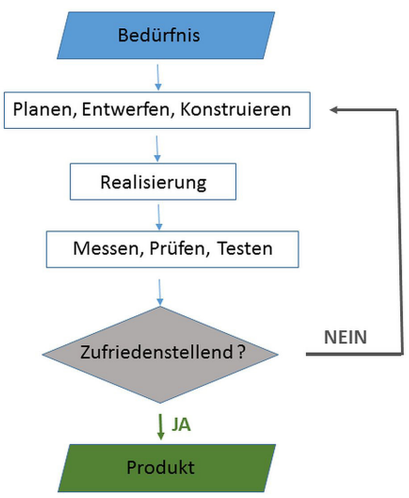


Abb. 5: Technische Arbeitsweise (nach [2]).

2. Technik im Unterricht

2.1 Argumente

Technische Errungenschaften sind ein gewichtiger Teil unserer Kultur. Neue Technologien verändern massiv unsere Arbeitswelt, aber auch das Freizeitverhalten. Zu einer Allgemeinbildung gehört konsequentermaßen ein Wissen über diesen bedeutenden Aspekt unserer Umwelt.
Allerdings ist für junge Leute der Begriff „Technik" häufig negativ besetzt: Schädigung der Umwelt, Klimakatastrophe, Energieverschwendung, Ozonloch, Tschernobyl, moderne Waffen, die die gesamte Menschheit ausrotten können, usf. Nicht so klar wird wahrgenommen, dass der heutige Wohlstand nur mithilfe von Technik erreicht werden konnte. Mit Wohlstand ist hier nicht der finanzielle Aspekt gemeint, sondern etwa die medizinische und soziale Komponente. Obwohl es noch immer zu viele Menschen gibt, die nicht an diesem Wohlstand teilhaben können, ist es auf der Welt noch nie so vielen Leuten so gut gegangen ist wie heute.
Um diesen Standard zu halten bzw. zu heben, wird aber eine entsprechende Infrastruktur benötigt. Einen entscheidenden Anteil daran bildet die personelle Komponente: Es braucht gut ausgebildetes Personal auf allen Ebenen, von Facharbeitern und Facharbeiterinnen bis zum kreativen Kopf, der mit einer einzigen Idee neue Entwicklungen auslösen kann.

Allerdings beklagen in den westlichen Ländern Personalchefs technischer Betriebe, dass sich nicht genügend junge Leute für einen technischen Beruf

20161101 Plus Lucis.indd 6 01.11.2016 16:57:39

entscheiden. Dieser Trend wird vom sogenannten Rose Report bekräftigt [5]. Rose steht für *„The Relevance of Science Education“,* wo eine norwegische Gruppe die Meinung Jugendlicher in 34 Ländern zu verschiedenen Fragen erhoben hat. Die Rückmeldungen zu den Aussagen „Ich möchte ein Naturwissenschaftler werden“ und „ Ich strebe einen technischen Beruf an“ sind in den Abbildungen 6 und 7 gezeigt. Zusammengefasst zeigt sich, dass der Wunsch, einen Beruf in den Naturwissenschaften oder in der Technik anzustreben, mit dem Bruttonationalprodukt des

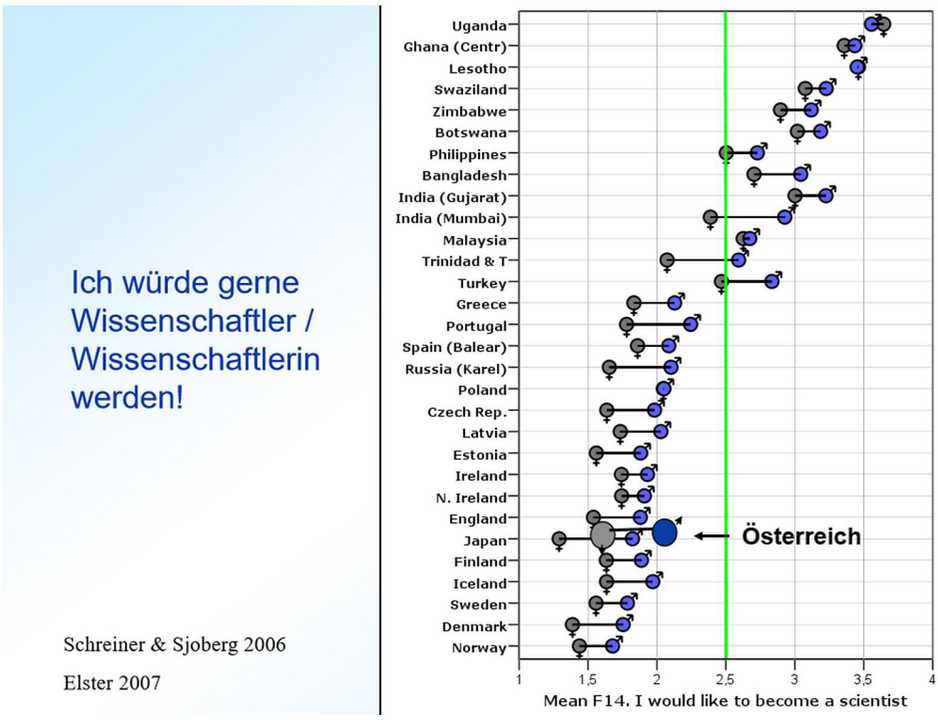


Abbildung 6. Rückmeldung von Jugendlichen auf die Aussage „Ich möchte ein Naturwissenschaftler werden.“ (aus [7]).

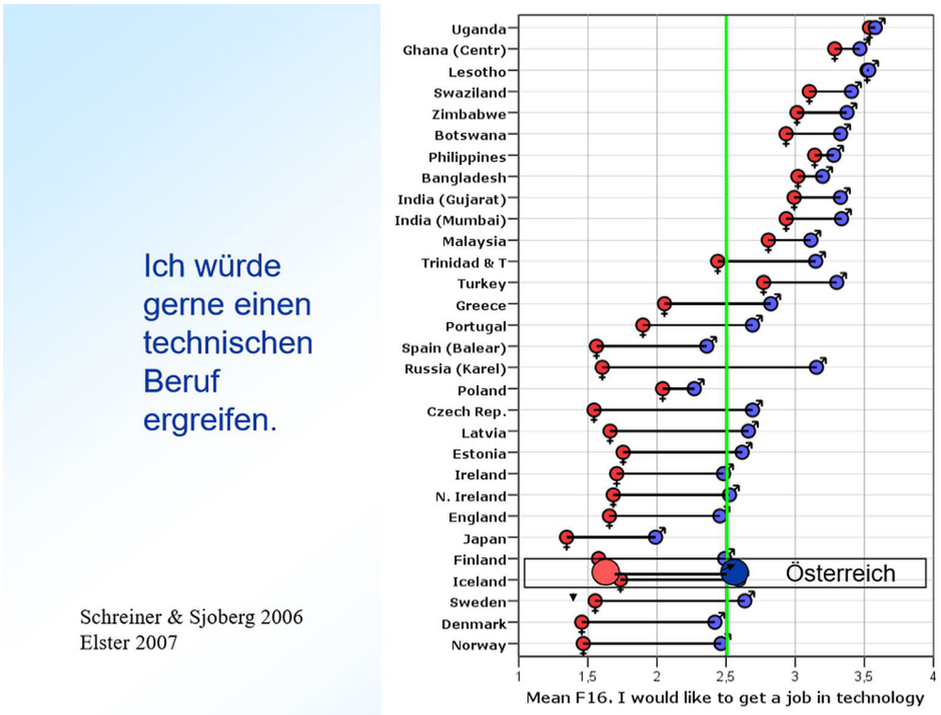


Abbildung 7: Rückmeldung von Jugendlichen auf die Aussage: „Ich strebe einen technischen Beruf an.“ (aus [7]).

20161101 Plus Lucis.indd 7 01.11.2016 16:57:40

Landes korreliert ist: Je „reicher“ ein Land, desto weniger streben dessen Jugendliche einen technischen Beruf an. Wobei besonders die Diskrepanz zwischen Burschen und Mädchen auffällt. Österreich liegt voll im Trend dieser Entwicklung [6].

Es tragen sicherlich mehrere Gründe zu diesem Trend bei. Ein Punkt wird jedoch sehr häufig genannt, nämlich dass die Jugendlichen in ihrer Schulzeit zu wenige Informationen über Technik und technische Berufe vermittelt bekommen, um wissensbasierte Entscheidungen treffen zu können. Sie sind zum Teil zu wenig vorbereitet, um sich in dieser technologisch kompetitiven Umwelt zu bewähren. Stimmt dies?

2.2 Realität oder Ist-Zustand

Manfred Euler kam in einer Studie zu dem Ergebnis, „dass im Bereich der allgemeinen schulischen Bildung technische Themen im engeren Sinne – im Unterschied zu den Naturwissenschaften – stark unterrepräsentiert, vielfach praktisch nicht existent sind.“ [8] Maike Tesch zitiert den Direktor des Vereins Deutscher Ingenieure: „Technische Bildung findet an deutschen Schulen bislang nicht statt.“ [9]. Auch Susanne Metzger konstatiert für die Schweiz, dass „technische Themen im Naturwissenschaftsunterricht immer noch einen vergleichsweise geringen Stellenwert haben“ [10].

Rudolf Spiegel hat vor etwa 20 Jahren in einer großen Untersuchung 6000 Schülerinnen und Schüler und 500 Lehrkräfte zum Ist-Zustand, zu Vorstellungen und Wünschen bezüglich der Einbeziehung technischer Inhalte in den Physikunterricht befragt [11]. Etwa 80 % der Jugendlichen gab an, dass mehr technische Aspekte im Physikunterricht behandelt werden sollten. Es ist interessant, dass die Prozentzahl bei den Mädchen nur wenig geringer war. Aber auch die Mehrheit der Lehrkräfte befand, dass die technischen Inhalte im Lehrplan zu kurz kommen. Allerdings kritisierten sie auch, dass technische Belange bereits im Physikstudium nicht ausreichend berücksichtigt worden waren (Abb. 8). Und deshalb gaben 60 bis 80 % der Lehrkräfte an, dass sie aufgrund ihrer Ausbildung technische Sachverhalte nicht umfassend vermitteln können.

Auf die Frage, welche Inhalte verstärkt aufgenommen werden sollten, stehen technische Beispiele im Vordergrund. Wirtschaftliche und politische Aspekte finden kein so großes Interesse. Diese Präferenzen haben auch die Schülerinnen (Abb. 9) und Schüler (Abb. 10) geäußert. Man erkennt bei den Mädchen mit steigendem Alter einen Rückgang des Interesses am Fach. Bei beiden Gruppen steigt jedoch das Interesse am wirtschaftlichen und politischen Umfeld.

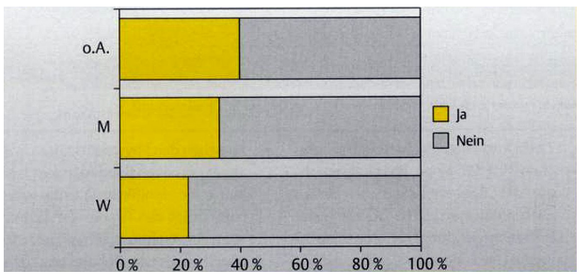


Abbildung 8: Rückmeldung der Lehrkräfte auf die Frage, ob sie aufgrund ihrer Ausbildung technische Inhalte umfassend vermitteln können (aus [11]).

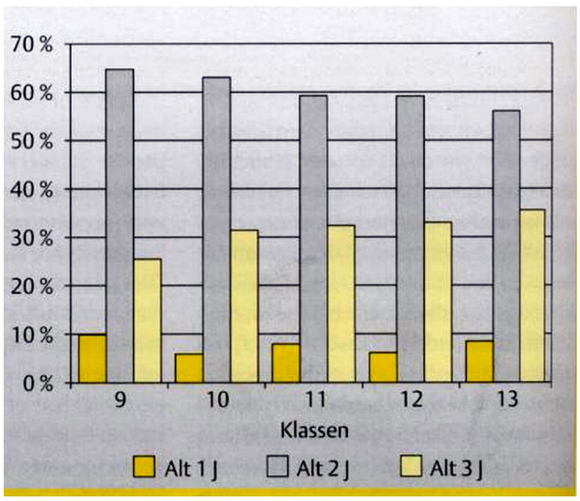


Abbildung 9: Rückmeldung der Schülerinnen auf das Angebot von drei Modellen: Reiner Naturwissenschaftsunterricht (gelb), Einbindung von technischen Beispielen (grau), Einbindung von technischen Beispielen sowie wirtschaftlicher und politischer Aspekte (beige) (aus [11]).

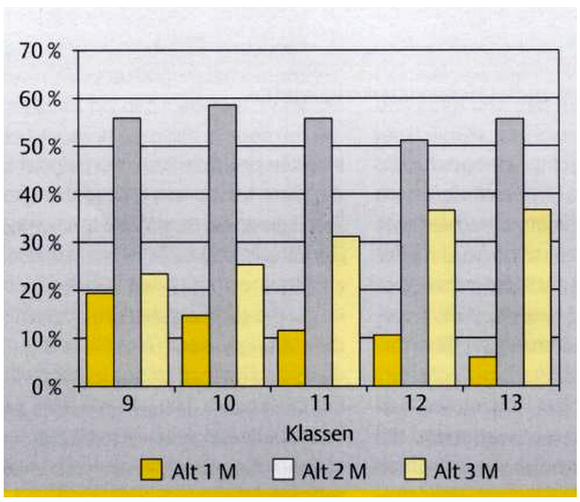


Abbildung 10: Rückmeldung der Schüler auf das Angebot der drei Modelle von Abb. 9 (aus [11]).

20161101 Plus Lucis.indd 8 01.11.2016 16:57:40

Wie sieht die Situation in Österreich aus? Es gibt keine ähnlichen Untersuchungen, aber in erster Näherung ist davon auszugehen, dass die Sachlage sehr ähnlich ist. Einerseits kommt eine Ausbildung technischer Aspekte in den Curricula der Lehramtsausbildung wenn, dann nur rudimentär vor.

In Lehrplan der Unterstufe werden in den Bildungs- und Lehraufgaben folgende Punkte genannt:

- Erkennen der kulturellen und wirtschaftlichen Bedeutung der Physik;
- Erkennen von Gefahren, die durch die Anwendung naturwissenschaftlich-technischer Erkenntnisse verursacht werden…;
- Einsicht gewinnen in die Bedeutung technischer Entwicklungen für Gesellschaft und Umwelt;
- Einblicke gewinnen in die Berufs- und Arbeitswelt.

Die Praxis sieht jedoch, z.B. gewonnen durch Sichtung von Schulbüchern, etwas anders aus: Es werden wohl technische Geräte als Anwendungen physikalischer Prinzipien gezeigt und zum Teil erklärt, manchmal werden sie auch als motivierender Einstieg zur Behandlung eines bestimmten Stoffes eingesetzt. Die technische Arbeitsweise wird nicht angesprochen. Wenn im Lehrplan der Oberstufe in den Beiträgen zu den Bildungsbereichen steht „Physik als Grundlage der Technik verstehen“, so kann dies gemäß der Ausführungen in Abschnitt 1.2 nur zu einem eingeschränkten Verständnis von Technik führen. Den Besonderheiten der technischen Arbeitsweisen sowie ihrer gesellschaftlichen und kulturellen Dimensionen wird damit nur unzureichend gerecht. [12] Im Kompetenzmodell Nawi8 werden die Bergriffe „Natur, Umwelt und Technik“ durchgehend als Einheit verwendet und zeigen somit die hohe Wertigkeit, die in diesem Modell der Technik zugeordnet wird. In der Handlungsdimension „Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln“ kann man Elemente einer technischen Arbeitsweise, wie sie in Abb. 5 gezeigt ist, erkennen.

Ein Vergleich von Schulbüchern zeigt jedoch, dass gerade diese Handlungsdimension eher unterrepräsentiert ist. Im Lehrplan für Technisches Werken finden sich sehr viele Elemente einer technischen Arbeitsweise, von der Planung und Entwicklung bis zur Produktgestaltung. Aufgrund des Alters der Jugendlichen und der Begrenztheit der zur Verfügung stehenden Stunden konzentriert sich die Gestaltung jedoch häufig auf die haptische, produzierende Komponente.

2.3 Möglichkeiten

Welche Möglichkeiten bieten sich, technische Inhalte im weitesten Sinn im allgemeinbildenden Unterricht an Jugendliche zu vermitteln?

Die extremste Form besteht in der Einführung eines eigenen Faches „Technik“ mit entsprechender Ausbildung der Lehrkräfte. Dies ist in wenigen Ländern, etwa England oder Frankreich, realisiert und war auch in der DDR Bestandteil des allgemeinen Schulsystems. Da eine solche Änderung in Österreich nicht einmal angedacht wird, ist sie wohl als sehr realitätsfern einzustufen.

In Bayern gibt es seit 2004 in Gymnasien das Fach „Natur und Technik“. Allerdings ist dies kein Fach im klassischen Sinn, weil es keine eigens dafür ausgebildeten Fachlehrkräfte gibt. „Natur und Technik“ wird von Naturwissenschafts- und Informatik-lehrerinnen und -lehrern unterrichtet.

Will man kein eigenes Fach, so gibt es nur die Möglichkeit Inhalte in bestehende Schulgegenstände einzubauen. Dabei kommen in erster Linie Physik und Chemie in Frage, bezüglich der ökonomischen Elemente natürlich auch Geographie und Wirtschaftskunde. Nimmt man Technik in der in Abschnitt 1.2 gezeigten Eigenständigkeit, so würde dies ja doch eine substantielle Änderung des Lehrplans mit sich ziehen. Weiters müsste genügend Vorbereitung dafür in der Aus- und Fortbildung der Lehrkräfte getätigt werden. Ein solcher Schritt wird meist mit großer Skepsis gesehen, weil befürchtet wird, dass der für das Fach ohnehin schon gering bemessene Zeitrahmen noch weiter eingeschränkt wird. Umgekehrt zeigen Untersuchungen, dass Jugendliche mit Technikunterricht mehr Interesse an Physik und Chemie zeigen als solche ohne [9]. Auch wird die Einbindung von technischen Tätigkeiten, wie explizites Planen oder Konstruieren, als Mehrwert des Fachunterrichts gesehen. Es gibt derzeit konkrete Projekte in einigen Bundesländern Deutschlands und in der Schweiz, die diesen Weg verfolgen. Am realistischsten ist die Variante, technische Inhalte in den bestehenden Unterricht einzubauen. Dies soll aber über die Diskussion technischer Anwendungen hinausgehen und den technischen Prozess in seiner Vielfalt mit einbinden. Zusätzlich können neue methodische Formen wie Fallstudien oder Planspiele, die aus dem wirtschaftswissenschaftlichen Bereich kommen, eingesetzt werden.

20161101 Plus Lucis.indd 9 01.11.2016 16:57:40

Projektartiger Unterricht oder konkrete Projekte bieten sich an, technische Arbeitsprozesse praktisch durchzuführen. Dabei sollte speziell auf Schritte geachtet werden, die in physikalisch orientierten Projekten meist fehlen, wie Planung, Konstruktion, Design und Optimierung. Dies bietet auch die Chance Schülerinnen und Schüler anzusprechen, die einem sehr fachlich orientierten Projekt eher skeptisch entgegensehen.

Ein technischer Arbeitsprozess kann natürlich sehr gut vor Ort, also in Betrieben, verfolgt werden. Dies bietet den Vorteil, dass auch außerschulische Experten eingebunden werden können. Erfolg bzw. Nachhaltigkeit eines Betriebsbesuches hängen aber sehr stark von der Vor- und Nachbereitung und der Zusammenarbeit mit den Verantwortlichen in den Betrieben ab. Beispiele für Projekte und Zusammenarbeiten mit Betrieben werden in diesem Heft ausführlich vorgestellt.

3. Zusammenfassung

Wenn man das technische Umfeld als Teil unserer Kultur auffasst, so muss es auch im Unterricht allgemeinbildender Schulen seinen Niederschlag finden. Dies ist in Österreich bisher nicht in ausreichendem Maß umgesetzt. In berufsbildenden Schulen sind die in diesem Artikel angesprochenen Aspekte naturgemäß integraler Bestandteil der Ausbildung, in der Allgemeinbildung besteht diesbezüglich ein Nachholbedarf.

Eine nachhaltige Änderung müsste auf mehreren Ebenen erfolgen: auf schulpolitischer Ebene in einer Adaptierung der Lehrpläne sowie in der Ausbildung der Lehrkräfte durch Aufnahme von technik-spezifischen Themen in die Curricula. Nicht zuletzt müssten die Kolleginnen und Kollegen in den Schulen einen Mehrwert für ihren Unterricht sehen, um Schülerinnen und Schüler besser auf deren zukünftige Herausforderungen vorbereiten zu können.

Mag. Dr. Leopold Mathelitsch *Ao.Univ.-Prof.i.R.,*
Fachdidaktik Physik, Karl-Franzens Universität Graz

Literatur

[1] B. Sachs, Technikunterricht: Bedingungen und Perspektiven. http://www.eduhi.at/dl/Technikbegriff_Sachs_-_tu_100.pdf (Stand 20. 8. 2016)

[2] Wagner, W., (2004). Technik im naturwissen-schaftlichen Unterricht. MNU 57(8), 478-487. Eine ausführlichere Version gibt es auf: http://www.eduhi.at/dl/Technik_in_NUT-_Wagner.pdf (Stand 20. 8. 2106)

[3] Jaros/Nussbaumer/Nussbaumer/Kunze, Physik compact, Basiswissen 5, öbv, Wien (Jahr??, neue Auflage 2011)

[4] Brandt, S. (2011) Technikunterricht versus Naturwissenschaftlicher Unterricht. http://www.vdi-bb.de/projekte/tis_public/2011/Technik_vs_natUnterricht_Jan2011.pdf (Stand 20. 8. 2016)

[5] http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf (Stand 21. 8. 2016)

[6] Elster, D. (2007). In welchen Kontexten sind Inhalte für Jugendliche interessant? Ergebnisse der Rose-Erhebung in Deutschland und Österreich. Plus lucis 2007(3), 2-8.

[7] Elster, D. Was interessiert Jugendliche an den Naturwissenschaften. Ergebnisse der ROSE-Erhebung, Vortrag, Univ. Wien.

[8] Buhr, R., Hartmann, E. A., (2008). Technische Bildung entlang einer Bildungskette – Ein vernachlässigtes Schlüsselelement der Innovationspolitik. In Buhr, R., Hartmann„ E. A. Technische Bildung für alle. https://www.vdivde-it.de/publikationen/studien/technische-bildung-fuer-alle.-ein-vernachlaessigtes-schluesselelement-der-innovationspolitik (Stand 20. 8. 2016).

[9] Tesch, M. (2011). Ziele technischer und physikalischer Bildung. In GDCP Jahrestagung 2010, Lit Verlag, Berlin, S. 384-386.

[10] Metzger, S. (2011). „Mehr Technik im Naturwissenschaftsunterricht" – aber wie? In GDCP Jahrestagung 2010, Lit Verlag, Berlin, S. 387-389.

[11] Spiegel, R., (2008). Vorstellung und Wünsche von Schülern und Physiklehrkräften zur Einbeziehung technischer Inhalte in den Physikunterricht. PdN-PhiS 57(4), 14-19.

[12] Euler, M. (2008). Situation und Maßnahmen zur Förderung der techischen Bildung in der Schule. In Buhr, R., Hartmann„ E. A. Technische Bildung für alle. https://www.vdivde-it.de/publikationen/studien/technische-bildung-fuer-alle.-ein-vernachlaessigtes-schluesselelement-der-innovationspolitik (Stand 20. 8. 2016).

20161101 Plus Lucis.indd 10 01.11.2016 16:57:40

Sprachförderung durch Experimentieren
Über Sprachbildung im Sachunterricht der Grundschule

Peter Holl, Helmut Maier

1. Einführung

Bereits im Jahr 2012 veranstalteten der Landesschulrat für Steiermark und die Pädagogische Hochschule Steiermark eine landesweite Enquete an acht zentralen Orten mit dem Ziel, die Lehrerinnen und Lehrer der Volksschule für die Sprache des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts (SU) zu sensibilisieren [1]. Vorträge und Workshops lieferten praxisnahe Beispiele für den Umstand, dass jeder Sachunterricht auch Sprachunterricht ist, wie es einmal der Linguist Paul Portmann-Tselikas plakativ ausdrückte [2]. Selbst im kompetenzorientierten Mathematikunterricht der Grundschule wird in den Bildungsstandards als eine von vier allgemeinen Kompetenzen das Kommunizieren ausgewiesen, wo unter anderem die Versprachlichung mathematischer Sachverhalte eingefordert wird [3]. Aber auch auf der Sekundarstufe hält diese Sensibilisierung Einzug, der Physikdidaktiker Josef Leisen drückt es folgendermaßen aus: *Sprache ist das Medium, über das Lernen in der Schule vorwiegend passiert. Sprache ist die Grundvoraussetzung für das Verstehen und Kommunizieren im jedem Fach überhaupt. Sprache ist somit (auch) der Schlüssel für einen gelingenden (Fach-) Unterricht* [4]. Diese Aussage und der Umstand, dass wir in unseren Klassenzimmern – speziell in den Grundschulen – nicht ausschließlich muttersprachliche Kinder, sondern auch zunehmend solche mit anderen Herkunftssprachen unterrichten, verdeutlicht die Notwendigkeit und Herausforderung, Sprachförderung nicht nur im Deutschunterricht stattfinden zu lassen, sondern als Querschnittsaufgabe in allen Unterrichtsfächern.

Wenn aber Schülerinnen und Schüler im Alltag gut Deutsch sprechen, bedeutet dies nicht zwangsläufig, dass sie im Fachunterricht alles besser verstehen, denn dazu brauchen sie erst bildungssprachliche Fertigkeiten. Die Bildungssprache ist jene Sprache, die beim Lernen in der Schule / im Fach verwendet wird. Sie ermöglicht es, sich fachgerecht, präzise und situationsadäquat ausdrücken zu können.

Doch bevor wir Überlegungen zum Erwerb von Bildungssprache anstellen, müssen wir uns fragen, wie es prinzipiell mit Sprachförderung im Sachunterricht der Grundschule aussieht? In kaum einem anderen Fach ist Sprachförderung so elementar und in einem solchen Umfang gefordert wie im Sachunterricht, da in diesem der Grundstein für die (fach-)sprachliche Entwicklung aller naturwissenschaftlichen und gesellschaftswissenschaftlichen Themenbereiche – bedingt durch die sechs Erfahrungs- und Lernbereiche – gelegt werden soll. Der Sachunterricht bietet somit für alle am Unterricht Beteiligten vielfältige Lernchancen und Möglichkeiten der sprachlichen Entwicklung. Allerdings geht man häufig fälschlicherweise davon aus, dass die Schülerinnen und Schüler die für das Verstehen der Sachtexte nötigen Lese- und Sprachkompetenzen bereits aus dem Sprachunterricht mitbringen. Die Folge: Mangelndes Fachwissen wird meist als mangelndes Fachverständnis oder Interesse interpretiert. Dabei liegt die Ursache wohl häufig darin, dass die Schülerinnen und Schüler nicht über die für das Verstehen der Sachtexte nötigen Lesestrategien / Sprachkompetenzen verfügen. Daraus lässt sich ableiten, dass es einer besonderen Planung und Gestaltung von sprachsensiblem (Fach-) Unterricht bedarf.

In den folgenden Kapiteln soll ein Überblick über aktuelle Aspekte, Möglichkeiten und Ziele gegeben, sowie einige Beispiele eines sprachsensiblen Sachunterrichts im naturkundlich – technischen Bereich erörtert werden.

2. Natur und Technik im Sachunterricht

Der Sachunterricht unterstützt Kinder darin, sich ihre soziale, natürliche und technisch gestaltete Umwelt zu erschließen, was in einem verantwortlichen Handeln münden und gleichzeitig Grundlagen für das fachliche Lernen in den weiterführenden Schulen führen soll. Speziell im technischen Bereich sollen Naturphänomene sachorientiert wahrgenommen, ausgewählte Themen ansatzweise auf grundlegende naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten zurückgeführt sowie deren Bedeutung für das Handeln in Alltagssituationen erfasst werden. Dabei stehen sich klassische Themen wie optische, magnetische und elektrische Phänomene sowie Wärme und Mechanik

20161101 Plus Lucis.indd 11 01.11.2016 16:57:40

projektorientierten Themen wie z.B. Bionik, Wasser/Luft, Wetter/Klima, Energie und Haushalt gegenüber. Sämtliche Betrachtungen erfolgen immer fachübergreifend und ganzheitlich zwischen Physik, Chemie und Biologie.
Da sich gerade der technische Bereich durch einen verhältnismäßig hohen Abstraktionsgrad kennzeichnet, wird die Notwendigkeit einer gezielten Sprachförderung deutlich.

3. Sprachförderung im SU

3.1 Grundproblematik

Ein Blick in den Perspektivrahmen Sachunterricht [5] zu den perspektivenübergreifenden Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen (prozessbezogene Kompetenzen) zeigt uns einige der grundsätzlichen sprachlichen Handlungen, die im Sachunterricht zum Einsatz kommen sollten: das Stellen von Fragen, Beschreiben, Protokollieren, Interpretieren, Vermutungen und Erkenntnisse formulieren, Erklären, etc. Das bedeutet einmal grundsätzlich, dass der Sachunterricht für die Sprachförderung eigentlich prädestiniert ist. Obwohl sich der Sachunterricht an der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler orientiert, liegen die sprachlichen Herausforderungen darin, dass man sich mit Hilfe der Alltagssprache recht schnell verständigen kann, dies jedoch oft nicht ausreicht, um diese Lebenserfahrung / dieses Vorwissen in den Unterricht einzubringen. Dazu bedarf es der Bildungssprache, die jedoch erheblich komplexer ist. Das Problem erfährt besonders dann eine Verschärfung, wenn Kinder mit unterschiedlicher muttersprachlicher Herkunft unterrichtet werden müssen. Für Lehrpersonen bedeutet das nun, Wege zu finden, die (alltags-) sprachlichen Fähigkeiten als Basis zu nutzen und durch erweiternden Input den Übergang zur Fachsprache zu ermöglichen.

3.2 Rahmenbedingungen für einen sprachsensiblen Fachunterricht

„Sprache“ umfasst mehr als nur „gesprochene“ Sprache. Sprache kann in mündlicher oder schriftlicher Form, als Alltagssprache, Unterrichtssprache oder Fachsprache in Erscheinung treten. Zudem muss Sprache nicht unbedingt durch Worte geäußert (verbalisiert) werden, sie kann vielmehr auch nonverbal, bildlich oder symbolhaft erfolgen. Daraus erwachsen jeweils unterschiedliche Problemstellungen in sprachlicher und fachlicher Hinsicht [6]. Ausgehend von diesen Problemstellungen empfiehlt Josef Leisen folgende Schritte, die gezielt zu einem sprachsensiblen Sachunterricht führen sollen:

- Lehrkräfte sollen stets darauf achten, einen vielfältigen sprachlichen Input zu liefern.
- Die Schülerinnen und Schüler sollen durch handlungsbegleitendes Sprechen bei der Erschließung neuer unbekannter Wörter unterstützt werden.
- Neue Begriffe und Inhalte benötigen ausreichende Wiederholungen und Bearbeitungen.
- An den jeweiligen Sprachstand angepasste gezielte Fragestellungen und Impulse unterstützen ebenfalls den Erwerbsprozess.
- Durch unterschiedliche Lernsettings sollen vielfältige Sprechanlässe geschaffen werden.
- Fehlerhafte Äußerungen der Schülerinnen und Schüler sollen beiläufig aufgegriffen und korrigiert und damit behutsam behandelt werden.
- Zum besseren Verständnis von Sachtexten sollten verschiedenen Strategien geübt werden (u.a. das Markieren von Textstellen, Formulieren von Fragen, Ergänzen von Beschreibungen, Einsetzen unterschiedliche Darstellungsformen, Klären neuer Wörter).
- Über Forscherhefte können eigene Wortschatzspeicher angelegt und durch (Bild-) Wörterbücher im Klassenzimmer ergänzt werden.
- Fachliches und sprachliches Lernen sollen Hand in Hand gehen, indem notwendige sprachliche Mittel für das fachliche Lernen und Verstehen von der Lehrperson ausgewählt und bereitgestellt werden.

Weiterführende Informationen und eine Vielzahl von Beispielen dazu finden sich u.a. bei Martina Goßmann in ihren Förderbausteinen für den Soforteinsatz im Sachunterricht der Grundschule [7].

3.3 Sprachkompetenz durch Experimentieren fördern

Zahlreiche sprachliche Aspekte kommen beim Experimentieren, speziell beim Forschenden Lernen im NAWI-Bereich des Sachunterrichts zum Tragen. Dabei reicht die Palette vom Forschergespräch mit seinen Vermutungen, Fragen, Diskussionen über die

20161101 Plus Lucis.indd 12 01.11.2016 16:57:40

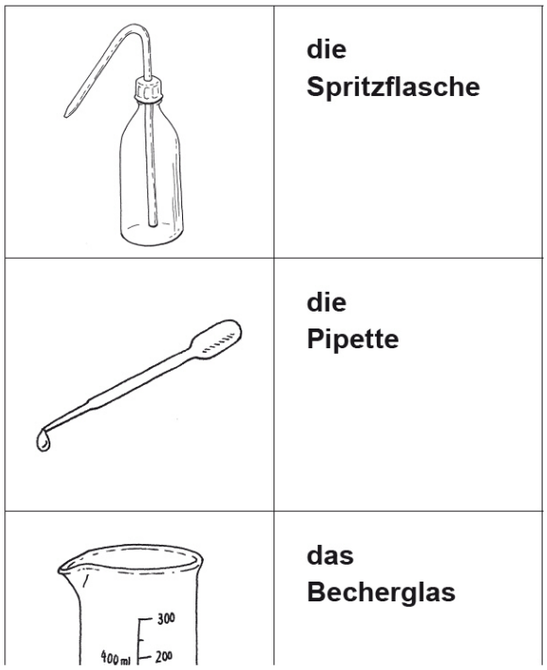


Abbildung 1: Wortkarten [11].

Verschriftlichung von Beobachtungen, Versuchsabläufen und Daten bis hin zur Präsentation von Ergebnissen. Darüber hinaus zeigen Forschungsergebnisse, dass fast alle Kinder sich für das Experimentieren interessieren. Dabei wollen sie sich über das Erlebte verbal austauschen. Auch Kinder, die eine Sprechhemmung entwickelt haben, zeigen beim Experimentieren eine hohe Sprechmotivation und können ihre Hürden überwinden [8]. Es spricht nun einiges dafür, diese unterschiedlichen Andockpunkte für sprachliches Lernen nicht isoliert voneinander, sondern vernetzt mit dem fachlichen Lernen zu fördern. Dafür eignet sich besonders das Konzept des Scaffolding, einer Methode vielfältiger Unterstützungsmaßnahmen und Werkzeuge für Lehrpersonen, um – im Fall des Sachunterrichts – sprach-sensible Lernmaterialien für die Durchführung von Experimenten oder/und Forscherkreisläufen zu gestalten [9]. Die Unterstützung erfolgt dabei auf unterschiedlichen Ebenen, wie Abbildung 2 veranschaulicht. Ein Experiment kann demnach mit verschiedenen Materialien aufbereitet, erarbeitet und wiederholt werden, sowohl auf fachlicher wie auch sprachlicher Ebene. Gemäß der Vielperspektivität der Sprache (vgl. Leisen oben.) kommen beim Scaffolding verschiedenste Wege zum Einsatz.

Hier eine kleine Auswahl:

- Gestaltung von Sachtexten durch ansprechende Gliederungen und visuelle Unterstützungen von Begriffen,
- einfachste in das Experiment integrierte Leseübungen (Wörter suchen, Lückentexte ausfüllen, Grafiken beschriften, …

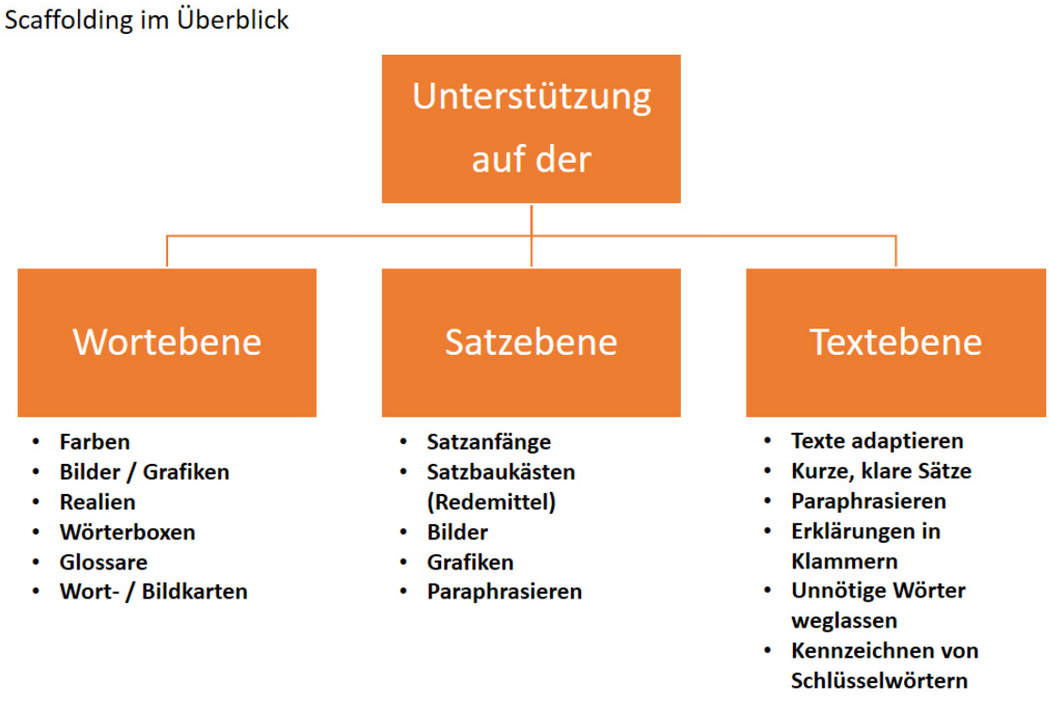


Abbildung 2: Scaffolding [16]

20161101 Plus Lucis.indd 13 01.11.2016 16:57:41

- konkrete Arbeitsaufträge zum Sprechen und Verfassen von Themen / Texten (Einsatz von Spielen wie Memory oder Domino, …)
- Wortkarten und Plakate als Mittel für Glossare und Wortpools (siehe dazu die Abbildungen 1 und 3),
- verschiedene grafische Darstellungsformen als visuelle Hilfsmittel, um Ideen, Fakten und Wissen darzustellen, zu organisieren und Zusammenhänge aufzuzeigen (Tabellen, Diagramme oder Organigramme) [10].

3.3.1 Planung und Durchführung sprachsensiblen Experimentierens

Für die Erstellung eines Ablaufplans zum sprachsensiblen Experimentieren beschreibt Anja Gottwald die Durchführung von sieben Schritten:

Schritt 1: Hinführung
Dies kann über narrative Didaktik (Storytelling) oder eine Forscherfrage (Forschungsauftrag / Forschendes Lernen) erfolgen.

Schritt 2: Materialien begutachten
Vor ihrem Einsatz werden die zu verwendenden Materialien benannt und die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrperson als Moderator auf die Sache gelenkt.

Schritt 3: Erstes Experimentieren
Zunächst wird erfragt, was vermutlich zu beobachten sein wird. Dies bahnt die kognitive Auseinandersetzung mit der Sache an. Die Vermutungen können notiert bzw. visualisiert werden. Dann erfolgt das Experimentieren, wobei die Lehrperson schwierige Schritte demonstriert und darauf achtet, dass die Schülerinnen und Schüler Möglichkeiten zu Wiederholungen und Variationen erhalten.

Schritt 4: Beobachtungen formulieren
Die Lehrperson moderiert den Diskurs über die beobachteten Phänomene, wobei alle Kinder zu Wort kommen sollen.

Schritt 5: Vermutungen anstellen
Die Lehrperson moderiert den Diskurs über die Ursachen bzw. den damit verbundenen Gesetzmäßigkeiten, wobei hier die Möglichkeit von Nebenexperimenten besteht, um Ideen und Vermutungen weiter zu entwickeln.

Schritt 6: Zweites Experimentieren
Dieses dient der Überprüfung von Aspekten und Überlegungen der gesuchten Gesetzmäßigkeiten.

Schritt 7: Abschließende Diskussion und Dokumentation
Hier lässt sich durch Anfertigen einer Forschermappe das Experiment und das daraus Gelernte verschriftlichen.

Neben der Aufgabe der Lehrperson, Lernsettings mit entsprechenden Sprechanlässen für Schülerinnen und Schüler zu konzipieren, ist die Bereitstellung geeigneter Materialien gleichermaßen bedeutsam (Scaffolding). Hier bietet das Internet ebenso wie einschlägige Literatur ein sehr vielfältiges Angebot an fertigen Produkten, die gegebenenfalls adaptiert werden können [11].
Eigene Materialien lassen sich durch einige wenige Schritte relativ einfach realisieren. Im Wesentlichen bedarf es zunächst einer klassischen Experimentieranleitung, die neben der Beschreibung benötigter Geräte und Materialien (gemäß dem Scaffolding separat und durch Bilder unterstützt) eine Schritt-für-Schritt-Anleitung, die durch entsprechende Symboliken (Symbole für Hinweise, Tätigkeiten wie Beobachten, Zeichnen, Vermuten, Beschreiben, …) unterstützt wird, beinhalten. Eigene Felder für Vermutungen, Beobachtungen und Auswertungen sowie für Zeichnungen schaffen Raum für das Verschriftlichen. Ergänzend zur Anleitung empfiehlt sich ein Arbeitsblatt, in dem die Schülerinnen und Schüler in freien Feldern das Erlernte (Forscherwissen und Sprachenwissen) festhalten bzw. verschriftlichen können. Zusätzlich sollte ein Glossar



Abbildung 3: Beispiel für ein Glossar [17]

20161101 Plus Lucis.indd 14 01.11.2016 16:57:41

(siehe Abbildung 3) angefertigt werden, das z.B. in Form von Wortkarten aufbereitet das jeweilige Stichwort in verschiedenen grammatischen Formen mit Hinweisen auf mögliche Sprachbausteine und Wortfamilien sowie ergänzenden Erläuterungen samt Grafik oder Foto beinhaltet [12].

4. CLIL - Fremdsprachenunterricht im Sachunterricht

Die Europäische Union und der Rat der Bildungsminister sehen Mehrsprachigkeit als einen der Meilensteine der Europäischen Sprachenpolitik und verfolgen das Ziel, dass alle europäischen Bürgerinnen und Bürger neben ihrer Muttersprache mindestens zwei Fremdsprachen beherrschen sollten. In Österreich sind bislang kaum bilinguale Schulen verbreitet, weshalb projektorientierter Unterricht zum Erlernen einer Fremdsprache immer populärer wird. Hier setzt die sogenannte CLIL-Matrix an, die sich als dualer Ansatz, der das Lernen von Sachinhalten aus verschiedenen Fachgebieten durch eine Fremdsprache ermöglicht, versteht. Durch CLIL (Content and Language Integrated Learning) wird die Fremdsprache als Medium genutzt, um Sachfachinhalte zu erlernen, und gleichzeitig anhand des Sachfachinhalts die Fremdsprache zu erwerben. Dies geschieht unmittelbar und in der Auseinandersetzung mit praktischen und lebensnahen Inhalten, so wie sie im Sachunterricht generell behandelt werden. Dabei ist die Fremdsprache nicht Gegenstand des Unterrichts, sondern sie wird als Medium eingesetzt um neue Inhalte/Konzepte zu erarbeiten, schon Gelerntes zu wiederholen, zu erweitern und zu vertiefen. Das Hauptaugenmerk liegt auf den rezeptiven Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler. Sie sollen verstehen, worum es geht und entsprechend handeln können. Die Lehrperson sorgt für einen abwechslungsreichen und ausdrucksstarken fremdsprachlichen Input, der es den Kindern ermöglicht, verschiedene Sprachregister kennenzulernen. Die Sprachproduktion der Kinder erfolgt in der Erstsprache oder in der Fremdsprache mit Hilfe von Redemitteln, je nach individueller Entscheidung der Schülerinnen und Schüler. Zum Einsatz kommen wieder Materialien, Spiele und Interaktionen, die stark an das Scaffolding angelehnt sind, jedoch einfachste Wörter und Begriffe sowie Satzgefüge der Fremdsprache beinhalten [13]. Bezogen auf den technischen Bereich des SU bedeutet dies die Beschreibung einfachster technischer Phänomene der Umwelt (z.B. Wasserkreislauf), speziell aber der Technik im Haushalt (z.B. Benennung elektrischer Geräte und deren sichtbaren Komponenten).

5. Schlussbemerkung

Sprachkompetenz und Kommunikationsfähigkeit sind wichtige Voraussetzungen für die Bewältigung des Alltags und für einen erfolgreichen Bildungsweg. Über Sprache kann sich ein Kind einer Sache nähern und erweitert dann seine sprachlichen Fähigkeiten, wenn es durch handelnden Umgang neue Begriffe und Satzmuster verwenden lernt. Dieser handelnde Umgang muss gefördert und das Lernen der neuen Begriffe und Satzmuster bestmöglich unterstützt werden. Das wiederum bedeutet, dass die Sprachförderung im Unterrichtsalltag die Basis jedes Unterrichts darstellen sollte, um die Schülerinnen und Schüler von Beginn an der Bildungssprache näher zu bringen.

Die tendenzielle Entwicklung, dass auch in den naturwissenschaftlichen Fächern mehr und mehr die Versprachlichung in den Fokus der Aufmerksamkeit rückt, muss als äußerst positiv herausgestrichen werden. Stellvertretend für zahlreiche einschlägige Publikationen der letzten Jahre zu dieser Thematik sei hier ein beim Studienverlag, Innsbruck unter den Herausgebern Fenkart, Lembens und Erlach-Zeitlinger erschienenes Buch erwähnt. Unter dem Titel Sprache, Mathematik und Naturwissenschaften werden in diesem Band, verschiedene Aspekte für die Sekundarstufe beleuchtet. Das erste Argument, das die Bedeutung der Sprache belegt, sei an dieser Stelle noch angeführt: So wird ein Zitat Wilhelm von Humboldts Die Sprache ist das bildende Organ des Gedankens neuen Testergebnissen gegenübergestellt, wonach das Verbieten von lautem oder innerem Sprechen eine erhebliche Verschlechterung von Denkergebnissen zur Folge hatte [14].

Zuallerletzt soll noch angeführt sein, dass die bisherige Trennung von Wissen und Sprache in getrennte Bereiche als ein Artefakt betrachtet werden muss. Es gibt Spezialisten für Inhalte (Chemiker, Historiker, Didaktiker …) und es gibt Spezialisten für Sprache (Linguisten, Sprachlehrer ...) Es gibt aber keine Inhalte ohne Sprache und es gibt keine Sprache ohne Inhalte. Vor allem im Erstspracherwerb sind das Lernen der Sprache und die Erschließung der Welt eng miteinander verbunden. Und das hört nicht plötzlich auf. Schulisches Wissen lässt sich ohne Sprache nicht erwerben, und mit dem Erwerb des Wissens verändert sich auch die Sprache. Sprache ist kein „neutrales Vehikel“ für den

20161101 Plus Lucis.indd 15 01.11.2016 16:57:41

Transport von Wissen, es gibt diesem Wissen Gestalt und macht es ausdrückbar und für andere erkennbar. Sachlernen ist auch Sprachlernen. Dieser Schluss ist kein Wunsch, auch keine didaktische Vision, sondern Tatsache [15].

Dipl. Päd. Peter Holl *Kirchliche Pädagogische Hochschule Graz*

Mag. Helmut Maier *Pädagogische Hochschule Steiermark*

Literatur

[1] Die Unterlagen zum Hauptvortrag Was machen die Erbsen im Gartenschlauch - zeitgemäßer naturkundlicher Unterricht und seine Versprachlichung wie auch zu allen Workshops können im Downloadbereich unter www.sachunterricht.at abgerufen werden. (Stand August 2016).

[2] Maier, H. (2013). Das Schaukelpferd frisst keinen Hafer. Über die Entwicklung fachspezifischer Sprachkompetenzen. Online verfügbar unter: www.sachunterricht.at/wp-content/uploads/2016/05/schaukelpferd_009.pdf. (Stand August 2016).

[3] BIFIE (2009). Praxishandbuch für „Mathematik" 4. Schulstufe. Graz: Leykam. Auch online verfügbar unter: https://www.bifie.at/node/370. (Stand August 2016).

[4] Leisen, J. (2013). Handbuch Sprachförderung im Fach. Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. 2 Broschüren. Stuttgart: Klett.

[5] Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2013). Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. Auch online verfügbar unter: www.gdsu.de/wb/media/upload/pr_gdsu_2002.pdf. (Stand August 2016).

[6] Leisen, J. (2013). Handbuch Sprachförderung im Fach. Sprachsensibler Fachunterricht in der Praxis. 2 Broschüren. Stuttgart: Klett.

[7] Goßmann, M. (2013). Sprachförderung PLUS Sachunterricht: Förderbausteine für den Soforteinsatz im Sachunterricht in der Grundschule. Stuttgart: Klett. Oder: Lehr- und Lernwerkstatt Deutsch als Zweitsprache. http://daz-lernwerkstatt.de/kstufe/34/ (Stand August 2016).

[8] Gottwald, A. (2015). Sprachförderndes Experimentieren im Sachunterricht. Wie naturwissenschaftliches Arbeiten die Sprache von Grundschulkindern fördern kann. Heidelberg: Springer Verlag.

[9] Quehl, Th., Trapp, U. (2013). Sprachbildung im Sachunterricht der Grundschule. Mit dem Scaffolding-Konzept unterwegs zur Bildungssprache. Münster u.a.: Waxmann Verlag. Siehe dazu auch: Österreichisches Sprachen-Kompetenz-Zentrum (Hrsg.). (2015). Sprachsensibler Unterricht in der Grundschule – Fokus Sachunterricht Graz: ÖSZ. (= ÖSZ Praxisreihe Heft 24).

[10] Weitere Möglichkeiten der Umsetzung finden sich in der Materialsammlung des Österreichischen Sprachen-Kompetenz-Zentrums: http://www.oesz.at/sprachsensiblerunterricht/main_02.php. (Stand August 2016).

[11] Scheuer, R., Kleffken, B., Ahlborn-Gockel, S. (2012). Sprachkompetenz fördern durch Experimentieren. Feuer-Experimente. 1. Aufl. Mühlheim: Verlag an der Ruhr.

[12] Scheuer, R., Kleffken, B., Ahlborn-Gockel, S. (2011). Sprachkompetenz fördern durch Experimentieren. Wasser-Experimente. 1. Aufl. Mühlheim: Verlag an der Ruhr.

[13] Österreichisches Sprachen-Kompetenz-Zentrum (Hrsg.). (2010). Innovative Impulse aus dem Europäischen Fremdsprachen-Zentrum des Europarates: Die CLIL-Matrix in der Unterrichtspraxis. Graz: ÖSZ. (= ÖSZ Praxisreihe Heft 13).

[14] Fenkart, G., Lembens, A., Erlach-Zeitlinger, E. (Hrsg.). (2010). Sprache, Mathematik und Naturwissenschaften. Innsbruck, Wien: Studien-Verlag.

[15] Portmann-Tselikas, P. (2007). Textkompetenz und Studienerfolg. Fragen und Probleme an der Schnittstelle zwischen unterschiedlichen akademischen Traditionen. In: Dokumentation der Tagungsbeiträge: Germanistentreffen Deutschland – Südosteuropa, 2.-6.10.2006. Bonn: Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD). (S. 267-289).

[16] Fuchs, E. (2015). Sprachsensibler Unterricht in der Grundschule – Fokus Sachunterricht. Graz: ÖSZ. (= ÖSZ Praxisreihe Heft 24).

[17] http://www.oesz.at/download/chawid/su2015_derwasserkreislauf_druck.pdf

20161101 Plus Lucis.indd 16 01.11.2016 16:57:41

Build the future

Schülergerechte Einstiege in den naturwissenschaftlich – technischen Unterricht

Alexander Pichler, Erich Reichel

1. Ausgangssituation

In der vorliegenden Arbeit werden die Zukunftsvorstellungen junger Menschen im Alter von 6 – 14 Jahren zusammengefasst. Die Grundlage für diesen Bericht bildet die gleichnamige Bachelorarbeit von Alexander Pichler im Rahmen seines Lehramtsstudiums für Physik und Chemie an der Pädagogischen Hochschule Steiermark. Ausgangspunkt war die Initiative „Build the Change - Es ist deine Zukunft." der Industriellenvereinigung Steiermark, mit dem Ziel, einen Zukunftsdialog mit Kindern und Jugendlichen zu führen [1]. Im Mittelpunkt standen dabei Themen, wie sie sich ihr Leben, die Arbeit, das Wohnen und auch das Lernen in ihrer Zukunft vorstellen. Als „Baumaterial" standen 10 Millionen LEGO® Steine zur Verfügung. Die Kinder und Jugendlichen waren in der Wahl ihrer Aufbauten völlig frei. Sie erhielten vor Ort eine organisatorische Einführung sowie inhaltliche Impulse, jedoch keine Themenempfehlung. Die Betreuenden – allesamt Schülerinnen und Schüler der Bundesbildungsanstalt für Kindergartenpädagogik Graz – stellten bei dieser Einführung die Fragen in den Raum, wie wir in Zukunft leben, arbeiten oder beispielsweise lernen werden. Der Bauprozess von rund 2 Stunden wurde nicht begleitet und allen Beteiligten standen eine Grundplatte, sowie LEGO® Steine ganz nach persönlichem Bedarf zur Verfügung. Lediglich die Dokumentation der Objekte durch das Ausfüllen von Beschreibungskärtchen wurde durch das Betreuungsteam unterstützt. Den Veranstaltern war es auch wichtig, hierauf keinen Einfluss zu nehmen und so ging es mehr um eine Unterstützung – insbesondere für jüngere Kinder, die noch nicht schreiben konnten – als um eine Interpretation.

Durchgeführt wurde dieses Projekt vom 2. bis 5. Oktober 2014 in der Helmut-List-Halle in Graz. In diesen vier Tagen haben 7000 Kinder und Jugendliche an ihrer „Zukunft" gebaut. Die Beschreibung der Objekte wurde während der Veranstaltung schriftlich dokumentiert. Teile dieser Beschreibungen bildeten die Grundlage für diese Arbeit, die das naturwissenschaftliche und technische Interesse der Kinder und Jugendlichen beschreibt. Die Abbildungen 1 und 2 zeigen Impressionen dieser Veranstaltung.



Abbildung 1: Unzählige Kinder und Jugendliche beim Gestalten ihrer Zukunft.



Abbildung 2: Unzählige Objekte als Ergebnisse der Initiative „Build the Change - Es ist deine Zukunft." der Industriellenvereinigung Steiermark

20161101 Plus Lucis.indd 17 01.11.2016 16:57:43

2. Empirischer Zugang

Als Erhebungsinstrument dienten die Kärtchen, auf welche die Kinder und Jugendliche ihre Bauwerke beschrieben haben. Abbildung 3 zeigt ein Beschreibungskärtchen, Abbildung 4 das zugehörige Objekt.

Über 400 dieser Kärtchen zum Thema „Forschung, Arbeit und Fantasy" waren bereits von der Industriellenvereinigung Steiermark vorsortiert und wurden uns zur Verfügung gestellt. Nach mehrmaliger Durchsicht dieser 400 Kärtchen, wurden 251 davon ausgewählt und dienten als Grundlage für diese Untersuchung. Die Kriterien für die Auswahl der Kärtchen waren das Alter zwischen 6 und 14 Jahren, sowie ausreichende Informationen zum Objekt. Wenn das Objekt nur mit einem Wort beschrieben wurde, wurde es nicht berücksichtigt. Die Datensätze beinhalten Alter, Herkunftsort, Geschlecht und Beschreibung des jeweiligen Objekts. Diese Datensätze wurden zu fünf Clustern zusammengefasst: Forschung, Technik, Umweltgedanke, Fliegen und Weltall. Daneben wurde noch ein Cluster „weder noch" eingeführt. In diesen Cluster fallen alle Kärtchen, die keiner Kategorie zugeordnet werden konnten. Dadurch war gewährleistet, dass alle berücksichtigten Kärtchen eine Zuordnung erfuhren.

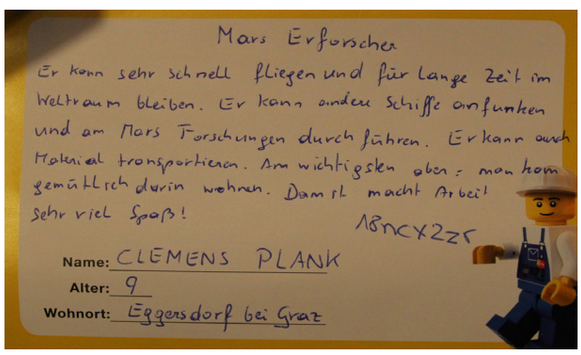


Abbildung 3: Beschreibungskärtchen „Marserforscher" Hinweis: Die Kärtchen wurden teilweise mit Hilfe von Betreuungspersonen ausgefüllt.



Abbildung 4: Objekt „Marserforscher", Clemens, 9 Jahre

Wenn auf dem Kärtchen Begriffe wie Labor, Forschungszentrum, forschen, erforschen oder Ähnliches zu lesen waren, wurde es dem Cluster „Forschung" zugeordnet. Der Cluster „Technik" beinhaltet alle Arten von Maschinen, Alltagstechnik und Robotern. Auch wenn es Maschinen sind, die nur in der Fantasie der Kinder und Jugendlichen vorkommen. Wie der Name „Umweltgedanke" schon sagt, wird alles, in dem ein Gedanke von Umweltfreundlichkeit vermutet werden kann, diesem Cluster zugeordnet (z.B. erneuerbare Energie, Recyclinganlagen). Dem Cluster „Fliegen" wurde alles zugeschrieben, was mit dem Thema Fliegen zu tun hat. Ganz gleich, ob es sich um ein herkömmliches Flugzeug handelt oder ob in der Zukunft „die Menschen fliegen können". Für den Cluster „Weltraum" waren in erster Linie Schlagwörter wie „Weltraum", „Weltall" oder „Aliens" ausschlaggebend. Des Weiteren wurden alle Planeten diesem Cluster zugeordnet, unabhängig davon, ob sie fiktiv sind oder existieren.

Allerdings muss erwähnt werden, dass das vorliegende Untersuchungsdesign erst nach Abschluss der Initiative erarbeitet werden konnte. Somit war kein Einfluss auf die Datenerhebung möglich.

3. Ergebnisse

Abbildung 5 zeigt die Zuteilung aller 251 Kärtchen zu den einzelnen Clustern. Die Zuteilung eines Objektes zu mehreren Clustern war für die Auswertung notwendig.

Es zeigt sich, dass das Thema Technik für einen Großteil der Kinder interessant ist, und man sieht, dass sich viele Kinder und Jugendliche Gedanken um die Umwelt machen. Ebenfalls erstaunlich ist das Ergebnis des Clusters „Fliegen". Denn beinahe ein Drittel der 251 Kinder möchte in Zukunft in der Luft unterwegs sein.

Bei der Gegenüberstellung der Ergebnisse von Mädchen und Buben fällt sofort auf, dass bei den Buben das Thema Weltall dreimal so oft vorkommt als bei den Mädchen. Beim Umweltgedanken liegen die beiden Gruppen ziemlich gleich auf. Dieses Themengebiet scheint für beide Geschlechter gleich interessant bzw. relevant für die Zukunft zu sein. Ebenfalls beim Themengebiet Forschung liegen für beide Geschlechter gleich starke Interessen vor. Die Thematik des Fliegens scheint für die Burschen etwas wichtiger zu

20161101 Plus Lucis.indd 18 01.11.2016 16:57:43

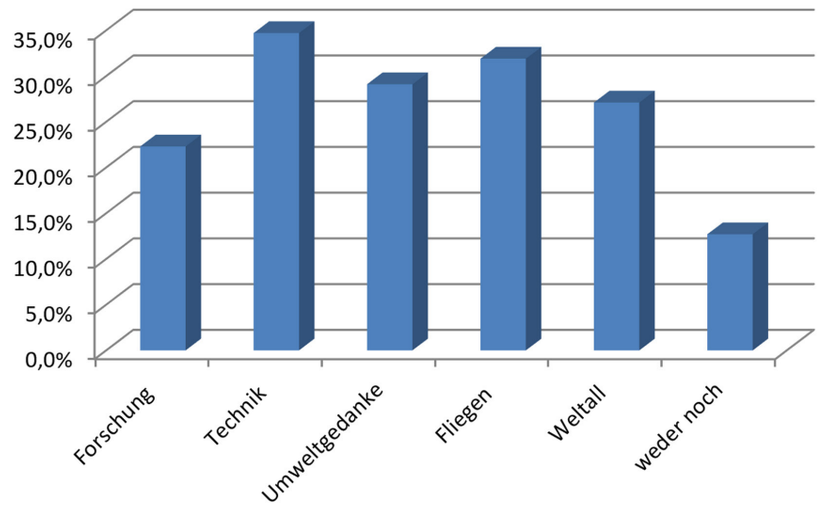


Abbildung 5; Zuordnung der Objekte zu den einzelnen Clustern (Stichprobe: 251, davon männlich: 187, weiblich: 64)

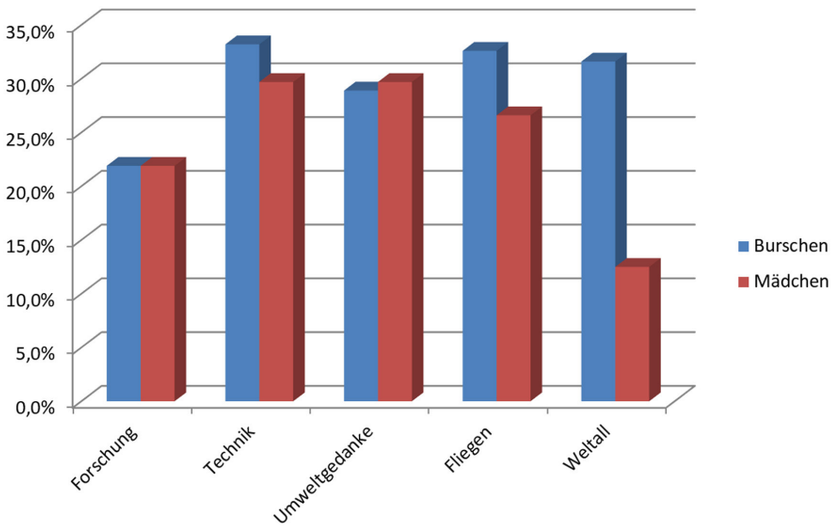


Abbildung 6: Interesse an den einzelnen Themen in Abhängigkeit vom Geschlecht (Stichprobe: 251, davon 64 weiblich/ 187 männlich)

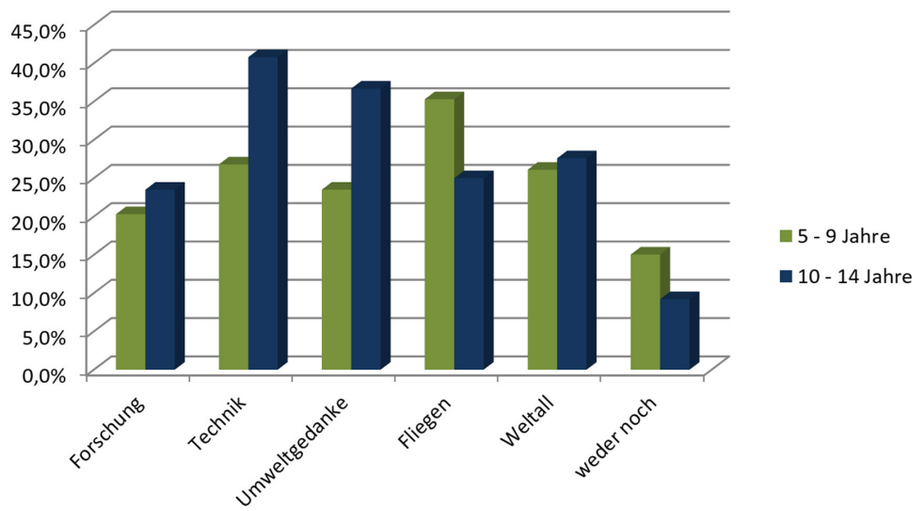


Abbildung7; Interessenslagen nach Alter (Stichprobe: 251, davon 5 – 9 Jahre: 153, 10 – 14 Jahre: 98)

20161101 Plus Lucis.indd 19 01.11.2016 16:57:44

sein als für die Mädchen. Der stärkste Unterschied tritt beim Thema Technik auf. Für diesen Themenbereich interessieren sich die 10 – 14-Jährigen stärker als die 5 – 9-Jährigen. Beinahe den gleichen Unterschied gibt es beim Themenbereich Umweltgedanke. Beim Thema Fliegen ist das Ergebnis umgekehrt. Bei den 5 - 9-Jährigen interessieren sich um gute 10 Prozent mehr für dieses Thema als bei den 10 - 14-Jährigen.

4. Vergleich mit der ROSE – Studie

The „Relevance of Science Education", kurz ROSE, ist eine internationale Vergleichsstudie, in der die Einflussfaktoren des naturwissenschaftlichen Lernens erhoben wurden. Die Jugendlichen, welche zwischen 14 und 18 Jahre alt waren, wurden mittels eines standardisierten Fragebogens zu ihren Meinungen, Interessen und Einstellungen befragt [2]. Weltweit sind an dieser internationalen Studie knapp 40 Nationen beteiligt [3]. Ziel der Studie ist eine Weiterentwicklung von Bildungssystemen mit Hilfe der Erkenntnisse aus dem angewandten Fragebogen [4].

Wenn man die Ergebnisse der Interessenslagen der ROSE – Studie mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit vergleicht, so kann man doch Unterschiede erkennen. Es sei aber erwähnt, dass das Alter der Befragten in der ROSE – Studie nur einen Überlappungsbereich bei den 14-Jährigen mit der vorliegenden Untersuchung zeigt und dass bei der vorliegenden Untersuchung ein anderes Instrumentarium verwendet wurde. Daher kann man die Ergebnisse dieser Untersuchung nur trendmäßig vergleichen. Das Thema Weltall hat laut Holstermann und Bögeholz die Mädchen und Burschen beinahe im gleichen Ausmaß interessiert. Bei den Ergebnissen aus „Build the change" ist wenig Interesse der Mädchen an Weltraumthemen feststellbar. Des Weiteren sieht man in den Ergebnissen nach Holstermann und Bögeholz, dass sich die Mädchen laut ROSE – Studie deutlich weniger für die Technik interessieren als die Burschen. Bei der Analyse der Daten aus „Build the change" liegen die Interessenslagen der beiden Geschlechter beinahe gleich auf [4]. Dieser Unterschied mag auf das Alter der Kinder und Jugendlichen zurück zu führen sein, aber auch die technische Entwicklung unserer Umwelt schreitet weiter voran.

5. Bedeutung für den naturwissenschaftlich- technischen Unterricht

Blickt man auf die Ergebnisse der Kinder im Alter der Sekundarstufe I, so lassen sich durchaus Aussagen treffen, die nützlich für die Planung eines naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts sein können. Das Thema Technik wird bei beiden Geschlechtern als interessant wahrgenommen. Da die Untersuchung zeigt, dass das Interesse an diesem Thema auch mit dem Alter steigt, ist es sinnvoll, technische Inhalte ab der 7./8. Schulstufe stärker einfließen zu lassen.

Das Thema „Weltall" sollte geschlechtersensitiv unterrichtet werden. Hier würden sich Projekte anbieten, die von Mädchen und Buben differenziert interessant wahrgenommene Themen beinhalten.

In der Praxis wäre es sinnvoll, Themenbereiche intensiver zu behandeln, welche die Kinder und Jugendlichen in ihrer Altersgruppe interessant fanden. Daher sollten Themen wie das Fliegen öfter in den naturwissenschaftlich– technischen Unterricht einfließen. Denn in jeder Altersgruppe beider Geschlechter hat dieses Thema einen hohen Stellenwert.

6. Danksagung

An dieser Stelle geht unser Dank an die Industriellenvereinigung Steiermark. Ganz besonders an Frau Mag. Nina Zechner für Hilfestellung und die Bereitstellung der Objektbeschreibungen, Unterlagen und Informationen, die für diese Arbeit genutzt werden durften.

Alexander Pichler, BEd *Pädagogische Hochschule Steiermark*

HS-Prof. Mag. Dr. Erich Reichel *Pädagogische Hochschule Steiermark*

Literatur

[1] www.esistdeinezukunft.at (Stand: 26.8.2016)

[2] Elster, D. (2007). In welchen Kontexten sind naturwissenschaftliche Inhalte für Jugendliche interessant? – Ergebnisse der Rose Studie. Plus Lucis - Zeitschrift der physikalisch-chemischen Gesellschaft in Österreich, 3, 2–8 [verfügbar unter: http://www.univie.ac.at/pluslucis/PlusLucis/073/s2_8.pdf ; Stand: 20.08.2015]

[3] Schreiner, C. & Sjøberg, S. (2004). The Relevance of Science Education. Sowing the Seeds of ROSE. Oslo: Acta Didactica.

[4] Holstermann, N.& Bögelholz, S. (2007). Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 13, 71–86 [verfügbar unter: http://archiv.ipn.uni-kiel.de/zfdn/pdf/006_Holster_13.pdf ; Stand: 20.08.2015]

20161101 Plus Lucis.indd 20 01.11.2016 16:57:44

Faszination Technik

Was soll die Kühltruhe im Klassenzimmer? Was hat der Nachbau von Polyamidfäden im Schullabor mit industrieller Praxis zu tun? Und welche Möglichkeiten gibt es, Naturwissenschaften und Technik ins Klassenzimmer zu holen? Ganz einfach – es ist „Faszination an der Technik".

Sabine Sattler

1. Gemeinsam sind wir kreativ

Faszination Technik ist ein steiermarkweit agierendes Netzwerk. Neben den direkten Umsetzungspartnern der Schulprojekte – den Fachdidaktikzentren, der Pädagogischen Hochschule Steiermark, der Steirischen Volkswirtschaftlichen Gesellschaft und Industriebetrieben – finden sich 55 Partnerinitiativen und Projektangebote auf der Plattform, auf die Lehrkräfte aber auch Erziehungsberechtigte und Interessierte zugreifen können. Gemeinsam werden Schwerpunktthemen festgelegt, ein Online-Technik-Terminkalender gespeist und ein Newsletter aufgelegt – und das alles im Zeichen der Technikbegeisterung. Dem aktuellen Schwerpunkthema „Erfindergeist" ist auch eine Ausgabe des Informationsmagazins <<FUTURE>> gewidmet[1].

Nicht für die Schule, sondern für das Leben lernen

Wie vielseitig und gewinnbringend die intensive Kooperation von Schule und Industrie sein kann, wird an Hand der Initiative Faszination Technik sichtbar. Seit nunmehr 10 Jahren verschmelzen Lehrkräfte mit ihren Klassen und Leitbetrieben ihrer Region über ein Schuljahr hinweg zu Projektteams. Ziel ist es, die Anwendung von scheinbar theoretischen Lehrinhalten „erfahrbar" zu machen. Das passiert durch Schulprojekte, im folgenden werden zwei davon näher beschrieben.

2. Schulprojekte

2.1 Technik in den Betrieben der Region

Leitbetriebe aus der Region laden Jugendliche ein, hinter die Produktionskulissen zu blicken. Die so gesammelten Erfahrungen werden ein Schuljahr lang im Unterricht in Projektform verarbeitet, anschaulich in Experimente und Modelle verpackt und einer breiten Öffentlichkeit präsentiert (Abb. 1 – 3: Gewinnerprojekte). Die Videomitschnitte zu den Präsentationen finden Sie online [2].

So werden Stickoxide, die bei der Dieselverbrennung entstehen, unschädlich gemacht, der Gärprozess analysiert, die Funktionsweise von Kühlschränken erläutert, Belastungstests für Scheinwerfer entworfen, mit neuartigen Polyamidfäden die Teppichindustrie revolutioniert und die Produktionsschritte von ganzen Autos mittels selbst programmierter App nachverfolgt. Über 2.000 Schülerinnen und Schüler haben so 118 Betriebe „unter die Lupe genommen" und technische Zusammenhänge und Berufsbilder kennen gelernt.







Abbildung 1, 2, 3

20161101 Plus Lucis.indd 21 01.11.2016 16:57:46





Abbildung 4, 5: Projektarbeit in der Regionalen Produktanalyse

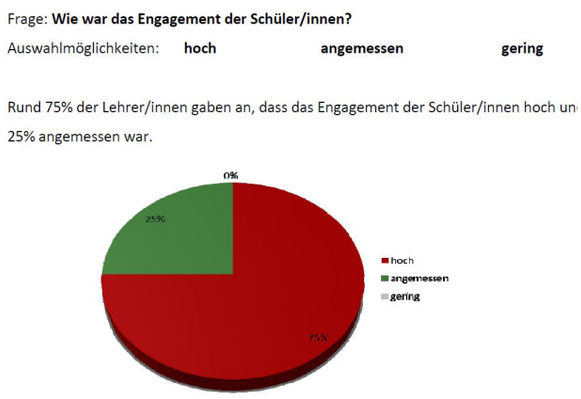


Abbildung 6

2.2 Regionale Produktanalyse – Was soll die Kühltruhe im Klassenzimmer?

Begleitet von interdisziplinären Teams von Lehrkräften zerlegen, analysieren, „verbessern" und beschreiben Schülerinnen und Schüler Industrieprodukte. Fächerübergreifend werden Lehr- und Lernhinhalte aus Chemie, Physik, Mathematik, Geographie, Biologie aber auch Deutsch, Englisch und Berufsorientierung durch reale Produkte mit der Praxis verbunden. Durch diesen Ansatz erfahren die Jugendlichen die direkte Anwendung vom „Lernstoff" in der Praxis (Abb. 4, 5). Die so gestalteten Unterrichtseinheiten werden wiederum anderen Lehrkräften zur Verfügung gestellt (vgl. Online-Berichte [3]). Die Aktionslinie wurde wissenschaftlich begleitet (vgl. [4]) und von allen Beteiligten evaluiert. Schön zu sehen ist, dass sich die Schülerinnen und Schüler mit Engagement daran beteiligen. (Abb. 6)

FASZINATION TECHNIK
www.faszination-technik.at

Faszination Technik ist eine Initiative der steirischen Industrie. Weiterführende Informationen:
W: www.faszination-technik.at
M: info@faszination-techn k.at
T: 0316 601 521

Mag. Sabine Sattler *Industriellenvereinigung Steiermark, s.sattler@iv-net.at*

Literatur

[1] www.dieindustrie.at/future

[2] www.faszination-technik.at/schulprojekte/challenge-2016/

[3] www.faszination-technik.at/schulprojekte/regionale-produktanalyse/

[4] Kruse, A. (2013): Diplomarbeit. Faszination Technik. Lawinenverschüttetensuch-Geräte im Physikunterricht. Graz: Karl-Franzens-Universität.

20161101 Plus Lucis.indd 22 01.11.2016 16:57:47

TU Graz macht Schule

Schulkooperationen und „FITte“ Mädels

Verena Rexeis

Schon lange ist der Technischen Universität Graz „Science to Public“ ein Anliegen – umgesetzt werden diese Anstrengungen in unterschiedlichsten Projekten oder bei und durch Veranstaltungen. Im großen Maßstab passiert Science to Public bei der zweijährig stattfindenden *Langen Nacht der Forschung,* dem größten Forschungs-Event Österreichs, bei der die TU Graz heuer mit 28 Stationen teilgenommen und eine Reise von der Mikro- und Nanowelt über die Biomechanik und die Rettungsrobotik bis zur Satellitenforschung und zur Produktion von morgen geboten hat. Produktion der Zukunft – Industrie 4.0 – ist auch gleich die Überleitung zu einem Angebot an der TU Graz direkt, dem *FabLab Graz* [1] (Fabrication Laboratory). Dies ist sozusagen eine High-Tech Werkstätte, in der moderne Produktionsmaschinen, wie 3D-Drucker, Laser Cutter oder CNC-Maschinen von allen genutzt werden können, um Prototypen, Kleinserien oder einfach Gimmicks, wie eine verlorene Spielfigur, herzustellen. Open Day mit kostenloser Nutzung der Maschinen ist jeden Donnerstag nachmittag (Abbildung 1).

Es gibt aber auch Angebote, die sich gezielt an Kinder und Jugendliche richten. Speziell für Schülerinnen ab 10 Jahren bietet die TU Graz die Sommercomputerkurse „CoMaed – Computer und Mädchen“. Diese spannen einen Bogen, der bei Null anfängt und sich über Robotik, Grafik bis hin zur Programmierung erstreckt. Institutsbesuche runden das Angebot ab und zeigen einen ersten Einblick in die Arbeitswelten von Forscherinnen und Forschern.

Einen noch tieferen Einblick in die Welt der Technik erhalten Schülerinnen ab 15 Jahren bei den „*T³UG – Teens treffen Technik*“ Ferialpraktika. Vier Wochen arbeiten die Schülerinnen an einem Institut der TU Graz mit

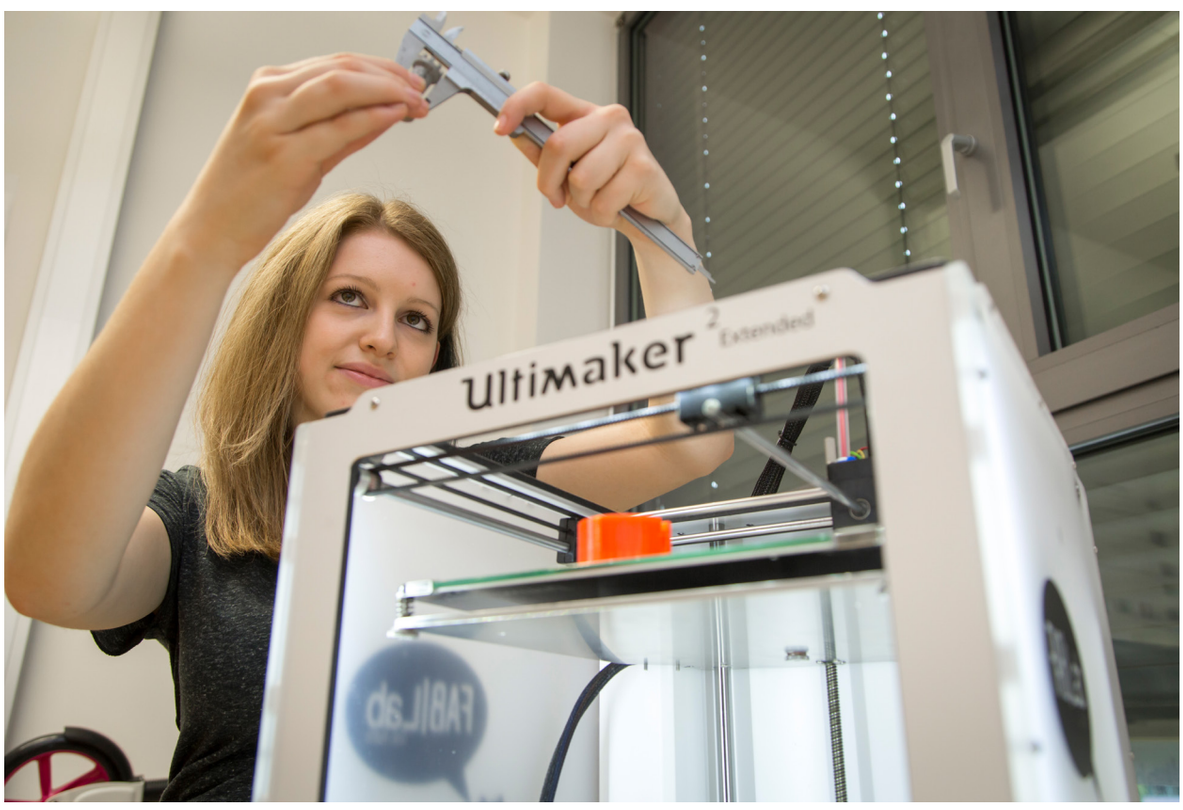


Abbildung 1: 3D-Drucker im FabLAb Graz (by Lunghammer, TU Graz)

20161101 Plus Lucis.indd 23 01.11.2016 16:57:50

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern an aktuellen Forschungsprojekten und blicken bei Institutsworkshops und Vorträgen auch ein wenig über den Tellerrand. Jährlich werden rund 100 Praktikaplätze vergeben. Bei der Zuteilung werden die Interessen der Schülerinnen bestmöglich berücksichtigt, jedoch spielen auch die Zeiträume zum Arbeiten und die möglichen Betreuungszeiträume an den Instituten auch eine große Rolle. Die Zuteilung erfolgt in der Praxis von der Maturaklasse abwärts, um jene, die direkt vor der Studienwahl stehen, den bestmöglichen Einblick zu geben. Die Praktika können auch mehrmals an denselben oder unterschiedlichen Instituten gemacht werden.

Die *Workshops der KinderUniGraz* während des Schuljahres richten sich hingegen bewusst an gesamte Schulklassen, um allen Kindern die Begeisterung für Wissenschaft und Forschung weiter zu geben, eben auch an diejenigen, die nicht regelmäßig aus dem Elternhaus Förderung in dieser Richtung erhalten. Die TU Graz ist eine der acht Grazer Hochschulen, die diese Workshops gestalten darf.

Nicht zu vergessen sind die zahlreichen Initiativen, Veranstaltungen und Projekte für und mit Schülerinnen, Schüler und Schulen an den 96 Instituten der TU Graz, die von sehr engagierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern initiiert und durchgeführt werden (siehe „The Virtual Sandbox“ in dieser Ausgabe). Genau diese engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gestalten auch unsere Schulkooperationen mit.

1. Schulkooperationen

Seit mittlerweile sechs Jahren betreibt die TU Graz in Abstimmung mit dem Landesschulrat für Steiermark eine Kooperation mit zehn steirischen AHS. Diese Kooperation wird auf unterschiedlichste Weise von den Schulen gelebt. Prinzipiell können sich die Schulen alles wünschen und daraufhin wird versucht den Wünschen zu entsprechen. Generell organisiert die TU Graz für alle interessierten Schulen bzw. Schulklassen Institutsbesuche und -führungen, doch die Kooperationsschulen haben die Möglichkeit mehrere und unterschiedliche Angebote zu nützen. Einige Schulen binden die Institutsworkshops in unterschiedlichen Fächern in den Unterricht, entlang des Lehrplans, ein. In vielen AHS gibt es mittlerweile etwas wie ein Fach „Science“ und in diesem interdisziplinären Feld finden auch andere Formate, wie Ausarbeitungen zu aktuellen Forschungsprojekten durch die Schülerinnen und Schüler nach Gesprächen mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern Platz. Eine der Schulen nutzt die Kooperation auch für ein Mentoring für begabte Schülerinnen und Schüler, die sich mehrmals im Schuljahr mit Forscherinnen und Forschern zu Gesprächen treffen.

Sehr beliebt bei den Schulen sind auch praktische Vorführungen oder Showvorlesungen – am besten es knallt, blitzt und raucht. Hier sind beispielsweise Veranstaltungen der Chemie oder Hochspannungstechnik zu nennen. Für Schülerinnen gibt es ja das bereits erwähnte Ferialpraktika-Programm T³UG, aber auch Schüler unserer Kooperationsschulen haben die Möglichkeit Praktika an Instituten der TU Graz zu absolvieren. Während der Praktika war es bereits für einige Schülerinnen und Schüler möglich an ihren thematisch passendenden vorwissenschaftlichen Arbeiten an den Instituten zu forschen bzw. praktische Arbeiten zu verrichten.

Wissen Sie, was sich hinter «Verfahrenstechnik» verbirgt? »Mathematik studiert man doch nur, weil man in der Schule auch schon gut darin war und gerne rechnet, oder?« Noch einmal Mathematik: »Gell, man kann nicht auf der TU studieren, wenn man einen 3er in Mathe hat?« Damit die Schülerinnen und Schüler unserer Kooperationsschulen, aber natürlich auch darüber hinaus, rechtzeitig vor der Studienwahl wissen, was sie bei dem einen oder anderen Studium erwarten können, betreibt die TU Graz Studieninformation österreichweit bei Bildungsmessen in Schulen direkt oder überregional. Die Studienberatungsinitiative „FIT – Frauen in die Technik“ möchte insbesondere Schülerinnen die Welt der Technik aufzeigen und dafür begeistern.

2. FIT – Frauen in die Technik

Bereits vor mehr als 20 Jahren startete die Initiative FIT – Frauen in die Technik mit einem Pilotprojekt in der Steiermark. Über mehrere Jahre gab es FIT an/in sechs Standorten/Bundesländern und somit konnten Schülerinnen österreichweit noch intensiver für Technik und Naturwissenschaften begeistert werden. Durch den Wegfall der Förderung der Bundesministerien gibt es FIT heute noch in drei Bundesländern: Oberösterreich,

20161101 Plus Lucis.indd 24 01.11.2016 16:57:50

Steiermark und Wien. Diese decken so gut als möglich die österreichweite Arbeit ab, jedoch ist es fast nicht möglich in Tirol und Vorarlberg tätig zu sein.

Wer steht hinter FIT Steiermark? FIT Steiermark ist eine Initiative der TU Graz, Uni Graz, Montanuniversität Leoben, FH JOANNEUM, FH CAMPUS 02, FH Burgenland und des Chemie-Kollegs und vertritt beim FIT-Infotag auch die anderen technischen Kollegs aus Graz. Was macht FIT Steiermark? FIT Steiermark hat sich der Studieninformation für Schülerinnen verschrieben und motiviert diese, sich Technik zuzutrauen. Denn, Technik ist attraktiv und durch das Sichtbarmachen von Frauen in technischen Berufsfeldern werden berufliche Identifikationsmöglichkeiten geschaffen.

Das Highlight ist der FIT-Infotag am Montag vor den Schulsemesterferien an der TU Graz mit allen beteiligten Bildungseinrichtungen, bei dem sich jährlich über 200 Schülerinnen über Studienangebote in Technik und Naturwissenschaften in der Steiermark und im Burgenland informieren. Studentinnen sind vor Ort und beantworten jede noch so unwichtig erscheinende Frage. Fragen stellen können die Schülerinnen auch bei der Podiumsdiskussion mit Technikerinnen – Absolventinnen der veranstaltenden Universitäten und Fachhochschulen. Dieses Sichtbarmachen von Role Models und Ausräumen von Bedenken hilft vielen Schülerinnen den Schritt in die Technik zu wagen. Beim FIT-Infotag findet auch die Registrierung für die T³UG-Ferialjobs statt. Nach dem FIT-Infotag findet an den darauffolgenden Tagen das FIT-Schnupperprogramm statt, bei dem es ein vielfältiges Programm direkt an den veranstaltenden Bildungseinrichtungen gibt. Zu den Standorten außerhalb von Graz gibt es kostenlose Busse. Nächster FIT-Infotag: 13. Februar 2017; FIT-Schnupperprogramm: 14.-16. Februar 2017.

Der FIT-Infotag ist natürlich nicht die einzige Gelegenheit für Schülerinnen mit FIT in Kontakt zu kommen. FIT Steiermark informiert auch ganzjährig direkt an Schulen im Rahmen von Studienvorstellungs-Vorträgen oder bei Bildungsmessen. Die Beratungen und Termine werden von Studentinnen und Studenten durchgeführt, die auch oft zu ihrem Alltag und dem Geschehen abseits des Studiums befragt werden.

Mag. Verena Rexeis *Büro für Gleichstellung und Frauenförderung. TU Graz*



Literatur

[1] http://fablab.tugraz.at

20161101 Plus Lucis.indd 25 01.11.2016 16:57:50

„Österreich sucht die Technikqueens“ – eine Erfolgsgeschichte

In einer bemerkenswerten Initiative versuchen große Industriebetriebe, den Frauenanteil in der Technik anzuheben. Dazu wurde speziell für Mädchen ein Wettbewerb ins Leben gerufen, in dem sie sich mit aktuellen Themenfeldern wie Energie- oder Umwelttechnik auseinandersetzen müssen.

Josef Ranz, Gerhard Rath

1. Hintergründe zu Technikqueens

Lt. SORA-Studie im Auftrag der OMV [1] liegt der Frauenanteil der Technik-Fachkräfte bei nur 15 Prozent. Zugleich sind 90 Prozent der österreichischen Industrieunternehmen auf der Suche nach technischen Fachkräften – Tendenz steigend. Hier zeigt sich ein großes, ungenutztes Potential. Im Rahmen der Nachhaltigkeitsinitiative OMV-Resourcefulness wurde das Projekt „Österreich sucht die Technikqueens“ (kurz „Technikqueens“) von der OMV im Jahre 2012 ins Leben gerufen [2], 2016 wurde es nunmehr schon zum vierten Mal in Folge durchgeführt. Der Wettbewerb richtet sich an Mädchen zwischen 14 und 16 Jahren mit technischem Interesse bzw. technischem Berufswunsch. Ihnen soll so die Chance gegeben werden, Technik authentisch zu erleben und die Faszination für eine mögliche spätere Beschäftigung in Ausbildung und Beruf zu ermöglichen. Damit unterstützt dieses Projekt in ganz besonderer Weise den Genderaspekt im Bereich der technischen Bildung.

Diese Bildungsinitiative der OMV wurde Jahr für Jahr weiterentwickelt und wird derzeit gemeinsam mit den Industriepartnern *Siemens, Borealis, Microsoft, ÖBB, RHI* und dem *Stadtschulrat Wien* sowie dem *ORF* als Medienpartner durchgeführt. Konzeption und Design sowie die programmtechnische Abwicklung aller Onlinephasen wurde im Auftrag der OMV von der *OVOS-GmbH* (http://www.ovos.at/) übernommen. Ziel war es, eine ansprechende, moderne „gamified Onlinechallenge“ zu erstellen. Entstanden ist daraus das bisher größte Gamification-Projekt Österreichs.

Über die OVOS GmbH kam das *Regionale Fachdidaktikzentrum für Physik Steiermark* ins Spiel (kurz RFDZ Physik), das sich seit jeher als Ansprechpartner für Fragen aus dem Bereich der Vermittlung von Physik auf allen Ebenen versteht [3]. Eine wichtige Ebene der Vermittlung ist die Kooperation mit Unternehmen zur Unterstützung praxisnaher physikalischer Bildung. Insbesondere wurde vom RFDZ Physik von Beginn an das OMV-Projekt „Österreich sucht die Technikqueens“ inhaltlich und methodisch-didaktisch mitentwickelt sowie im gesamten Ablauf nunmehr bereits das vierte Jahr unterstützt.

In Zusammenarbeit mit OVOS wurden die Themenschwerpunkte der bisherigen Technikqueens-Projekte geplant und die Abwicklung in folgenden Bereichen fachlich bis zum Finale unterstützt:

- Vorschläge für das Gesamtthema und Aufgabenvorschläge zur Online-Phase;
- Festlegung der Themen für die Portfoliophase samt Bewertungskriterien;
- Bewertung der Portfolios und Ermittlung der Top-50;
- fachliche Unterstützung in der Gruppenphase der Finale;
- Mitwirkung in der Jury der Abschlussveranstaltung.

Wertvolle Preise dienen als spezieller, zusätzlicher Ansporn für die jungen Mädchen:

- 50 iPad mini für die 50 „Technikqueens“ mit den 50 besten Portfolios
- 25 Bildungsschecks zu je 2.500€ für die besten 25 Finalistinnen
- Mentoringprogramm für die besten 25 Finalistinnen
- Erlebniswochenende für das Siegerteam ((Flug-)Reise

20161101 Plus Lucis.indd 26 01.11.2016 16:57:50

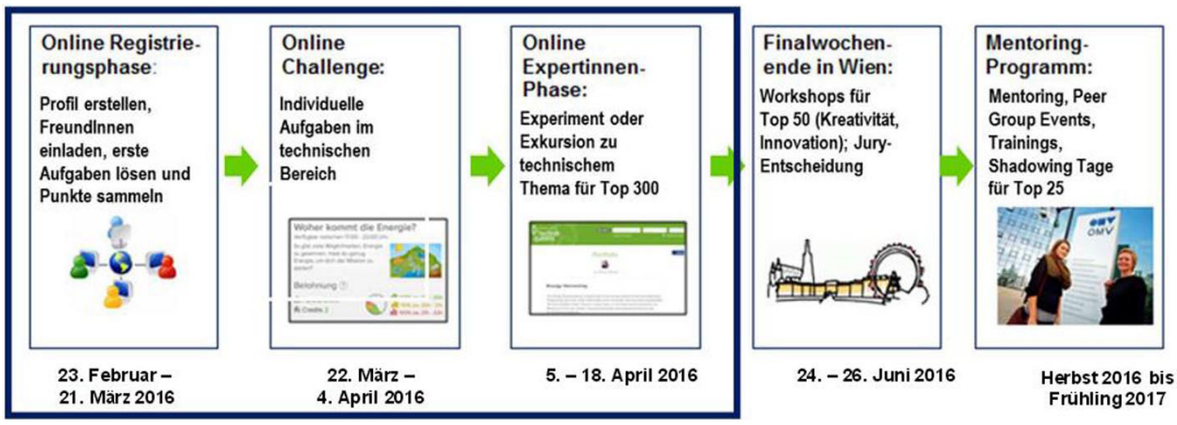


Abbildung 1: Technkikqueens-Phasen 2016 [6]

zu einem „Technik-Hotspot“; z.B. Windkanal Bottrop bei Dortmund).

2. Wie läuft der Wettbewerb ab?

Abbildung 1 gibt einen Überblick über die 5 Phasen des Wettbewerbs.

2.1. Anmelde- und Vorbereitungsphase (Februar, März)

Über *www.technikqueen.at* erfolgt die Online-Anmeldung (Abb. 2), wobei für jede Teilnehmerin ein eigener Account erstellt wird. Die Mädchen haben die Möglichkeit, sich mit dem System und der Idee vertraut zu machen, kleine Übungsaufgaben kennenzulernen sowie Dokumentationen und Bildergalerien bisheriger Veranstaltungen zu erkunden. Der Aspekt „Frauen und Technik“ sowie die Präsenz von Technikqueens auf facebook [4] ist durchgehend ein wichtiges Element dieses innovativen Projektes. Über 2000 Anmeldungen im letzten Jahr zeigen, dass dieses Konzept bei den jungen Mädchen sehr gut ankommt.



Abbildung 2: Homepage von technikqueens [2]

2.2. Aufgabenphase (März, April, 2 Wochen)

Technikqueens steht jährlich unter einem bestimmten Themenschwerpunkt, wie nachhaltige Energienutzung, Umwelt, Ressourcen, Recycling, Rohstoffe oder in diesem Jahr „smart-technologies“. In der Aufgabenphase werden den Teilnehmerinnen über eine Woche hinweg zum Themenschwerpunkt Online-Aufgaben gestellt, der Ablauf der Onlinephase erfolgt nach dem sogenannten Gamificationkonzept [5], in welchem spieltypische Elemente wie Punktelisten, Zusatzpunkte, Fortschrittssignale, Ranglisten u.ä. eingesetzt werden. Damit wird eine Motivationssteigerung auch für jene Mädchen angestrebt, die sich von vornherein weniger für die vorgegebenen technischen Inhalte interessieren.

Die Aufgabenphase ist in 7 Teilphasen (kurz: „missions“) gegliedert, wobei jede mission einen Tag für eine bestimmte



Abbildung 3: Schema der 7 Teilphasen („missions“), Technikqueens 2016 [3]

20161101 Plus Lucis.indd 27 01.11.2016 16:57:50

Zeit (z.B. 17-22 Uhr) geöffnet ist. Durch erreichte Zusatzcredits können die Aufgaben auch mehrfach bzw. länger bearbeitet werden. Die Aufgaben der einzelnen missions orientieren sich an den Tätigkeitsfeldern der beteiligten Partnerinstitutionen (Abb. 3).
Die Aufgabenphase umfasste 2016 folgende Themen:

- Zeit für Erfindungen
- Erneuerbare Energien
- Smart Cities
- Kunststoff – vielseitig und praktisch
- Feuer und Flamme für Innovation - Das Zuhause der Zukunft
- Smarte Mobilität

Aus den durchgeführten Aufgaben der anfangs über 2000 Anmeldungen wurden am Ende die besten 300 Teilnehmerinnen ermittelt, die damit in die nächste Phase gekommen sind.

2.3. Expertinnenphase (April, 2 Wochen)

Die verbliebenen Teilnehmerinnen bekommen ein Thema zugewiesen, zu dem sie innerhalb von 3 Wochen ein Portfolio von mindestens 1000 Wörtern erstellen müssen. Darin soll das gestellte Thema und mit Bildern, Diagrammen, verlinkten Videos etc. aufbereitet werden. Die Erstellung der Portfolios selbst erfolgt in einer eigens gestalteten Webumgebung. Die fertiggestellten Arbeiten werden von Expertinnen und Experten des RFDZ-Steiermark nach folgenden vorgegebenen Kriterien bewertet:

- fachliche, physikalische Tiefe und Korrektheit
- formale Aufbereitung
- Eigenständigkeit
- Kreativität in den eingebauten Elementen

Die Autorinnen der Top-50 Portfolios sind dann die Final-Teilnehmerinnen der großen jährlichen Abschlussveranstaltung im Head-Office der OMV in Wien. Ein Beispiel für ein Top-50-Portfolio findet sich im nächsten Kapitel unter der Themenbeschreibung von Technikqueens 2016.



Abbildung 4: 50 Technikqueens beim Finale 2016 im HO der OMV [2]

2.4. Finalwochenende (Freitag bis Sonntag, letzte Juniwoche)

Die besten 50 Portfolioautorinnen (Abb. 4) arbeiten in zehn Kleingruppen zu je fünf Teilnehmerinnen und erstellen am Finalwochenende eine Präsentation zu einem Projekt, dessen Thema ihnen beim Finale vorgegeben wird, aber angelehnt ist am Jahresthema und damit inhaltlich an ihren Portfolios. Die Herausforderung dabei ist, sich im Team auf ein Thema zu einigen, dieses vor Ort zu bearbeiten und für die Abschlusspräsentation möglichst publikumswirksam aber auch inhaltlich korrekt zu gestalten.
Unterstützung gibt es dabei von professionellen Trainerinnen und Trainern, Technikerinnen und Technikern der OMV sowie Mitgliedern des RFDZ-Teams aus Graz (Abb. 5).



Abbildung 5: Fachliche Unterstützung für die Abschlusspräsentation

Im Rahmen einer großen Abschlussveranstaltung werden von einer Jury aus ExpertInnen der beteiligten Institutionen die besten 5 Teams ermittelt (Abb. 6,7).
Im Finale 2016 wurde das Projekt „Hearing-Glasses“ als Siegerprojekt gekürt. Dabei wurde ein Konzept vorgestellt, das Gehörlosen über eine Videobrille die Kommunikation mit anderen Menschen lesbar einblendet. Zudem beinhaltet diese Brille weitere Funktionen, wie

20161101 Plus Lucis.indd 28 01.11.2016 16:57:51

„Team-Kommunikation“ oder Darstellung von Werten verschiedener erweiterbarer Umgebungssensoren (Abb. 8).

2.5. Mentoringprogramm (Herbst)

Die 5 Siegerteams haben im darauffolgenden Herbst die Möglichkeit von MentorInnen auf Workshops, Schulungen oder Exkursionen begleitet zu werden. Dabei bekommen sie einen Einblick in den Arbeitsalltag von jungen Technikerinnen und lernen interessante innovative Bereiche kennen (Abb. 9).



Abbildung 6: Abschlusspräsentation



Abbildung 7: Jury 2016 [2]



Abbildung 8: Siegerteam 2016 mit Werner Gruber, dem Vorsitzenden der Jury [2]



Abbildung 9: Mentoringexkursion zur Siemens-Zugfertigung[2]

3. Beispiele für Aufgaben und Portfolios

3.1 Erneuerbare Energien und Erdölgewinnung (2012/13)

In der Onlinephase mussten über eine Woche hinweg an jedem Tag Aufgaben zu einem Thema bearbeitet und beantwortet werden. Die ansprechende Programmoberfläche sowie besondere Interaktionsmöglichkeiten (z.B. mit einer „Lupe“ ein Bild untersuchen), Programm- und Spielelemente (Zusatzpunkte, Zusatzaufgaben) motivierten die jungen Teilnehmerinnen, sodass ein Großteil von ihnen den Onlineteil erfolgreich abschloss.

Exemplarisch zeigen folgende Beispiele der Aufgabenphase, mit welchen Fragen und auf welche Weise die jungen Mädchen zum Thema Energieressourcen konfrontiert wurden. Beispielaufgabe zum Thema Energiesparen: Finde der richtigen Antwort mittels „Lupe“ (Abb. 10)

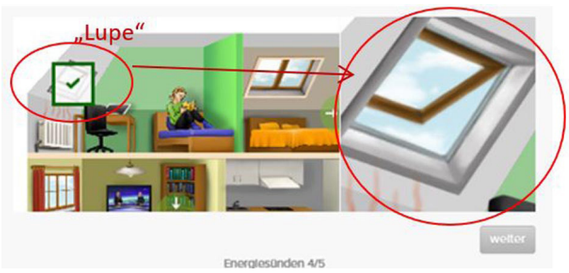


Abbildung 10: Aufgabe aus der Onlinephase 2013 [2]: „Energiespartipp 3: Das korrekte Beheizen und Lüften von Räumlichkeiten spielt eine große Rolle, wenn es um das Thema Energiesparen geht. So ist zum Beispiel Stoßlüften wesentlich effizienter als Fenster über einen längeren Zeitraum offen stehen zu lassen. Wo im Haus wird dieser Energiespartipp nicht befolgt?“

3.2 Energie und Mobilität im Alltag (2013/14)



Abbildung 11: Aufgabenblock aus der Onlinephase 2014 [2]

20161101 Plus Lucis.indd 29 01.11.2016 16:57:51

3.3 Bewusster Umgang und die Wiederverwendung von Ressourcen (2014/15)

Neben einfachen Aufgabenstellungen müssen die Teilnehmerinnen aber auch anspruchsvollere Aufgaben lösen, die Recherchearbeit und Berechnungen erfordern (Abb. 12). Damit wird in der Challenge versucht, einen passenden Mix aus Einfachheit und Anspruch zu erzielen. Die Teilnehmerinnen sollen im spielerischen Tun wichtige inhaltliche Erfahrungen zu den einzelnen Themen mitnehmen können. Gleichzeitig soll ein Ansporn bei den jungen Mädchen initiiert werden, sich auch weiterhin und über die Schule hinaus für Technik zu interessieren.



Abbildung 12: Anspruchsvollere Aufgabenstellung aus Onlinephase 2014/15 [2]

3.4 Clevere Technologien für mein Leben von Morgen („smart technologies“) (2015/16)

Zum heurigen Thema „Clevere Technologien“ wurden wieder sehr kreative und informative Portfolios erstellt. Stellvertretend sollen hier einige Eindrücke von einem Top-3-Portfolio angeführt werden.

Johanna erstellte ein eigenes Video, in dem sie die Möglichkeiten von Smart Home mittels Zeichnungen und gesprochenen Erklärungen kreativ und einprägsam dargestellt hat. Neben einer umfassenden, gleichzeitig kompakten und klaren Beschreibung der Möglichkeiten moderner Hausautomation runden eigene Skizzen zur Thematik sowie ein Interview mit einem Experten dieses Portfolio aus dem Kreis der Besten ab (Abb. 13, 14).



Abbildung 13: Video aus dem Portfolio



Abbildung 14: Skizze und Interview von Johanna aus Expertinnenphase 2016

In der Rückmeldung an die Verfasserin dieses Portfolios formuliert die Portfolio-Jury: *„Großartiges Portfolio mit zwei Interviews und schönen eigenen Produkten, vor allem dem charmanten Video!“*

4. Feedback und Ausblick

Auszüge von den Rückmeldungen einiger Teilnehmerinnen von 2015 und 2016 zeigen die besondere Wertschätzung und hohe Akzeptanz für den Wettbewerb (Abb. 15):

„Ich habe viel gelernt. Zum einen technisch, zum anderen sozial, durch die vielen neuen Kontakte mit den anderen Mädchen und den Mentorinnen.“ (Magdalena I.)

„Im Laufe der Challenge bin ich wirklich neugierig geworden auf Technik. Einen technischen Beruf könnte ich mir durchaus vorstellen.“ (Karin K.)

„Als Technikqueen traue ich mir noch mehr zu als zuvor! Die Auszeichnung und das Mentoringprogramm haben mich bestärkt.“ (Marisa E.)

20161101 Plus Lucis.indd 30 01.11.2016 16:57:51



Abbildung 15: Rückmeldungen zu Technikqueens 2016 [2]

In Summe wurden in den letzten vier Jahren ca. 6000 junge Menschen durch Technikqueens angesprochen und haben sich großteils über Wochen mit wichtigen Themen der Technik und damit auch mit einer nachhaltigen künftigen Gestaltung unserer Umwelt auseinandergesetzt. Dieses Potential an Interesse für Fragen der Technik und Umwelt sollte auch in Zukunft gefördert und entsprechend unterstützt werden. Von Seiten des RFDZ-Steiermark sind wir bemüht, inhaltlich, konzeptionell und in der Durchführung auch weiterhin mitzuwirken und damit einen Beitrag zur physikalisch-technischen Bildung im außerschulischen Bereich zu leisten.

Mag. D.I. Josef Ranz *Pädagogische Hochschule Steiermark, josef.ranz@phst.at*

Mag. Dr. Gerhard Rath *Fachdidaktikzentrum Physik, Karl-Franzens Universität Graz, gerhard.rath@uni-graz.at*

Literatur

[1] http://technikqueen.at/frauen-technik (7/2016)

[2] http:www.technikqueen.at (7/2016)

[3] http://physik.didaktik-graz.at (7/2016)

[4] https://www.facebook.com/technikqueens (7/2016)

[5] https://de.wikipedia.org/wiki/Gamification (7/2016)

[6] https://technikqueen.at/resources/files/2016/3/7/7058/omv-tq-2016-booklet.pdf

20161101 Plus Lucis.indd 31 01.11.2016 16:57:51

TechLab

Eine steirische Erfolgsstory geht weiter: „Papier macht Schule“

Petra Seebacher, Erich Reichel, Walter Moser, Eduard Schittelkopf, Hans Eck

1. Die Idee von TechLab

„Beste Köpfe gesucht...“

Dieses Motto stellt die Arbeitsmarktsituation für technische Berufe zumindest in der Steiermark dar. Es gibt zu wenige Facharbeiterinnen und Facharbeiter in diesen Berufen auf jedem Ausbildungsniveau. Das Fehlen dieser Fachkräfte könnte auf mittelfristige Sicht gesehen eine Gefahr für den florierenden Wirtschaftsstandort Steiermark bedeuten. Da die Steiermark laut Auskunft der Industriellenvereinigung in erster Linie ein Industrie- und kein Tourismusland darstellt, kann dieses Faktum bedenkliche volkswirtschaftliche Auswirkungen bewirken. Denn Bildung, Forschung und Innovation sind Schlüssel für Wachstum und Wohlstand.

Die vorhandenen Lehrstellen in der Industrie können oftmals nicht besetzt werden. Es muss daher eine Maßnahme getroffen werden, junge Menschen für technische Berufe zu begeistern. Dieses Problem wurde von der Industriellenvereinigung an das Regionale Fachdidaktikzentrum für Physik herangetragen. Gemeinsam wurde 2008/2009 mit der Firma Mosdorfer aus Weiz – einer Tochterfirma der Knill Gruppe – TechLab als Pilotprojekt mit der Industriellenvereinigung Steiermark entwickelt.

Dabei wurden Schülerinnen und Schüler am Ende der Sekundarstufe I in Firmen geführt. Diese Werksbesichtigungen sollen aber nicht passiv von ihnen aufgenommen werden, sondern durch interaktive Experimente, die vorher in der Schule entsprechend im Physikunterricht vorbereitet wurden, ergänzt werden. Diese Experimente stellten auf der einen Seite den Physikunterricht in der Schule in den praxisnahen Kontext der Technik, auf der anderen Seite verstehen die Schülerinnen und Schüler die jeweiligen Produkte und gewinnen dadurch Interesse an technischen Berufen. Diese Art des Zuganges wurde gewählt, damit der zeitliche Aufwand für Industriebetrieb und Schule gleichmäßig verteilt werden kann.

Die Kernidee des Projekts war die Entwicklung interaktiver Betriebsbesichtigungen mit physikalisch- technischen Inhalten für Schülerinnen und Schüler. Durch ihre aktive Einbindung in betriebliche Prozesse sollte die Auseinandersetzung mit der technischen Arbeitswelt intensiver als durch traditionelle Betriebsführungen erfolgen. Im Rahmen dieser fachdidaktischen Maßnahme wurde nach dem Ansatz des „entdeckenden, forschenden Lernens“ gearbeitet.

Für die eigens konzipierten Unterrichtseinheiten wurden praxisnahe Unterrichtsmaterialien erarbeitet, die unmittelbar an die Arbeits- und Produktionsfelder des jeweiligen Industriepartners anschließen. In Kleingruppen wurden die in der Schule auf Basis der Unterrichtsmaterialien (z.B. Experimente) erarbeiteten Erkenntnisse im betrieblichen Kontext vertieft. In Interviews mit Fachkräften aus dem Betrieb beschäftigten sich die Schülerinnen und Schüler darüber hinaus mit den realen Arbeitsverhältnissen.

Folgende Projekte wurden umgesetzt:

TechLab 1 – KNILL Energy 2008/09 (siehe Abbildung 1)
TechLab 2 – KNAPP Logistik 2009/10



Abbildung 1: Arbeitsunterlage zu TechLab 1

20161101 Plus Lucis.indd 32 01.11.2016 16:57:52

2. Ergebnisse von TechLab 1 und TechLab 2

Die folgenden Ergebnisse stammen aus einer Diplomarbeit, in deren Rahmen die TechLab Projekte evaluiert wurden [1]. Die besondere Art des Firmenbesuchs wurde von den Schülerinnen und Schülern allgemein positiv bewertet. Je mehr die Kinder selbst an Versuchen erproben konnten, also je handlungsorientierter der Firmenbesuch ausfiel, desto günstiger wirkte sich das auf Aufmerksamkeit und Interesse der Kinder aus. Dies ging vor allem aus den Aussagen der Kinder und den Interviews mit den Stationsleitern in den Betrieben und den Lehrpersonen hervor. Der Firmenbesuch wurde von 71% der Befragten als Bereicherung und Abwechslung vom schulischen Lernen erlebt.

Änderungen in Einstellungen oder in Berufswünschen nach dem Firmenbesuch ließen sich mit quantitativen Methoden nicht zeigen, wohl aber vereinzelt mit qualitativen. Eine Änderung von Einstellungen durch einen einzigen Projekttag darf und kann aber bei realistischer Betrachtung auch nicht erwartet werden.

Die Kooperation zwischen Schule und Wirtschaftsbetrieb wurde von allen Beteiligten sehr positiv beschrieben. Ein besonderes Highlight war auch die Einbindung von Lehrlingen in die Stations- bzw. Experimentbetreuung. Dies kann als besonders gelungener Aspekt betrachtet werden.

Mädchen wurden durch den Firmenbesuch darin bestätigt, dass Frauen für technisch-handwerkliche Berufe geeignet sind. Ihr Interesse für Technik war aber schwerer zu wecken.

Die positive Bewertung des Firmenbesuchs durch die Schülerinnen und Schüler schlug sich nicht im Wunsch nieder, mehr technische Inhalte im Physikunterricht zu haben. Offenbar war es die Technik im Berufsalltag, welche die Kinder begeistert hat.

3. TechLab 3 - Papier macht Schule

„Junge Leute von heute sind die Entscheidungs- und Wissensträger von morgen".

Diese Tatsache ist das Fundament von „Papier macht Schule" [2]. Ziel ist, Kindern und Jugendlichen sowie deren Lehrpersonen umfassende Informationen zum Thema Papier / Karton und den damit verbundenen Jobmöglichkeiten zur Verfügung zu stellen. Getragen wird die Initiative von der Austropapier und der Fachvertretung der steirischen Papier- und Zellstoffindustrie.

Den Stein ins Rollen brachte eine 2008/09 durchgeführte Umfrage unter Schülerinnen und Schülern, Lehrpersonen und Studierenden, die klar zeigte: Das Bild, das diese wichtigen Zielgruppen von der Papier- und Zellstoffindustrie hatten, war äußerst negativ behaftet. Die Ergebnisse waren in vielen Bereichen erschütternd. Hier ein paar Fakten aus der Studie:

- Schülerinnen und Schüler (76%) und Studierende der Technik (61%) waren der Meinung, dass für die österreichische Papiererzeugung Regenwälder abgeholzt werden;
- Ein Großteil der Probanden meinte, die Österreichische Papierindustrie trage wesentlich zur Verschmutzung von Luft und Gewässern bei;
- 82% der Schülerinnen und Schüler und 48% der Technik-Studierenden hatten kein Interesse, mehr über Berufsmöglichkeiten in der Papierbranche zu erfahren;
- 95% der Schülerinnen und Schüler und 76% der Technik-Studierenden hatten noch nie daran gedacht, in dieser Branche zu arbeiten. Vor allem die Studierenden gaben als Grund für das fehlende Interesse an, dass sie viel zu wenige Informationen über die Papierindustrie haben.

Es galt, rasch zu handeln. Gemeinsam mit dem Holzcluster Steiermark hat die Fachvertretung der Steirischen Papier- und Zellstoffindustrie die grundlegende Strategie festgelegt: Man muss weg von der „Verteidigungsrolle", es gilt, die Stärke der Branche nach außen zu tragen und jungen Leuten Perspektiven aufzuzeigen. Die Papierbetriebe produzieren ein umweltfreundliches High-Tech-Produkt und damit galt es, die Technologie, die hinter den Produkten steckt, sichtbar zu machen. Als Hauptzielgruppen definierte das Team Lehrpersonen, Lernende und Studierende. Anschließend wurde ein erster Maßnahmen-, Zeit- und Kostenplan aufgestellt. Dabei wurde rasch klar, dass die Gruppe auf finanzielle Grenzen stößt. Nach Gesprächen mit der Austropapier (Vereinigung der Österreichischen Papierindustrie) wurde beschlossen, die gesamte österreichische Papierbranche in die Informationsoffensive mit einzubinden.

2010 war einer der wichtigsten Schritte, ein didaktisches Team aufzustellen, um gemeinsam ein optimales Paket für alle Zielgruppen zu schnüren. Man beschloss, zunächst vor allem Lehrerpersonen aus den Fächern Physik und Chemie anzusprechen, da das Thema „Papier" in diesen

20161101 Plus Lucis.indd 33 01.11.2016 16:57:52

Unterrichtsgegenständen am stärksten präsent ist. Nach kurzer Zeit verstärkten Erich Reichel und Eduard Schittelkopf, beide als Vertreter der Pädagogischen Hochschule Steiermark im Regionalen Fachdidaktikzentrum für Physik verankert, die Arbeitsgruppe. Aus dem Bereich Kindergärten und Volksschulen stieß Hans Eck dazu und mit ihm wurde auch die Verbreitung durch das „IMST Regionale Netzwerk Steiermark“ intensiviert. Um den Didaktikern ein aktuelles Bild von der gesamten Wertschöpfungskette zu geben, sprich vom Forst über die Restholzverwertung der Säge, die Zellstoffproduktion, den Recyclingprozess, die eigentliche Papierproduktion bis hin zur Verarbeitung in einer Druckerei, organisierte die Arbeitsgruppe im Frühjahr 2010 eine zweitägige Exkursion rund um das Thema „Papier“. Anschließend wurde der finale Maßnahmenplan erstellt.

3.1 Die Umsetzung von „Papier in der Schule“

Viele Erkenntnisse und Erfahrungen, die in den Projekten TechLab 1 und TechLab 2 gemacht wurden, waren bei der Entwicklung von „Papier macht Schule“ hilfreich, konnten im Detail verfeinert werden und wurden darüberhinaus durch zusätzliche Angebote erweitert. Nachdem die meisten Lehrerpersonen und die Lernenden ihre Informationen aus dem Internet beziehen und dort immer noch zahlreiche Falschinformationen zur Thematik kursieren, hat das Team als einen ersten Schritt den Online-Bereich in Angriff genommen. Eigene Internet- und Facebook-Seiten wurden erstellt – diese sind bis heute wichtige Informationsdrehscheiben des Projekts [2, 3, 4]. Weiters ist das Thema Papier / Karton ein Fixpunkt in der Aus- und Fortbildung für Lehrpersonen an der Pädagogischen Hochschule Steiermark. In Kooperation mit der PH Steiermark wurden auch Lehreinheiten und ein Konzept für schulische Betriebsführungen im Rahmen von Diplomarbeiten erarbeitet. Völlig neue Wege der Informationsvermittlung bietet z. B. der im Rahmen der Initiative entwickelte Geocache-Pfad rund um die Papierfabrik Sappi in Gratkorn. Beste Resonanz brachten auch mehrere Wettbewerbe, wie z. B. ein Experimentierwettbewerb (Abbildung 2), ein Kurzfilmwettbewerb „Ein Tag ohne Papier“, Fotowettbewerbe oder der Design-Wettbewerb „Weiße Kunst“ (Abbildung 3), an denen sich vor allem junge Menschen und Schulen bzw. Kindergärten aktiv beteiligt haben.

Mittlerweile werden die Angebote des Projekts „Papier macht Schule“ in ganz Österreich angeboten, sodass alle österreichischen Schulen an den Aktivitäten teilnehmen können.



Abbildung 2: 2013 Wettbewerb „papierexperimente“

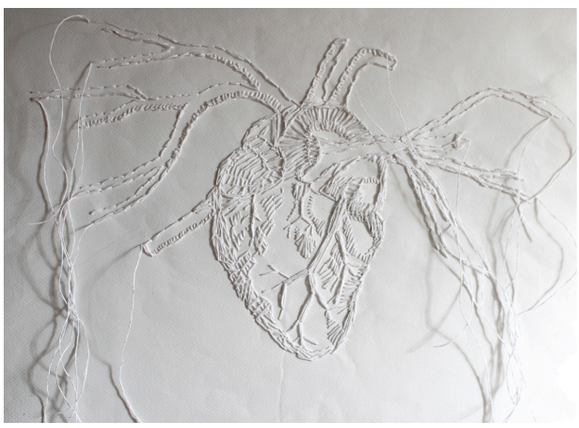


Abbildung 3: Weiße Kunst „das Leben ein Hauch“ – Objekte aus weißem Papier

3.2 Papierprojekte

Eine wichtige Förderschiene im Rahmen von Papier macht Schule stellt die finanzielle und fachliche Unterstützung von Papierprojekten dar. 200 € stehen Schulen bzw. Kindergärten, sowie Universitäten oder Pädagogischen Hochschulen je Projekt zur Verfügung. Die einzige Fördervoraussetzung ist, dass sich das Projekt mit den technischen Eigenschaften von Papier auseinandersetzt

20161101 Plus Lucis.indd 34 01.11.2016 16:57:52

und nicht nur Papier in irgendeiner Form genutzt wird. In der Steiermark wird die Projektförderung gemeinsam mit dem „IMST Regionalen Netzwerk Steiermark“ umgesetzt – aktuell wurden bisher rund 100 Projekte unterstützt (Abbildung 4). Eine Förderung ist seit 2016 österreichweit möglich. Alle Projekte sind unter www.papiermachtschule.at online und dienen anderen Ausbildungsstätten als Ideenplattform. Dort finden sich auch die Kontaktadressen für die einzelnen Bundesländer.

3.3 Papierbox

Für eine weitere Etablierung des Themas Papier im Unterricht hat die Arbeitsgruppe die Idee der „Papierbox“ entwickelt. Die „Papierbox“ ist eine Sammlung von Einzelboxen mit Inhalten, die vom Kindergarten bis zur Matura papierrelevante Themen wie Reißfestigkeit, Saugfähigkeit oder Papierschöpfen aufgreift und durch geeignete Experimente ergänzt. Für jedes Thema wird eine eigene Box gestaltet. Die Verteilung dieser Boxen erfolgt ab 2017 ausschließlich über Fortbildungsmaßnahmen, die eine gezielte Informationsweitergabe gewährleisten. Begleitet wird die Box von einem Webauftritt, der weiterführende Informationen wie Fotos, Videos bzw. Details zu den Experimenten anbietet.

Mag. Petra Seebacher *Holzcluster Steiermark*
HS-Prof. Mag. Dr. Erich Reichel *Pädagogische Hochschule Steiermark*
DI Walter Moser *sappi GmbH, Gratkorn*
Prof. Eduard Schittelkopf *Pädagogische Hochschule Steiermark*
Prof. Dipl.-Päd. Hans Eck *Pädagogische Hochschule Steiermark*



Abbildung 4: Beispiele durchgeführter Papierprojekte

Literatur

[1] Lottermoser, Ilse (2010): TechLab - Evaluation einer projektorientierten Betriebsbesichtigung. Diplomarbeit an der Karl-Franzens Universität Graz. http://media.obvsg.at/p-AC08149372-2001

[2] Papier macht Schule: www.papiermachtschule.at

[3] www.facebook.com/Papier-macht-Schule [20.10.2016]

[4] www.facebook.com/papier.experimente [20.10.2016]

20161101 Plus Lucis.indd 35 01.11.2016 16:57:54

Betriebserkundungen: Nur ein freier Tag oder eine echte Lernchance für Lernende und Lehrende?

Patrick Flucher, Gregor Radlingmaier, Erich Reichel

Letzte Schulwoche des Schuljahres, ein Fabriksgelände, eine Klasse, eine Vermittlungsperson und zwei Begleitpersonen: Es herrscht bereits Ferienstimmung, alle Beteiligten wähnen sich im Geiste am See/am Pool/am Berg, die Aufmerksamkeitsspanne geht gegen Null – eine „klassische" Exkursion, um die Zeit herumzubiegen. Am Ende des Tages erinnert man sich gerne an die gute Jause am Ende der Führung, die vorgetragenen Inhalte bleiben unverdaut auf dem Fabriksgelände zurück. Auf der anderen Seite ist es auch eine große Herausforderung für Industriebetriebe, die beliebte Exkursionsziele sind, die große Anzahl an Schulklassen – neben Führungen für andere Zielgruppen – im Zeitplan unterzubringen. Bei der Fa. SAPPI, einer großen Papierfabrik in Gratkorn, war man sich dieser Situation bewusst und so wurde ein Projekt gestartet, Exkursionen zu nachhaltigen Betriebserkundungen umzugestalten [1]. Diese Betriebserkundungen können in den kontextorientierten, naturwissenschaftlichen Unterricht integriert werden und bieten nachhaltige Information über die Produktion, aber auch zum Betrieb und seine berufliche Umwelt.

Zur Umsetzung dieses Projekts wurden zwei Abschlussarbeiten durchgeführt. Im Rahmen einer Bachelorarbeit an der PH Steiermark wurde ein Betriebserkundungskonzept mit Nachhaltigkeit für die Firma SAPPI in Gratkorn entworfen, das im Zuge einer Diplomarbeit an der Universität Graz evaluiert und adaptiert wurde [2,3]. Beide Aktivitäten waren auch Teil des vom Land Steiermark geförderten Projekts „JungforscherInnen auf den Spuren des Nichtwissens", bei dem es um gelingende Wissensvermittlung ging [4].

1. Das Konzept der Betriebserkundung

Zu Beginn des Projekts wurden einige, bei der Fa. SAPPI üblicherweise angebotenen Betriebsführungen für Schulklassen, analysiert. Danach wurden Ideen entwickelt, wie diese Führungen individueller, den Bedürfnissen der Lernenden und des Unterrichts entsprechend, aufbereitet werden können. Ziel dieses neuen Betriebserkundungskonzeptes ist eine maßangefertigte und individuelle Führung für die unterschiedlichsten Schulklassen, wofür entlang des Betriebsgeländes eine bestimmte Anzahl an Lernstationen bzw. Lernmodule entwickelt wurden.
Dazu wurden Stationen/Informationsmodule im Betrieb definiert und mit Beschreibungen versehen. Diese Stationen können je nach Interessenlage der Schulklassen aneinandergereiht werden. Folgende Module wurden für diese Papierfabrik ausgewählt:

M1: Holzplatz, M2: Zellstoff, M3: Energie, M4: Wasser und Umwelt, M5: Papiermaschine, M6: Verarbeitung, M7: Automatisierung, M8: Printed on SAPPI (beschäftigt sich mit Endprodukten auf SAPPI-Papier), M9: Lehrlingszentrum.
Zu jeder Station wurde eine mögliche Hands-on – Aktivität erstellt, um diese Themen im Betrieb möglichst praxisnah zu illustrieren.

Das Konzept umfasst eine Vorbereitungsstunde in der Schule, in welcher die Lernenden mit Informationen über den Betrieb konfrontiert werden. Im Sinne des forschenden Lernens sollen die Lernenden selbstständig Fragen über den Betrieb, die Produktion und seine Produkte formulieren, die für sie interessant sind. Damit das im sinnvollen Rahmen bleibt und später bei der Besichtigungsvorbereitung auch den Modulen zuordenbar bleibt, mussten Fragekategorien eingeführt werden, die aber das Interesse der Schülerinnen und Schüler nicht einschränken. Dazu wurde eine Mappe mit je zwei Fotos zu jeder Station angelegt. Diese Mappe enthält somit insgesamt 18 Fotos aus den 9 Stationen, die keine Detailinformationen liefern und somit keine offensichtlichen Fragen enthalten (siehe Abbildung 1).

Die Fotos wurden so ausgewählt, dass sie einerseits auf die Schülerinnen und Schüler motivierend wirken und andererseits eine leichtere Zuordnung zu den Modulen

20161101 Plus Lucis.indd 36 01.11.2016 16:57:54





Abbildung 1: Station 5: Die Papiermaschine

ermöglichen. Anhand dieser Fotos sollen die Lernenden drei Fragen auf Kärtchen formulieren. Diese Fragen können sich sowohl um die einzelnen Bilder drehen, auch eine Kategorie mit allgemeinen Fragen zur Firma oder der Papierproduktion ist möglich. Diese Fragen werden daraufhin von der Lehrperson gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern geordnet, indem thematisch gleiche Fragen auf eigene Plakate gepostet werden. Nachdem alle Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit hatten, ihre Fragen zuzuordnen, haben sie noch Zeit, diese Plakate auf sich wirken zu lassen und darüber zu diskutieren. Im Anschluss soll sich die Klasse für die drei

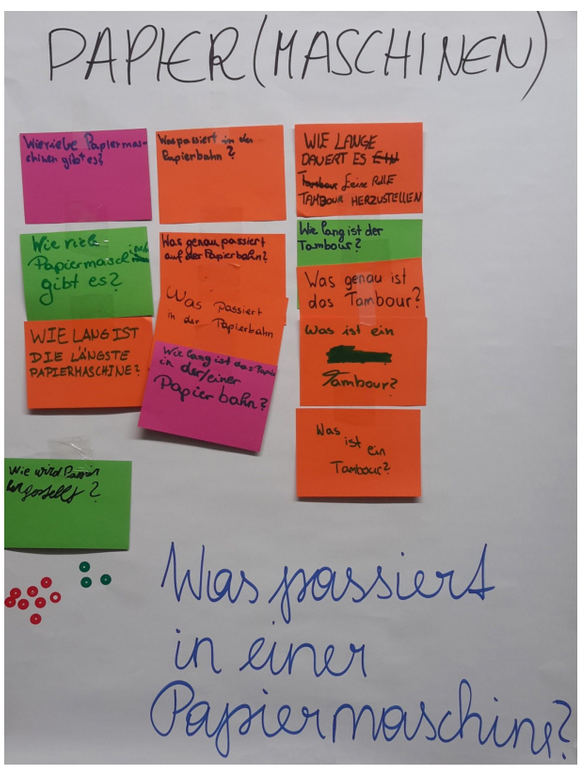


Abbildung 2: Durch Klebepunkte bewertetes Plakat aus der vorbereitenden Unterrichtseinheit

Fragenpools entscheiden, die sie am meisten interessieren. Ihr Interesse bekunden sie z.B. mit Klebepunkten, die sie auf die entsprechenden, für sie interessanten Plakate kleben (Abbildung 2). Im darauffolgenden Schritt wird zu jedem der drei favorisierten Fragenpools gemeinsam eine Frage formuliert. Die ausgewählten Fragen werden daraufhin an die Fa. SAPPI übermittelt, die praktisch die Eintrittskarte für die Betriebsbesichtigung darstellen.

Jede Führung beginnt im Besucherraum und endet wieder dort. Nach einer kurzen Begrüßung durch die Vermittlungsperson und der Sicherheitsunterweisung wird der Betrieb kurz vorgestellt. Welche und wie viele Stationen bei der folgenden Führung eingebaut werden, wird dadurch festgelegt, wie die Information zur Beantwortung der Fragen der Klasse bestmöglich gezeigt werden können. Wichtig dabei ist, dass die Schülerinnen und Schüler die einzelnen Stationen nicht als solche bemerken, sondern die Führung in sich schlüssig und flüssig bleibt und die Fragen von der Vermittlungsperson nicht selbst explizit beantwortet werden.

Die Nachbereitung findet nach einer Pause wieder im Besucherraum statt. Dort sollen die Schülerinnen und Schüler ihre drei, in der Schule formulierten Fragen in Gruppen mit selbst gestalteten Plakaten beantworten und abschließend präsentieren (Abbildung 3).

2. Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick

Die Evaluierung des Konzeptes wurde mit einer 4. Klasse der Praxis- NMS der Pädagogischen Hochschule Graz und der Polytechnischen Schule Graz mit qualitativen Forschungsmethoden durchgeführt.

20161101 Plus Lucis.indd 37 01.11.2016 16:57:54

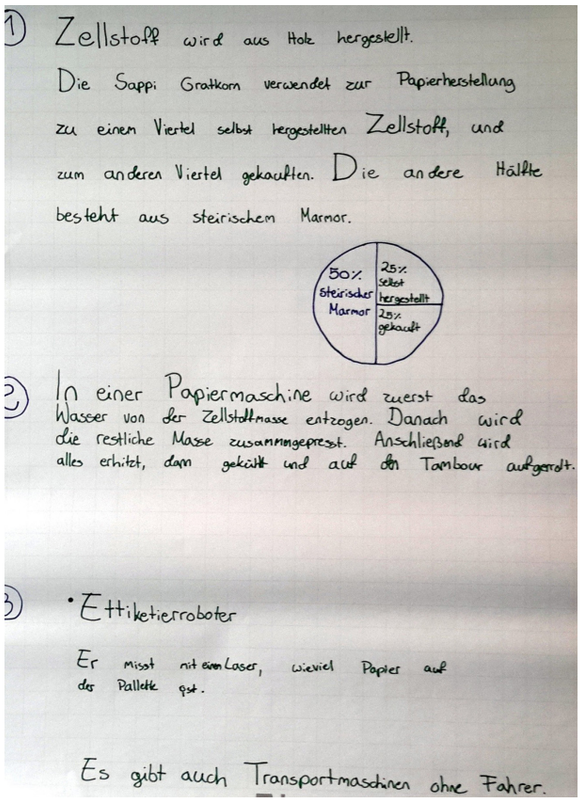


Abbildung 3: Plakat mit der Beantwortung der Fragen nach der Betriebserkundung

Durch neue bzw. andere Fragestellungen, die sich durch die Vorbereitungsstunde ergeben, bekommt eine Betriebserkundung ein anderes Gesicht. Die Vermittlungsperson musste sich nach jahrelanger Führungserfahrung auf etwas Neues einstellen: Zum ersten Mal war sie damit konfrontiert, die Führungsgestaltung zu hinterfragen. Diese Maßnahme wurde als sinnvoll bewertet, da dadurch eine gewisse Betriebsblindheit vermieden werden kann.

Es hat sich als wertvoll herausgestellt, dass die Nachbereitung direkt in der Firma stattfindet, da hier die Informationen noch frisch sind. Die Schülerinnen und Schüler sind erneut mit den eben präsentierten Fakten und dem Wissen beschäftigt, das sie sogleich umsetzen und präsentieren müssen.

Der zeitliche Rahmen erscheint sehr wichtig. Eine Führungsdauer mit der Länge von 1 – 1,5 Stunden hat sich als konzentrationserhaltend bewährt. Die Vermittlungspersonen sind bemüht und daran gewöhnt, ihre Firma so gut und detailreich wie möglich zu präsentieren. Ein entsprechendes Umdenken zur Kürzung ist absolut notwendig.

Die Schulklassen erwerben Wissen sowohl über die Papiererzeugung bzw. den Rohstoff Papier, als auch über die Firma SAPPI selbst und den verantwortungsvollen Umgang mit der firmenrelevanten Umwelt. Somit ist ein positiver Effekt einerseits für die Schülerinnen und Schüler, andererseits für die Firma, erkennbar.

Nur 16% der befragten Schülerinnen und Schüler würden die Betriebserkundung in ihrer Freizeit machen. Es ist wichtig, dass man einen Perspektivenwechsel vornimmt, um die Lernenden intrinsisch motivieren zu können. Nur weil es im Rahmen einer „Unterrichtsstunde“ interessant war, heißt das noch lange nicht, dass es auch wirklich als interessant empfunden wird.

Zusammenfassen kann festgestellt werden, dass diese Art der Betriebserkundung von den Schülerinnen und Schülern der Praxis-NMS der PH Steiermark positiv bewertet wurde. Mädchen und Buben werden annähernd gleich von dieser Form der Betriebserkundung angesprochen (siehe Abbildung 4) [3].

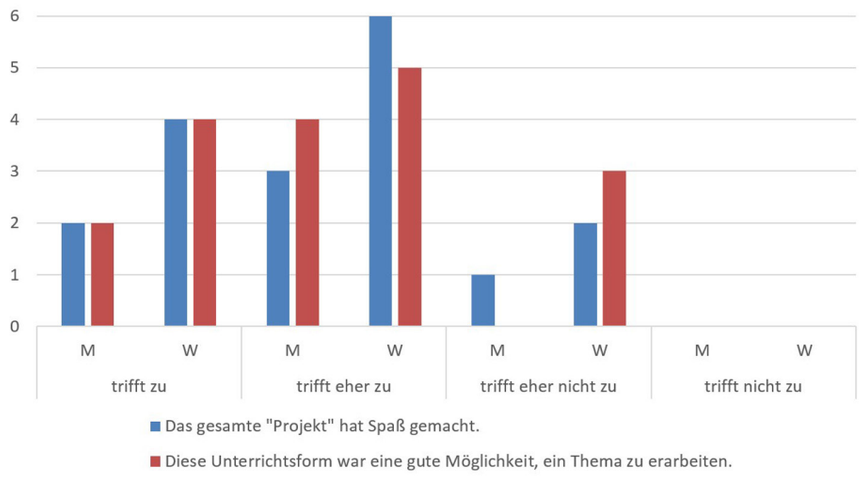


Abbildung 4: Akzeptanz dieser Form der Betriebsbesichtigung durch die Schülerinnen und Schüler der 4. Klasse der Praxis-NMS der PH Steiermark (18 Befragte, davon 12 weiblich, 6 männlich)

20161101 Plus Lucis.indd 38 01.11.2016 16:57:55

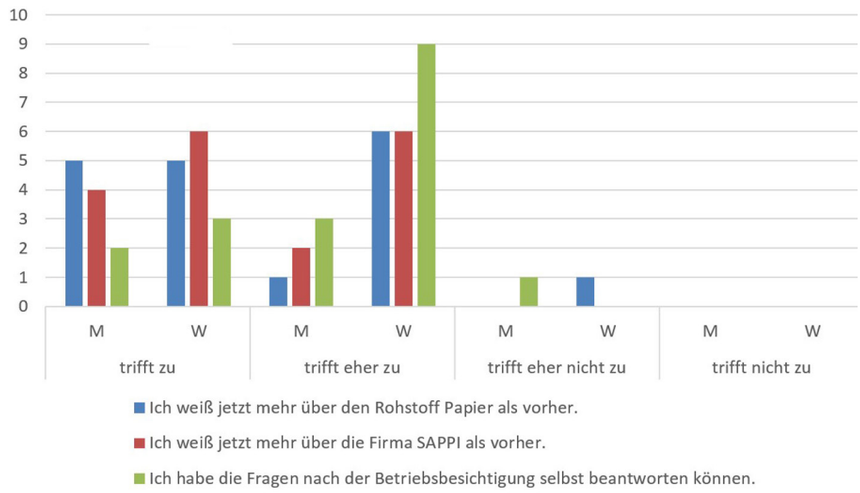


Abbildung 5: Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schüler der 4. Klasse der Praxis-NMS der PH Steiermark zum Wissenserwerb zum Rohstoff Papier (18 Befragte, davon 12 weiblich, 6 männlich)

Nach Beendigung des Projektes wurden die Schülerinnen und Schüler auch nach ihrer Selbsteinschätzung zum Wissenserwerb befragt. Alle waren sich vollständig bzw. teilweise darüber einig, dass sie jetzt mehr über den Rohstoff Papier wissen. Sie bestätigten auch, dass sie ihre eigenen Fragen, die sie in der vorbereitenden Unterrichtsstunde erstellten, nach der Betriebserkundung selbstständig beantworten konnten (siehe Abbildung 5) [3].

3. Voraussetzungen für eine gelungene Betriebserkundung

In der Vorbereitungsstunde bzw. in der betrieblichen Einleitung sollte das nötige Fachvokabular für die Führung besprochen werden, um unnötige Verwirrung während der Betriebserkundung zu vermeiden. Dafür muss genug Zeit eingeplant werden.

Vordefinierte Stationen machen die Betriebsbesichtigung durchführbarer, kurzweiliger und damit effizienter. Die zugehörigen Hands- on-Aktivitäten sind in eine Erkundung einzubauen. Man merkt bei den Lernenden sofort, wie ihre Aufmerksamkeit steigt, wenn sie auch experimentell gefordert werden.

Die Vermittlungsperson muss von der Einstellung weg, den ganzen Betrieb vorstellen zu wollen. Sie muss auch in der Lage sein, die Fragen der Klasse implizit zu beantworten.

Die Kommunikation zwischen Schule, Geschäftsführung und Vermittlungsperson muss funktionieren.

Anstatt die Fakten aufzuzählen, sollten sie bei den einzelnen Stationen in anschaulicher Form präsentiert werden, damit bleiben sie in Erinnerung und tragen nicht zur Erzeugung von Langeweile bei.

Als Lehrperson muss man sich darüber im Klaren sein, dass eine Betriebserkundung mit einem Mehrwert an Wissen bei der ersten Vorbereitung auch einen Mehrwert an Zeit und eine professionelle Arbeitshaltung seitens des Betriebes, der Vermittlungsperson und des Lehrpersonals verlangt. Aber nur so kann mehr in Erinnerung bleiben als die gute Jause in der Fabrikskantine.

Patrick Flucher, BEd *Pädagogische Hochschule Steiermark*
Mag. Gregor Radlingmaier *Fachdidaktik Physik, Universität Graz*
HS-Prof. Mag. Dr. Erich Reichel *Pädagogische Hochschule Steiermark*

Literatur

[1] Tritscher-Archan, Sabine & Hebein, Reinhild (2010): Betriebserkundungen, Leitfaden für betrieb, Lehrer/innen und Schüler/innen. Institut der für Bildungsforschung der Wirtschaft. http://www.proholz.at/genialeholzjobs/holzjobstage/unternehmen/?no_cache=1&cid=11775&did=22696&sechash=6cb75ff3

[2] Flucher, Patrick (2016): Vorbereitung und schülergerechte Aufbereitung von Exkursionen in Papierfabriken. Bachelorarbeit an der Pädagogischen Hochschule Steiermark.

[3] Radlingmaier, Gregor (2016): Betriebserkundungen: nur ein freier Tag oder eine echte Lernchance für Lernende und Lehrende? Diplomarbeit an der Karl-Franzens-Universität Graz. http://media.obvsg.at/p-AC13250916-2001

[4] http://nichtwissensgesellschaft.uni-graz.at/ (20.9.2016)

20161101 Plus Lucis.indd 39 01.11.2016 16:57:55

Fit for Science and Technology

Ein bewährtes Wahlpflichtfach am BG/BRG Seebacher in Graz

Barbara Bayer

1. Motivation und Organisation

Das Wahlpflichtfach „Fit for Science and Technology" am BG/BRG 8010 Graz, Seebachergasse 11 bietet eine naturwissenschaftliche und technische Spezialisierungsmöglichkeit für Schülerinnen und Schüler bis hin zur Matura und ist darüberhinaus auch als eigener Gegenstand kompetenzorientiert maturabel. Im Schuljahr 2015/16 fand bereits die erste mündliche, kompetenzorientierte Reifeprüfung in diesem Fach statt. Das Wahlpflichtfach läuft 3 Jahre ab der 10. Schulstufe und wird in 5 Semestern mit 2 Semesterwochenstunden angeboten.

Ausschlaggebend für die Entwicklung des Wahlpflichtfachs im Rahmen der Schulentwicklung war der Wunsch nach einer Intensivierung des naturwissenschaftlichen, kontextorientierten Unterrichts in Zusammenhang mit der englischen Sprache als Arbeitssprache. Dieser Kontext wird durch einen Industriebetrieb als Themensteller und Partner hergestellt.

Für die Schülerinnen und Schüler zählen folgende Argumente für die Wahl dieses Faches:

- Interesse für Naturwissenschaften und Technik.
- Das fächerübergreifende Konzept an sich wird sehr positiv empfunden.
- Englisch als Arbeitssprache.
- Die Möglichkeit, Praktika bei den beteiligten Unternehmen zu absolvieren, die auch als Basis für die Verfassung einer vorwissenschaftlichen Arbeit dienen können.

Mittelpunkt ist demnach eine vielseitige und realitätsnahe Konfrontation mit diversen praxisnahen Themen, die in die Inhalte der Unterrichtsfächer Biologie, Chemie und Physik integriert werden. Daraus ergibt sich die gewünschte naturwissenschaftliche und technische Vielfalt. Dieses Konzept erfordert eine engagierte und motivierte Zusammenarbeit unter den beteiligten Lehrkräften und den Mut, den Jugendlichen einen anderen Zugang zu den Naturwissenschaften zu vermitteln und zwar auf einem höheren, vernetzenden Niveau als im Regelunterricht üblich.

Die Kooperation mit einem Partner aus der Wirtschaft soll gewährleisten, dass Experten mit grundlegendem Fachwissen bei den zu bearbeitenden Fragestellungen zur Seite stehen und kritische Rückmeldungen geben. Die kooperierenden Unternehmen können ihren Betrieb präsentieren, aber auch aktiv die Schulentwicklung unterstützen. Dabei lernen die Schülerinnen und Schüler diesen Betrieb besonders gut kennen. Das kann durchaus auch dazu führen, motivierte, gut ausgebildete Mitarbeiter für die Zukunft zu gewinnen.

Jedes Semester behandelt ein neues Thema, das mit regionalen Kooperationsunternehmen und unter dem Blickwinkel der verschiedenen Bereiche der Naturwissenschaften gemeinsam erarbeitet wird. Unterrichtet wird „Fit for Science and Technology" von 4 Lehrpersonen, geprüft in Biologie, Chemie, Physik und Englisch. Nach Festlegung des Themas bzw. der Wahl eines Industriebetriebes setzen sich die Schülerinnen und Schüler mit diesem Thema auseinander. Die Teilaspekte der beteiligten Fächer werden von einzelnen Arbeitsgruppen erarbeitet und durch die betreffende Fachlehrperson betreut.

Die ausgearbeiteten, auf spezifische Fragestellungen hin bezogenen Themen werden zum Abschluss in englischer Sprache in Verbindung mit geeigneten Experimenten öffentlich in Anwesenheit von Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Betriebe präsentiert.

2. Inhalte

In diesem Abschnitt werden die Themen exemplarisch dargestellt. Pro Semester wird ein Thema behandelt. Diese Themen bilden auch die Basis für den Themenpool der Reifeprüfung. Die Inhalte sind immer in Biologie, Chemie und Physik unterteilt. Der Abschluss eines Themas wird fächerübergreifend durchgeführt.

20161101 Plus Lucis.indd 40 01.11.2016 16:57:55

2.1. The paper making process

Physics:

Physical properties of paper: paper bridges, strength, absorbency, tear resistance (wet strength-tear strength), folding endurance (Abbildung 1)

Chemistry:

Pulp and paper: chemistry of wood, carbohydrates (glucose, mono-, di- and polysaccharides), verification of cellulose, lignin; optical brighteners; bleaching of pulp, papermaking

Biology:

Paper production and pollution: wastewater treatment, paper vs. plastics, recycling

Cooperation partner: Sappi Gratkorn, Institut für Papier-, Faser- und Zellstofftechnik, TU Graz

2.2. From the powerplant to the consumer

Physics:

From the power plant to the consumer: electromagnetic induction, principle of the electric transformer, how power is transferred to your home, physical quantities concerning energy, energy consumption (per year) in Austria, green energy, build your own power plant (Abbildung 2)

Chemistry:

Chemical Energy: electrolysis of water - oxyhydrogen reaction, the electrical control of chemical reactions (relative activity of some metals - depositing metals from solution, nobility of metals), electrochemical catalyst - electrolytic cell

Biology:

Food energy and energy flow: calorimetry – energy in potato chips, photosynthesis, cellular respiration, producers, consumers & destruents, food chains, energy pyramid, food energy, metabolic rate

The problems of energy consumption: energy consumption (worldwide, per person,…) , renewable energy, green energy & hydroelectricity

Cooperation partner: Energie Steiermark, Wasserkraftwerk Gössendorf

2.3. Fuell cells

Physics:

Use of hydrogen-based power sources: production and storage of hydrogen, hycar, multi-flex-fuel car, build your own hycar, advantages and disadvantages of internal combustion

Chemistry:

Electrochemical cells: Redox (oxidation-reduction) reactions, Daniell cell, electrolysis, fuel cells

Biology:

Transport and environment: impacts of transport, trends, fine dust (particulate matter)

Cooperation partner: HyCentA (Hydrogen Center Austria) Graz



Abbildung 1: Herstellung von Papierproben im Institut für Paper-, Faser und Zellstofftechnik der TU Graz

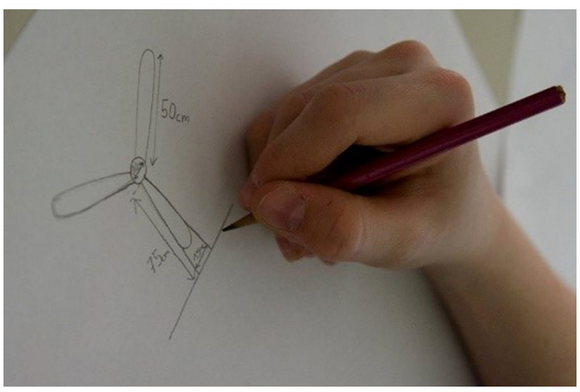


Abbildung 2: Konstruktion eines Windrades

20161101 Plus Lucis.indd 41 01.11.2016 16:57:55

2.4. Density Measurement

Physics:

Density measurement: density basics, U-tube principle, concentration determination, modern density & concentration meters (Abbildung 3)

Chemistry:

Rheology: slime; Thinking Putty, Non-Newtonian fluid, viscosity of silicone fluids, pyrogenic silica for thixotropic liquids, viscosity of milk

Biology:

Biology of liquids: properties of water, specific heat capacity and low thermal conductivity, density anomaly, density, cohesion and surface tension, cohesion and viscosity, heat of evaporation

Cooperation partner: Anton Paar GmbH, Graz



Abbildung 3: Dichtemessung mit den neuesten Messgeräten am Markt im Labor der Fa. Anton Paar GmbH, Graz

2.5. Bionic

Physics:

Natural phenomena used in physical research: fluid dynamics, riblet surfaces, (e.g.riblet structure of shark skin surface in air racing), different examples according to the agreement

Chemistry:

Nano-bionics: use of titanium dioxide (Grätzel cell, hydrophilic glass …), lotus effect - nano coatings, gecko adhesion – van der Waals forces

Biology:

Self-organization and swarm behaviour: swarm behavior, patterns in nature, hexagonal structures, foldings

Bio-mimetics: fin ray effect, transparent thermal insulation

Cooperation partner: Bionic surface technologies GmbH

3. Schlussbemerkung

Das Wahlpflichtfach „Fit for Science und Technology“ wurde im Schuljahr 2012/13 das erste Mal angeboten. Mittlerweile besuchten etwa 40 Schülerinnen und Schüler dieses Wahlpflichtfach bei gleichbleibender Beliebtheit. Im Schuljahr 2013/14 mussten 2 Parallelkurse angeboten werden. Im Schuljahr 2015/16 traten die ersten Kandidatinnen und Kandidaten im Rahmen der kompetenzorientierten Reifeprüfung zur mündlichen Prüfung in diesem Fach an. Innerhalb der Lernenden hat es sich herumgesprochen, dass dieses Wahlpflichtfach durch seinen fächerübergreifenden Ansatz, der lebensrelevanten Themen und dem praktischen Anteil sehr viel zur Bildung für ihr zukünftiges Leben beiträgt.

Mag. Barbara Bayer *BG/BRG 8010 Graz, Seebachergasse 11*

20161101 Plus Lucis.indd 42 01.11.2016 16:57:56

The Virtual Sandbox

Forschendes Lernen am Beispiel der Partikelphysik

Erich Reichel, Jakob D. Redlinger-Pohn, Mingqiu Wu, Katharina Ecker, Lukas Wachtler, Benjamin Bahar, Johannes Khinast, Johann Eck, Stefan Radl

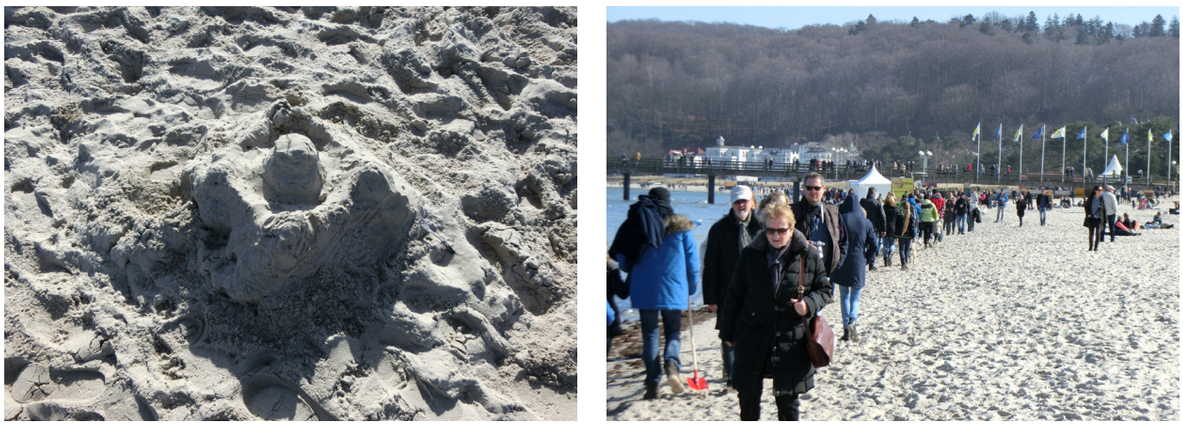


Abbildung 1: Sandburg (links) und Menschen am Strand (rechts).

Von Kindheit an nutzen wir Sand – wir sind am Strand, bauen Burgen, und später Häuser. Selten aber machen wir uns Gedanken darüber, warum eine Sandburg überhaupt hält und warum sie irgendwann wieder verschwindet (Abbildung 1, links)? Oder warum gehen Menschen am liebsten, am bequemsten entlang der Wasserlinie am Strand (wie in Abbildung 1 rechts zu sehen)? Was sind das für Kräfte welche dem Sand seine Festigkeit geben? Und wie wirken sich diese auf die Dichte von feuchtem Sand aus? Ist feuchter Sand schwerer oder leichter als trockener Sand?

1. Einleitung

Möchte man das Fach Physik definieren, so könnte eine einfache Definition lauten:

> *Physik ist die Naturwissenschaft, die sich mit dem Verhalten von Körpern, Materie und Energie in ihrer Wechselwirkung mit Raum und Zeit beschäftigt. Die wichtigste Methodik besteht in der Modellbildung und der experimentellen Überprüfung des Modells.*

Gerade auf den zweiten Teil dieser Definition fokussiert sich das vorliegende Projekt. Wichtigste Aufgabe ist es, den Lernenden jeder Altersstufe einen Einblick in die moderne Arbeitsweise der Industrie zu geben, die sich besonders auf die computerunterstützen Werkzeuge der Simulation stützt. Ein technisches Problem wird heutzutage so gelöst, dass basierend auf Beschreibungen und Modellen der Physik und Chemie relevante Computercodes erstellt werden. Die entsprechenden Vorgänge lassen sich so möglichst realitätsnah simulieren und dadurch werden technische Lösungen optimiert. Verbunden mit dem Experiment besteht auch die Möglichkeit, die Realsituation mit Simulation zu verbinden: zur sogenannten „Augmented Reality".

Diese Aspekte der naturwissenschaftlichen und technischen Herangehensweise zur Lösung von Herausforderungen führen zur Konzeption von entsprechenden Lehr- und Lerneinheiten im Rahmen des gemeinsamen Projektes von Technischer Universität Graz und Pädagogischer Hochschule Steiermark. Die folgenden Ausführungen zeigen die Idee des Projektes und die nötigen Voraussetzungen. Exemplarisch werden die Inhalte der Unterrichtssequenzen angerissen. Sie werden im Laufe des Wintersemesters 2016/17 in der Primar- und Sekundarstufe getestet.

2. Hintergrund

Prozesse mit Partikel und Pulver in der verfahrenstechnischen Industrie sind (i) schwer zu beschreiben, und (ii) stellen häufig ein Risiko für die Prozessstabilität und Sicherheit dar.

20161101 Plus Lucis.indd 43 01.11.2016 16:57:57

Zur Gewährleistung von Prozess- und Produktsicherheit wurde in den letzten Jahrzehnten die Prozesssimulation, speziell die Simulation von Partikelströmen ein Haupttrend. Dementsprechend gibt es eine starke Notwendigkeit, die Simulation von Partikelsystemen in Grund- und Aufbaukursen der Partikeltechnologie verstärkt zu behandeln.
Zum wichtigsten Ziel dieses Projekts wurde die Veranschaulichung der Notwendigkeit, komplexe Prozesse wie Partikelsysteme zu simulieren, da viele Details nicht unmittelbar beobachtbar sind, z.B. durch die Opazität des Sandes. Dadurch können auch komplexe Phänomene, wie die Flüssigkeitsbrücken zwischen den einzelnen Körnern, durch eine Reihe von Modellen verständlich gemacht werden. Schlussendlich sollen 3D-Darstellungen die Visualisierung komplexer Vorgänge im Detail unterstützen.

3. Didaktischer Zugang

Im Rahmen dieses Projekts werden Unterrichtssequenzen längsschnittlich über alle Schulstufen hinweg entwickelt. Die Unterrichtseinheiten greifen auf Elemente des Forschenden Lernens zurück [1].
Kernelemente dieser Lernsequenzen sind Realexperimente, die zu Fragen führen, deren Beantwortung mit fortschreitender Schulstufe immer mehr auf die Simulation zurückgreifen. Durch diese Lernsequenzen können die Kompetenzen der Erkenntnisgewinnung besonders gefördert werden [2].

4. Unterrichtssequenzen

Kernidee dieser Unterrichtssequenzen ist die Illustration des Erkenntnisprozesses in der industriellen Entwicklung von Technologien und Produkten. Hierbei wird fortschreitend mit der Schulstufe auch der durch Mathematik beschriebene Teil der Theorie sichtbar gemacht, was dann schlussendlich zur Simulation führt. Zusätzlich wird dieser Schritt durch den Sandkasten kombiniert mit Augmented Reality dargestellt.

4.1. Der reale Sandkasten

Für die Primarstufe ist in erster Linie an das Experiment im realen Sandkasten gedacht. Beim Herstellen von „Sandkuchen“ mit unterschiedlich feuchtem Sand und der Beobachtung ihrer Haltbarkeit können Fragestellungen auftauchen wie „Wie viel Wasser muss ich in meinen Sand geben, dass der Kuchen besonders gut hält?“ oder „Was passiert mit dem Kuchen, wenn er austrocknet?“ sowie auch „Was passiert mit dem Kuchen, wenn man ihn zusätzlich mit Wasser übergießt?“ Ein einfaches Experiment zur Darstellung ist das Abmischen von Sand mit unterschiedlichen Wassermengen (Abbildung 2). Den feuchten Sand lässt man durch einen Trichter in einen Becher fallen und wiegt nun die Masse bei konstantem Volumen und unterschiedlichem Wassergehalt. Mit dem umgedrehten Becher erhält man die dazugehörige Sandburg – feststehend, oder zerlaufend.

Hier ist klar zu erkennen, dass sich daraus eine Reihe interessanter Fragestellungen und Folgeexperimente ableiten lässt. Schon in der Primarstufe sind einfache Messungen der Masse von unterschiedlich feuchtem Sand mit einer Waage machbar.



Stativ, Trichter, und 150 ml Messbecher | Wasser-Sand Mischung | Spatel zum Abstreichen

Abbildung 2: Einfaches Experiment zur Bestimmung der Masse an feuchtem Sand in einem Messbecher.

20161101 Plus Lucis.indd 44 01.11.2016 16:57:58

4.2. Simulation versus Realität: Die Dichte von Wasser-Sand Mischungen

Mit aufsteigender Schulstufe können die Sandkastenexperimente ausgebaut werden und z.B. die Eindringtiefe von unterschiedlichen Massestücken mit gleicher Grundfläche in den Sand beobachtet werden. Dabei wird praktisch die Fragestellung von Abbildung 2 wieder aufgegriffen. Durch eine Beobachtung unter dem Mikroskop lassen sich die wassergefüllten Zwischenräume erkennen, die sich je nach Belastung verändern. Damit hat man schon ein wichtiges Element der Theoriebildung, der flüssigkeitsgefüllten Brücken zwischen den einzelnen Körnern – interessant, dass die zugehörige Theorie dieser Flüssigkeitsbrücken erst vor weniger als 20 Jahren konsistent erklärt wurde [3]. Dieses Modell kann nun in der 3D-Simulation aufgegriffen werden und somit können weitere Konsequenzen abgeleitet werden, die das Experiment zeigt. Eine wichtige Konsequenz ist die Masse an Partikel, die in ein bestimmtes Volumen passt: diese sogenannte „Schüttdichte“ ist ein wichtiges Maß für Partikelphysiker und die Industrietechnologie in der Praxis. Zusammen mit der Partikeldichte (also der tatsächlichen Dichte der Partikel) ist die Schüttdichte ein einfaches, aber industriell durchaus wichtiges Maß für die Fließeigenschaften von, beispielsweise, Sand.

Aufbauend auf das Experiment, skizziert in Abbildung 2, wird das Volumen des Bechers vorab bestimmt, z.B. durch Wägung mit Wasser bei bekannter Dichte. Sand wird mit Wasser abgemischt und aus gleichbleibender Höhe in den Becher gefüllt und der Überstand entfernt. Nach Wägung kann die Schüttdichte der unterschiedlichen Mischungen bestimmt werden. Abbildung 3 zeigt den Verlauf der Schüttdichte in Abhängigkeit vom Wassergehalt der Mischung für Sand mit einer mittleren Partikelgröße von ca. 210 µm.

Tatsächlich, feuchter Sand – abhängig vom Wassergehalt – hat eine geringere Dichte als trockener Sand! Man muss sich nur die Dichtewerte des trockenen Sandes im Vergleich zu der des Wassers anschauen: ausreichend feuchter, aber nicht zu feuchter Sand ist sogar „leichter“ als Wasser! Feuchter Sand würde also auf Wasser schwimmen, wenn man verhindern würde, dass Wasser in den Sand eindringt.

Die Eckpunkte der Kurve, trockener Sand und der Übergang zu einer Suspension - einem Zustand in dem Partikel in Wasser verteilt sind - können noch näher betrachtet werden. Die Materialdichte des Sandes kann mit einem Pyknometer aus dem Chemielabor bestimmt werden. Damit wurde die Materialdichte auf 2.630 g/cm³ bestimmt. Aus dem Vergleich mit der Schüttdichte des trockenen Sandes lässt sich ein Anteil an Luft von ca. 50% berechnen. D.h. zwischen den Sandkörnern ist annähernd gleiches Volumen an Luft = Hohlraum (der Wert ist u.a. abhängig von der Partikelgröße und -form). Nehmen wir nun an, dass der gesamte Hohlraum mit Wasser gefüllt

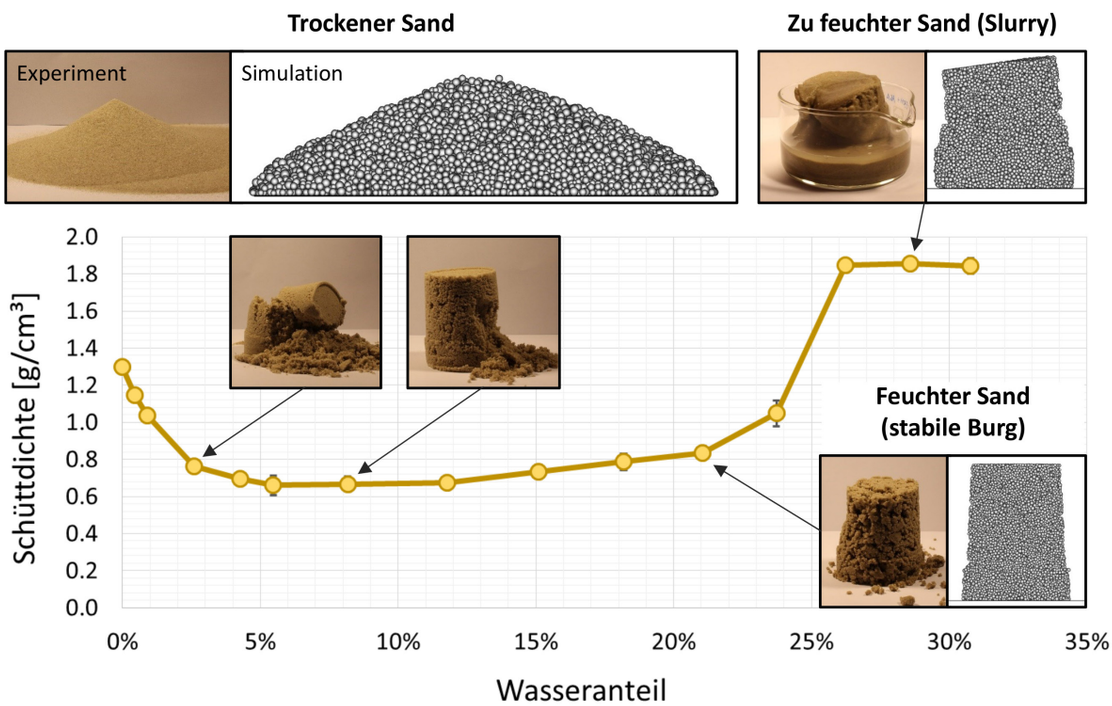


Abbildung 3: Schüttdichte von Sand für verschiedene Wasseranteile.

20161101 Plus Lucis.indd 45 01.11.2016 16:57:59

ist, können wir die Mischdichte und den Massenanteil an Wasser berechnen: 27.55% Wasseranteil und 1.815 g/cm³ Mischdichte - beide Werte finden sich am rechten Rand des Diagrammes wieder. Im Bereich dazwischen ist der Hohlraum nur partiell gefüllt und es können sich die Wasserbrücken ausbilden welche für Stabilität sorgen.

4.3. Augmented Reality versus virtuelles Abbild der Sandbox im Computer

Das Projekt Virtual Sandbox konzentriert sich auch auf Augmented Reality wie von S. E Reed vorgeschlagen [4]. Die Virtual Sandbox besteht aus einem Sandkasten, einer Kinect-Kamera, einem Beamer und einem Simulationsprogramm. Die Sandoberfläche wird von der Kamera abgetastet, und das Simulationsprogramm berechnet die Bewegung von virtuellem Wasser auf der Sandoberfläche in Echtzeit. Diese Simulationsergebnisse werden wiederum mit dem Beamer auf den Sand projiziert – ein klassisches Beispiel für „Augmented Reality", d.h. einer Realität die mit Informationen aus dem Computer „verbessert" wird. Dadurch kann die Schleife von der Realität zur Simulation und wieder zurück in die Realität geschlossen werden (Abbildung 4).

Weiters kann die Sandoberfläche in den Partikelsimulator „LIGGGHTS®" [5] eingespielt werden, und somit auch das Verhalten des Sandes im Computer berechnet werden, d.h. der Sand „virtualisiert" werden. Diese „Virtualisierung" ist ein wichtiger Bestandteil aktueller Forschungsthemen: nicht zuletzt ist diese Virtualisierung ein wesentlicher Bestandteil des Modewortes „Industrie 4.0", also der nächsten industriellen Revolution, in der wir uns gerade befinden.

5. Zum Abschluss noch eine Besonderheit von Sand

Setzt man Sand unter Druck, so kann sich bei einer bestimmten anfänglichen Packungsdichte das Volumen vergrößern, „Reynoldsche Dilatanz" genannt. Das kann mit Hilfe zweier Getränkeflaschen demonstriert werden. Eine nur mit Wasser gefüllt, die andere mit einem Gemisch aus Sand und Wasser. Drückt man beide Flaschen zusammen, so steigt das Wasser in der wassergefüllten Flasche im Rohr. Nicht jedoch bei der sandgefüllten Flasche, hier sinkt der Wasserspiegel, da die Zwischenräume im Sand jetzt mehr Wasser aufnehmen können (Abbildung 5). Genauer betrachtet heißt das, dass der Sand in Bewegung, die hier durch das Zusammendrücken erreicht wird, sein Volumen erhöht (d.h. die Schüttdichte sinkt ab). Die Getränkeflasche wölbt sich für das menschliche Auge nicht sichtbar nach außen. Auch hier lässt sich ein interessantes Phänomen beim sommerlichen Spaziergang am Strand erklären: „Warum erscheint der Sand trocken um meinen Fuß, wenn ich auf den feuchten Sand trete?".

6. Förderungshinweis

Das Projekt mit der Nummer WKP67 wird vom Österreichischen Fond zur wissenschaftlichen Forschung (FWF) unterstützt.

DI Jakob D. Redlinger-Pohn, DI Mingqiu Wu, Katharina Ecker, Univ.-Prof. DI Dr. Johannes Khinast, Ass.-Prof. DI Dr. Stefan Radl *Institute of Process and Particle Engineering, Technische Universität Graz*
HS-Prof. Mag. Dr. Erich Reichel, Lukas Wachtler, Prof. Dipl.-Päd. Johann Eck, MA, Benjamin Bahar *Pädagogische Hochschule Steiermark*

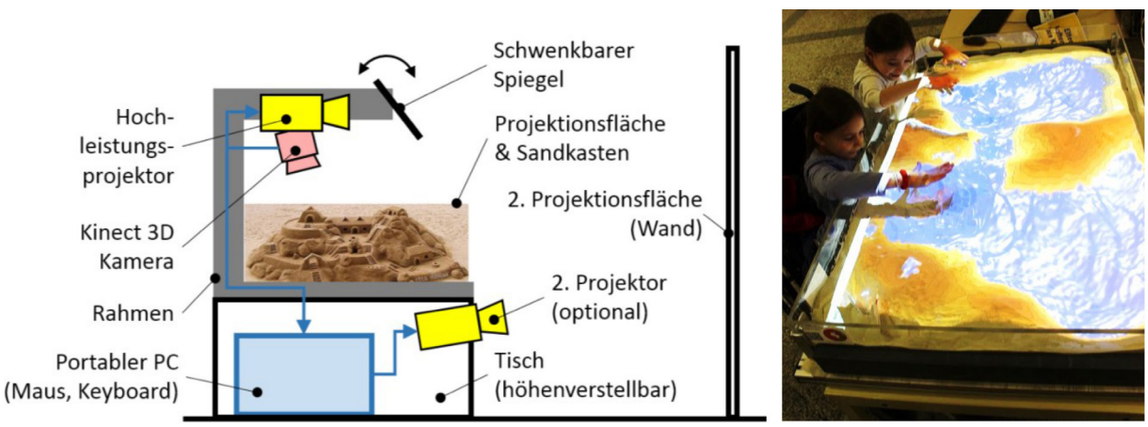


Abbildung 4: Konzept der Virtual Sandbox (links), sowie Kinder bei der Interaktion mit virtuellem Wasser.

20161101 Plus Lucis.indd 46 01.11.2016 16:57:59

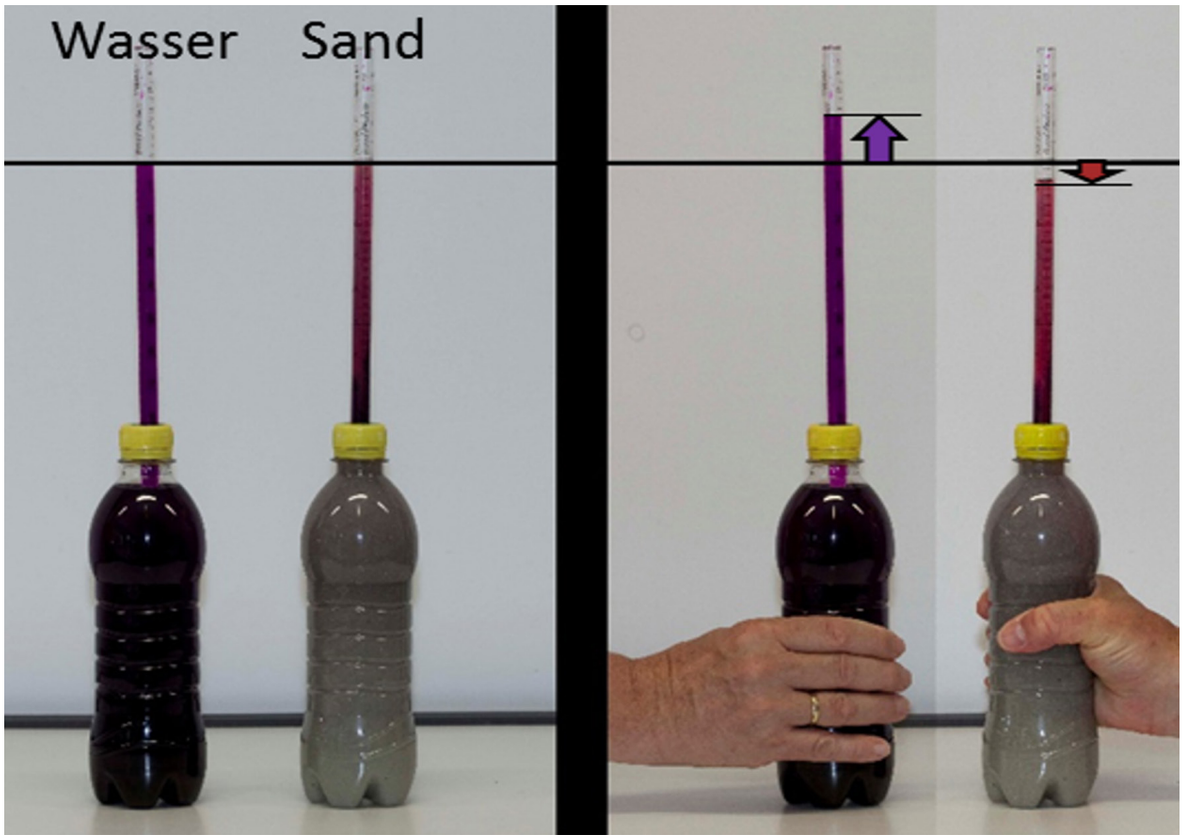


Abbildung 5: Reynoldsche Dilatanz.

Literatur

[1] Reichel, E. & Schittelkopf, E. (2011). Förderung von Kompetenzen durch forschendes Lernen. IMST Newsletter 36, 4 – 5.

[2] Kompetenzmodell Naturwissenschaften, https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf (Stand August 2016).

[3] Halsey, T. & Levine, A. (1998). How Sandcastles Fall. Physical Review Letters 80, 3141-3144.

[4] Reed, S.E., Kreylos, L., Hsi, S., Kellogg, L.H., Schladow, G., Yikilmaz M.B., Segale, H., Silverman, J., Yalowitz, S. & Sato, E. (2014). Shaping Watersheds Exhibit: An Interactive, Augmented Reality Sandbox for Advancing Earth Science Education. Americal Geophysical Union, Fall Meeting 2014.M.

[5] Kloss, C., Goniva, C., Hager, A., Amberger, S. & Pirker, S. (2012). Models, algorithms and validation for opensource DEM and CFD-DEM. Progress in Computational Fluid Dynamics 12, 140 – 152.

20161101 Plus Lucis.indd 47 01.11.2016 16:58:00

Smartphone Technik im Physikunterricht

Gerhard Rath

Die bei Jugendlichen beliebten Geräte werden offenbar zunehmend im Physikunterricht eingesetzt, wobei genaue Daten und Statistiken fehlen. Schließen kann man dies jedoch aus der Zahl entsprechender Publikationen, die zum Teil als ganze Reihen auftreten (z. B. [1], [2]). Bei diesen geht es meistens um Experimente und Messungen mit Smartphones, weniger findet sich zum didaktisch-methodischen Einsatz im Unterricht [3]. Ebenso vernachlässigt scheinen bisher technische Aspekte der kleinen mobilen Wunder – um diese soll es in diesem Artikel gehen.

1. Technik im Physikunterricht

Dass technische Aspekte von Mobilgeräten nicht so häufig thematisiert werden, darf nicht verwundern. Zum einen begegnen uns Smartphones als Black Boxes mit hochintegriertem, im Detail schwer durchschaubarem Innenleben. Zum anderen wird die Technik von digitalen Geräten als Hardware eher im Informatik-Unterricht verortet. Inwieweit dort allerdings physikalische Aspekte zur Sprache kommen, ist fraglich. Jedenfalls zählt die technische Seite digitaler Medien zu einem der geforderten Inhalts- bzw. Kompetenzbereiche von Lehrkräften der Informatik. Dies fordert z.B. die Dagstuhl-Erklärung der Gesellschaft für Informatik Deutschland, die drei Bereiche der digitalen Bildung identifiziert (Abb. 1) [4].

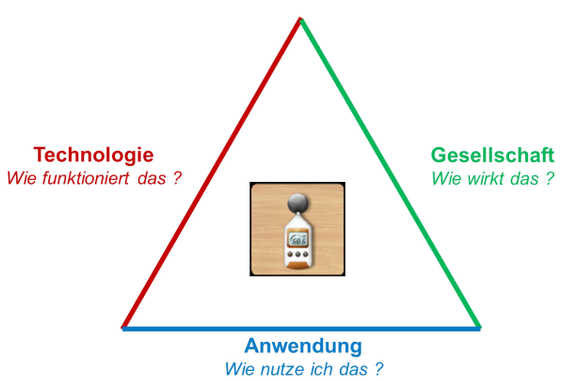


Abbildung1: Das Dagstuhl-Dreieck – Perspektiven der Bildung in einer digitalen Welt.

Zum technologischen Bereich heißt es dort:
„Die technologische Perspektive hinterfragt und bewertet die Funktionsweise der Systeme, die die digitale vernetzte Welt ausmachen. … Sie schafft damit die technologischen Grundlagen und Hintergrundwissen für die Mitgestaltung der digitalen vernetzten Welt." [4]

Tatsächlich scheint es ohne jedes technologische Hintergrundwissen schwierig bis unmöglich zu sein, die anderen beiden Bereiche bildungsrelevant zu vermitteln. In der Folge stellt sich die Frage, was von der Smartphone Technologie zum elementaren Grundwissen gehören sollte. Was davon ist so wichtig, dass Lehrende bzw. Lernende darüber Bescheid wissen müssen, und in welchem Maße?

Auch das verbreitete TPACK Modell bezieht den technischen Bereich in notwendige Fähigkeiten von Lehrenden ein: Wenn Technologien im Unterricht eingesetzt werden, kommen zu den pädagogischen und fachlichen Kompetenzen solche technischer Art dazu, wobei eine Stärke des Modells in der Aufgliederung in Schnittbereiche liegt.

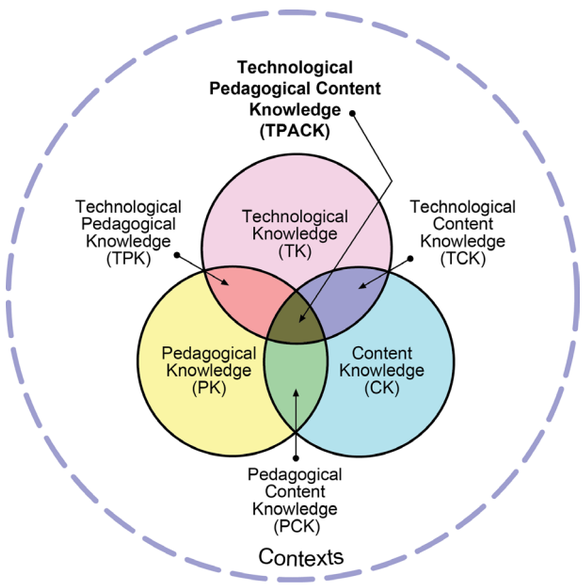


Abbildung 2. Die komplexe Interaktion von Kompetenzbereichen bzw. Wissensfeldern [5]

20161101 Plus Lucis.indd 48 01.11.2016 16:58:01

Die Schnittmenge zwischen pädagogischen und technologischen Kompetenzen (TPK) betrifft vor allem die „Wie"-Frage: Wie setzt man die entsprechende Technologie zielgerichtet im Unterricht ein? Welche Methoden passen, welche Aufgabenstellungen gibt man? In diesem Artikel geht es aber vor allem um den Bereich TCK: Technological Content Knowledge. Er meint physikbezogenes Wissen bzw. Kompetenzen in Hinblick auf die Technologie, z.B. am Beispiel Smartphones: Wie funktioniert ein Touchscreen? Wo im Rahmen der Sachstruktur verorten sich verbaute Technologien? Welche elementaren Ideen können angesprochen werden?

2. Technik in Smartphones

Zuerst einmal: Was ist überhaupt ein Smartphone? Oder, anders herum: Was ist es nicht? Smartphones werden von älteren Generationen gerne als Mobiltelefone gesehen. Das sind sie natürlich, aber nur auch. Bei Jugendlichen hingegen zeigt schon die Anwendungsvielfalt und -verteilung ein anderes Bild. Smartphones werden in erster Linie für Instant Messaging, Video und Musik verwendet, Sprachtelefonie kommt erst weit hintan. Daher werden Smartphones als Vielfachkönner, als Lebensbegleiter gesehen, ohne viel zu hinterfragen, wie die Technik im Einzelnen eigentlich funktioniert.

Smartphones sind mobile multimediale Computer mit Kommunikationsfunktionen und Sensorik. Daher scheint es zum Verständnis sinnvoll, an die dreiteilige („EVA") Grundstruktur jedes Computersystems anzuknüpfen und diese auf Smartphones zu übertragen.

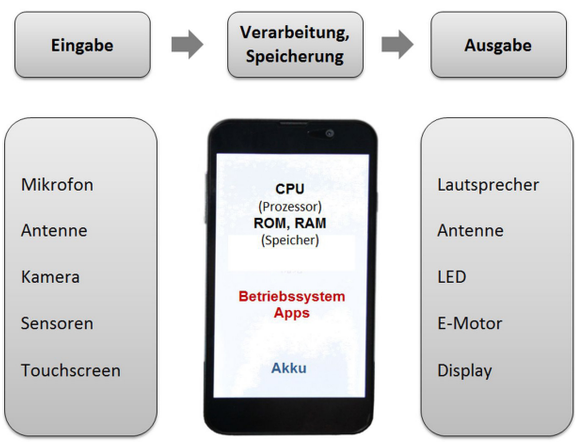


Abbildung 3: Smartphone als Computersystem

Etwas vereinfacht und zusammengefasst können wir von je fünf Ein- und Ausgabetechnologien sprechen, wobei das Touchscreen-Display in beiden Bereichen auftaucht. Ebenso die Antennen, die als Sende- und Empfangsantennen für unterschiedliche Datenübertragungssysteme verwendet werden, für Mobilfunk, WLAN, Bluetooth, NFC u.a.; die GPS-Antenne fungiert nur als Empfänger. Nicht zuletzt diese Mehrfachfunktionalitäten erleichtern das Verständnis für das System an sich nicht gerade, bevor man noch technische Details anspricht. Außerdem scheint Jugendlichen die Unterscheidung von Hard- und Softwarekomponenten nicht immer klar zu sein: Bei Messungen mit Smartphones wird vermischt, was eigentlich gemessen werden soll (das physikalische Phänomen), was die Sensoren machen und was davon die App am Display ausgibt [6, S. 107 ff], siehe dazu auch den Beitrag von Angela Oswald in diesem Heft.

Nicht wirklich einfach erscheint auch die Zuordnung einzelner Komponenten zu Bereichen der physikalischen Systematik. Vieles lässt sich unter (Digital)Elektronik einordnen, vor allem die zentrale Verarbeitung und Speicherung. Es finden sich aber auch Bezüge zu klassischen Gebieten wie Optik (Kamera, LED, Display), Elektromagnetismus (Lautsprecher, Motor, Display), Elektrochemie (Akku) oder den elektromagnetischen Wellen (Funk-Technologien). Wobei diese meistens mit elektronischen Anteilen auftreten, wie etwa die Kamera mit ihrem CMOS-Chip. Hier sollen daher exemplarisch einige der Technologien erläutert und elementarisiert werden.

3. Funktechnologie: Wie wird Information übertragen?

Lassen Sie einmal ihre Schülerinnen und Schüler skizzieren, wie sich diese ein Handygespräch vorstellen. Was passiert innerhalb der Geräte, was dazwischen? Nach meiner Erfahrung erscheinen oft wellenartige Muster, direkt von Handy zu Handy oder über einen Sendemast. Mit einfachen Fragen kann man das Nachdenken anregen, z. B: Wie weiß der Mast, wo das andere Handy ist, es könnte ja auch im Ausland sein? Warum verwendet man überhaupt Funk, also elektromagnetische Wellen?

Zur ersten Frage ist wichtig, den ganzen Informationstransport sichtbar zu machen, wobei es hier brauchbare Unterlagen im Internet gibt (z.B. [7]). Dass jedes Gespräch, aber auch jede SMS oder sonstige Nachricht über einen oder mehrere Server verläuft, ist

20161101 Plus Lucis.indd 49 01.11.2016 16:58:01

wichtig für ein Verständnis von möglicher Speicherung oder Datendiebstahl. Physikalisch werden verschiedene Träger verwendet, neben elektromagnetischen Wellen auch Lichtleiter oder klassische Kabel (Abb. 4).

Eine der elementaren Fragen ist, wie überhaupt durch elektrische Träger Information transportiert werden kann. Dazu muss man zwei grundlegende technische Verfahren verstehen: Digitalisierung und Modulation – es geht also nun um Vorgänge im Smartphone selbst.

Der Vorgang beginnt im Mikrofon (Eingabe), wobei moderne Smartphones meist mehrere davon haben (oben für Freisprechen und unten für klassisches Telefonieren), ausgeführt als Elektret-Kondensatormikrofone. Das Mikrofon wandelt das Schallsignal, also eine Schwingung der Luft, in ein entsprechendes (analoges) elektrisches Signal um. Dieses wird dann mit höherer Frequenz (aber noch im kHz Bereich) abgetastet und jeweils in Zahlenwerte umgewandelt, welche als Binärzahlen bzw. schnelle Folgen von Null Volt und + 5 Volt weitergeleitet werden. Dieses Signal wird in der Folge auf eine elektromagnetische Schwingung im GHz Bereich aufgeprägt („moduliert"), denn die hochfrequente Schwingung kann als Welle abgestrahlt (Ausgabe) und so über weite Strecken transportiert werden. Im empfangenden Gerät finden die umgekehrten Vorgänge statt, es muss demoduliert werden, denn wir können weder eine Funkwelle noch ein binäres Signal hören. Im (elektrodynamischen) Lautsprecher, einem der letzten klassisch-analogen Bauteile eines Smartphones, wird das elektrische Signal wieder in eine Schallwelle umgewandelt. In der Abbildung 5 wird dieser Prozess für Speicherung und Weitergabe von Musik via PC gezeigt, all das kann ein Smartphone natürlich auch, inklusive des Versendens per Funk.

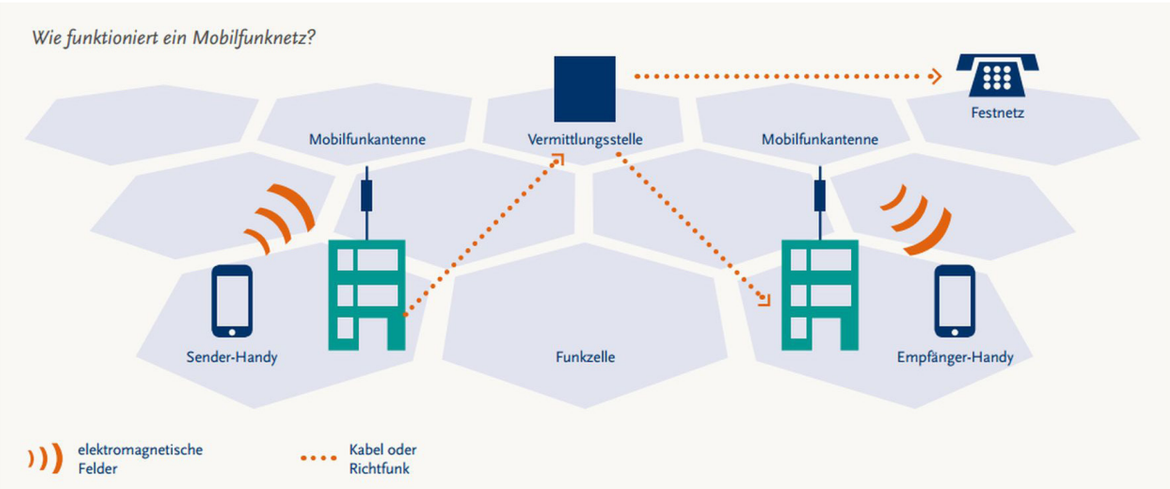


Abbildung 4: Wie funktioniert Mobilfunk? ([8] S. 2)

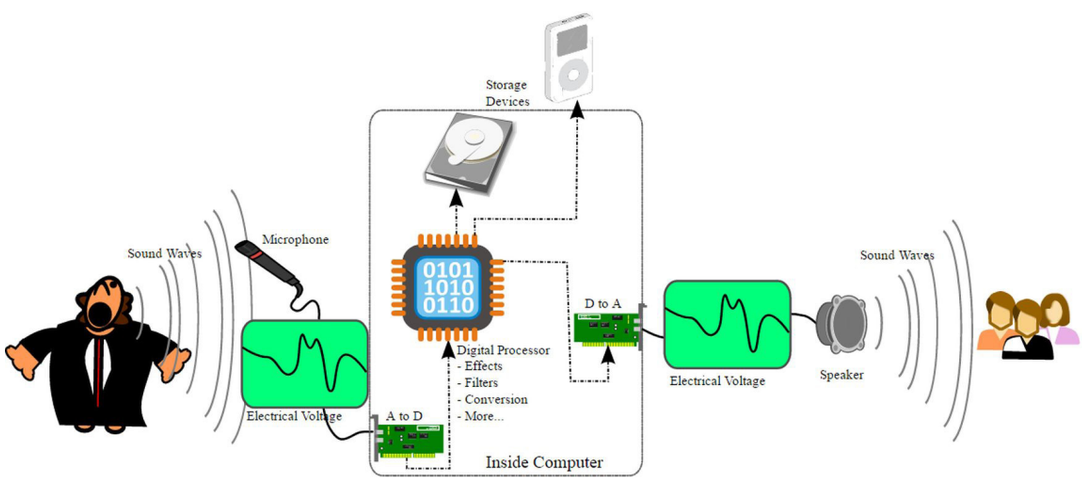


Abbildung 5 [9]: Digitale Verarbeitung von Musik

20161101 Plus Lucis.indd 50 01.11.2016 16:58:01

Diese Verfahren sind auch deshalb so elementar, weil sie heutzutage in praktisch jeder digitalen Technologie angewendet werden, z.B. beim Fernsehen, beim Speichern von Musik oder auch bei Foto und Video. Wie weit dann in technische oder physikalische Details der einzelnen Schritte gegangen wird, hängt von der Altersstufe und von den jeweiligen Zielen des Unterrichts ab. Gerade weil letztlich immer Teile davon als „black box" bleiben müssen, ist der verständnisorientierte Überblick so wichtig.

4. Kamera: Wie werden Bilder erzeugt?

Die Funktion von Kameras ist seit jeher ein wichtiger Anwendungsbereich im Optik-Unterricht, ist die physikalische Erklärung doch relativ einfach und auf Sek.1 Niveau grundsätzlich machbar. Dass nunmehr praktisch jeder Jugendliche mit dem Smartphone mehrere davon ständig bei sich hat und auch gerne verwendet, wie die Verbreitung von WhatsApp, Instagram oder SnapChat zeigt, bietet sich als Anlass an, sich damit näher zu beschäftigen. Wie funktioniert das Eingabemedium Kamera eigentlich? Was unterscheidet Front- und Hauptkameras? Wie ist es möglich, auf derart kurzen Distanzen leistungsstarke Optiken unterzubringen?

Auch hier bietet sich an, von einer Frage auszugehen, welche die Schülerinnen und Schüler dort abholt, wo sie stehen. Was unterscheidet die beiden Kameras eurer Smartphones? Welche Eigenschaften haben diese?

Bekannt aus der Werbung ist eigentlich nur die MegaPixel Zahl, also die Auflösung des lichtempfindlichen Sensors (CMOS Chip), angegeben als Gesamtzahl der verfügbaren Bildpunkte. Dass hier Linsen verbaut sind, mit den üblichen optischen Eigenschaften wie etwa der Brennweite oder Blendenzahl, schon weniger. Die Informationen darüber sind auch je nach Hersteller gar nicht so leicht zu finden.

In einem einfachen Experiment kann man eine weitere wichtige Eigenschaft des Objektivs bestimmen, den Bildkreisdurchmesser. Dazu legt man das Smartphone waagrecht auf einen Tisch und macht ein Foto des Raumes darüber mit der Frontkamera. Dann dreht man es um und schießt das entsprechende Bild mit der Hauptkamera. Dazu kann es günstig sein, die Kamera an die Tischkante zu halten oder jeweils auf Stativstangen zu legen, damit man auch von unten an die Bedienung herankommt.

(Siehe Anhang: Experimentieranleitungen)

Wie groß ist die Brennweite der Linse? Da diese meist fix vorgegeben ist und die optischen Bilder relativ knapp hinter dem Brennpunkt entstehen, muss sie sehr klein sein, im Bereich der Dicke des Kamerasystems, also bei einigen Millimetern. Auch dazu ein einfaches Experiment: Man legt das Smartphone bei aktiver Frontkamera auf den Tisch und versucht mit einem Gegenstand, z.B. einem Bleistift oder Finger, gut geht es auch mit gedrucktem Text, möglichst nahe an die Kamera zu kommen und noch ein scharfes Bild zu sehen. Wie nahe ist das möglich? Wie sieht das Bild aus? Es ergeben sich maximal einige cm für scharfe Bilder, allerdings kann man bis auf einige mm an die Kamera herangehen und erkennt immer noch Konturen, ist also außerhalb der Brennweite der Linse.

Mit einem charmanten Experiment kann man eine Art von Makro-Funktion erzielen, also nähere bzw. vergrößerte Aufnahmen erzeugen. Wiederum legt man das Smartphone mit aktiver Frontkamera waagrecht auf einen Tisch und gibt einen kleinen Wassertropfen auf die Kameralinse, am besten mit einer Pipette. Das Bild wird unscharf. Nähert man aber nun Gegenstände an, kann man wesentlich näher an die Linse heran und bekommt scharfe, vergrößerte Bilder (Abb. 6; 7). Wir erfahren die Funktion einer Vorsatzlinse (Nahlinse), welche die Brennweite verkürzt, und können auch den Einfluss der Größe (bzw. des Krümmungsradius) des Wassertropfens untersuchen. Schön dabei ist, dass von jedem Versuch sofort Fotos gemacht werden können. *(Siehe Anhang: Experimentieranleitungen)*

Smartphone Kameras liegen mit ihrer Lichtstärke (dem Verhältnis von wirksamer Objektivöffnung zu Brennweite) bei 1:2.0 bis 1:2.8, also eher im Weitwinkelbereich. Dies hat auch damit zu tun, dass die Tiefenschärfe groß sein soll, also möglichst der ganze Bildbereich scharf abgebildet werden soll, unabhängig von der Entfernung. Meist liegt die Frontkamera niedriger, erfasst also einen weiteren Bildkreis. Mit der kurzen Brennweite liegt auch die Blendenöffnung in diesem Bereich, ebenso die Größe des Chips. Handykameras sind also Digitalkameras im Mini-Format, wobei erstaunlich ist, welche Leistungsstärke vor allem durch softwareseitige Maßnahmen erreichbar wird.

Physikalisch schwieriger gestaltet sich die Erklärung der bildgebenden Einheit, des CMOS Chips mit seinen Photodioden und Feldeffekttransistoren. Reduzieren wir also wieder auf das Elementare: Der Chip besteht aus einem dichten Raster lichtempfindlicher Pixel, welche in einer bestimmten Frequenz ausgelesen werden können – was vor allem für die Videofunktion eine wichtige Rolle spielt. Im Auslesevorgang wird das zweidimensionale Bild

20161101 Plus Lucis.indd 51 01.11.2016 16:58:01

zeilenweise in eine Folge digitaler Signale zerlegt, womit das Bild speicher- und übertragbar wird. Die Angaben zur Auflösung beziehen sich auf die Pixelzahl des gesamten Chips. Andere physikalisch interessante Größen wie Sensorfläche, Pixeldichte oder Pixelgröße findet man schon weniger leicht. Sensoren von Smartphone Kameras haben – relativ unabhängig von der Auflösung – Durchmesser von etwa 6 mm. Das ergibt für hohe Auflösungen wie den verbreiteten 13 MPx Pixelgrößen von ca. 1 µm (Flächen von ca. 10^{-12} m^2), also nur mehr knapp über der Wellenlänge des Lichts [10]! Hier stellt sich natürlich die Frage der Sinnhaftigkeit, so kleine Pixelflächen brauchen viel Licht, daher geht der Trend zum Teil wieder in die umgekehrte Richtung hin zu geringerer Auflösung, oder es werden mehrere Pixel zusammengeschaltet.

5. Wie funktioniert der Touchscreen?

Der Touchscreen stellt augenscheinlich das Prunkstück des Smartphones dar, damit wurde quasi diese Art von Mobilgerät mit dem ersten iPhone von Apple definiert. Was sind die elementaren Prinzipien der Funktion dieses kombinierten Ein- und Ausgabeteils?

Einfacher verstehbar ist die Ausgabe, also die Funktion des Displays. Es besteht aus leuchtenden Bildpunkten in drei Farben (Rot, Grün, Blau), wie Farbmisch-Apps zeigen können (z.B. Color Mixer, Abb. 8).

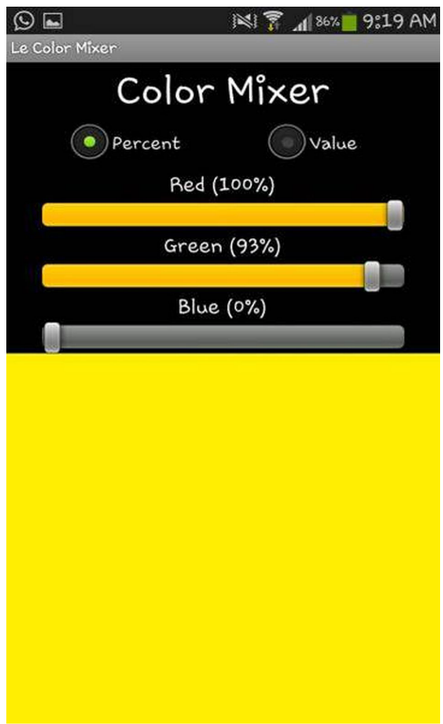


Abb. 8: Die App Color Mixer. Hier wird aus Rot und Grün die Farbe Gelb gemischt.

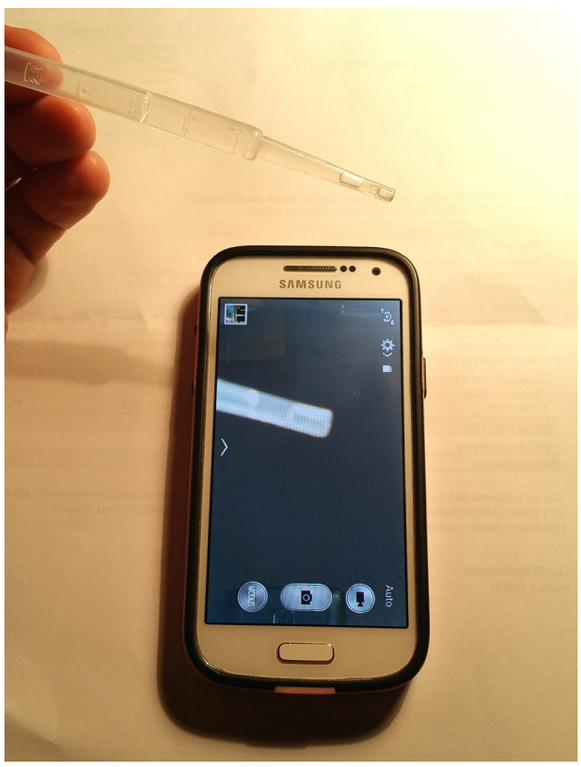


Abbildung 6: Pipette mit Wassertropfen

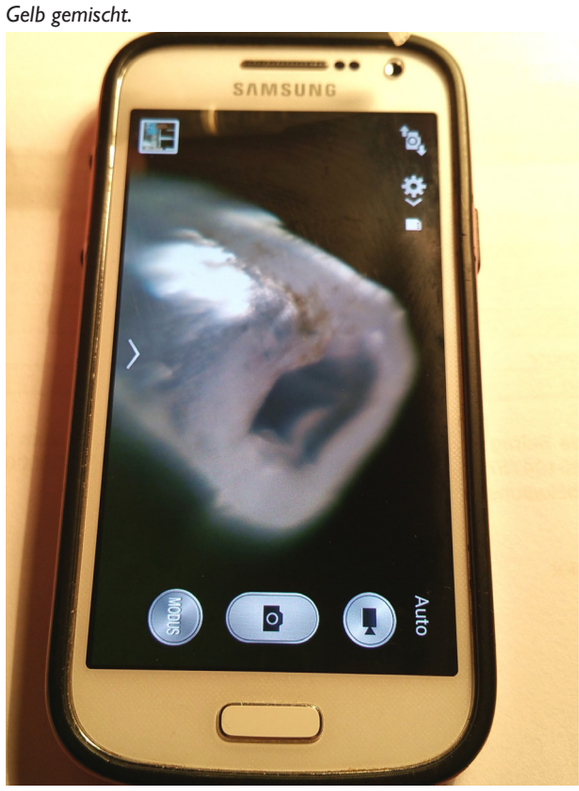


Abbildung 7: Wassertropfen auf der Frontkamera, Bild der Pipette aus ca. 1 cm Entfernung.

20161101 Plus Lucis.indd 52 01.11.2016 16:58:03

Wie beim Kamera-Chip wird die Auflösung meist als Gesamtzahl von Pixeln angegeben, allerdings in Form von Länge (Höhe) mal Breite. Eine typische HD Auflösung beträgt heutzutage 1920 x 1080 Pixel (Verhältnis 16:9). Das Produkt ergibt eine Gesamtzahl von ca. 2 MPx, was die relative Sinnlosigkeit von 13 MPx auf dem Kamerachip unterstreicht – zumindest für Fotos, die man nicht in hoher Qualität ausdrucken möchte. Manchmal wird die Auflösung auch als Pixel per inch angegeben, die obige entspricht ca. 420 Pixel auf einem inch (2,53 cm). Ein Bildpunkt ist also ca. 60 µm groß, einzelne Pixel können wir also nicht einmal mehr mit der Lupe erkennen. Bei diesen feinen Strukturen sollten aber Beugungseffekte auftreten, und das tun sie auch. Eine interessante Aufgabe für Schülerinnen und Schüler, diese zu suchen, zu fotografieren und zu analysieren. (Siehe *Anhang Experimentieranleitungen)*

Am besten sieht man sie in der Reflexion nicht zu naher punktförmiger Lichtquellen, unter bestimmten Winkeln (Abb.9). Bei weißem Licht erkennen wir Interferenzmuster verschiedener Farben, aus denen wir auf die Anordnung der Pixel schließen können. Genauer abschätzen lässt sich der Abstand der Pixel in Reflexion von Laserlicht auf einem Schirm. In der Abb. 10 sehen wir die Interferenz eines grünen Lasers (Wellenlänge 540 nm) auf dem genannten Display, wobei das Smartphone 50 cm vom Papier entfernt war. Mit ca. 0,5 cm Abstand der Maxima kommen wir wieder in den Bereich von 50 µm.

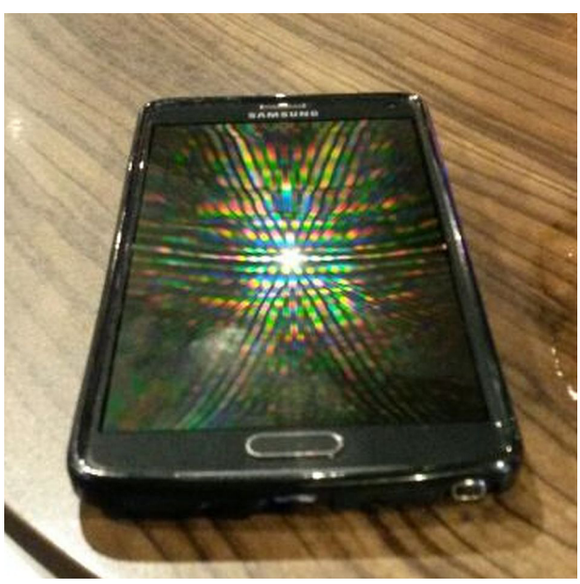


Abbildung 9: Interferenzerscheinungen beim Samsung Galaxy Note 4

Wie leuchten die Bildpunkte? Hier gibt es zwei verbreitete Technologien: LCD (Liquid Cristal Display) und AMOLED (Active Matrix Organic Light Emitting Diode), wobei der wesentlichste Unterschied der ist, dass bei AMOLED die Pixel selbst leuchten (aktive Leuchtdioden), bei LCD beleuchtet werden. Auch hier kann je nach Schulstufe in technische Details gegangen werden, es bietet sich auch der Vergleich mit anderen Displays an, etwa von TV Geräten.

Das wirklich Besondere am Touchscreen steckt aber im ersten Teil des Wortes. Offenbar liegt über dem Display eine (unsichtbare) berührungsempfindliche Schicht, die sensibel und genau anspricht. Elementar daran erscheint zuerst, dass es sich dabei um ein elektrisches Phänomen handelt, daher funktioniert eine Eingabe nur mit elektrisch leitenden Objekten wie Fingern oder Eingabestiften. Diese lösen durch das Glas hindurch elektrische Signale aus. Genauer betrachtet bedeutet dies, dass es sich wegen der isolierenden Eigenschaften des Glases nur um einen Einfluss von elektrischen Feldern handeln kann. Für weitergehende Erklärungen benötigt man ein Verständnis von Kondensatoren, die hier in Form von zwei

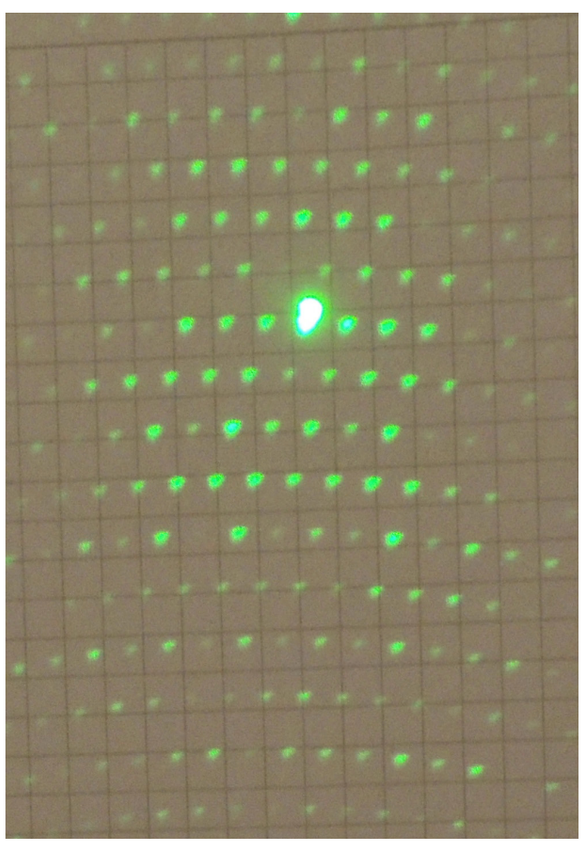


Abbildung 10: Interferenz in der Reflexion eines grünen Lasers am Display

20161101 Plus Lucis.indd 53 01.11.2016 16:58:03

übereinanderliegenden Koordinatennetzen (Zeilen und Spalten) ausgeführt sind, getrennt durch ein Dielektrikum. An den Kreuzungspunkten wird ständig die Kapazität gemessen, welche sich durch Nähern leitender Objekte verändert (Abb.11).

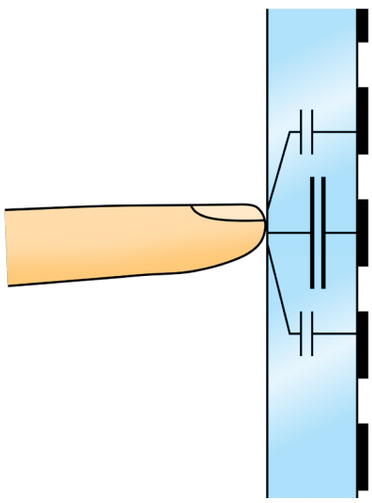


Abbildung 11: Finger auf Touchscreen verändert punktuell die Kapazität. [11]

6. Fazit

Schon beim oberflächlichen Betrachten einiger weniger Teile von Smartphones konnten wir erkennen, welche physikalische und technische Vielfalt sich hier auftut. Wie bei anderen modernen technischen Geräten lässt die Komplexität im Detail es sinnvoll erscheinen, sich im Allgemeinen auf elementare Funktionen und Prozesse zu beschränken, welche auch für andere Technologien exemplarisch sein können. Was natürlich nicht ausschließt, punktuell ins Detail gehen zu können, wenn es im Unterricht angebracht erscheint. Ausgespart blieb hier allerdings eine wesentliche Frage, nämlich jene nach dem „Wie?“. In welcher Form didaktisch und methodisch eine Umsetzung im konkreten Unterricht erfolgen kann, bleibt in der Verantwortung der jeweiligen Lehrkraft.

Mag. Dr. Gerhard Rath *Fachdidaktikzentrum Physik, Karl-Franzens Universität Graz*

Literatur

[1] Reihe „Smarte Physik“ in Physik in unserer Zeit, Wiley Verlag

[2] Reihe „iPhysicsLabs“ in The Physics Teacher

[3] Rath, G (2015).: Smartphones im Physikunterricht. In: plus lucis 1-2/2015, S. 8ff

[4] Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digitalen vernetzten Welt. https://www.gi.de/aktuelles/meldungen/detailansicht/article/dagstuhl-erklaerung-bildung-in-der-digitalen-vernetzten-welt.html [25.8.2016]

[5] http://tpack.org, mit Erlaubnis der Autoren. [25.8.2016]

[6] Oswald, Angela (2016) : Smartphones als Messgeräte im Physikunterricht aus der Schülerperspektive. Diplomarbeit an der Karl-Franzens-Universität Graz. http://unipub.uni-graz.at/download/pdf/1343787 [25.8.2016]

[7] http://informationszentrum-mobilfunk.de/wie-funktioniert-mobilfunk [25.8.2016]

[8] Informationszentrum Mobilfunk (2015): Mobilfunk: Technische Grundlagen und Weiterentwicklung. http://informationszentrum-mobilfunk.de/factsheet-mobilfunk-technische-grundlagen-und-weiterentwicklungen (7-2016) [25.8.2016]

[9] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:A-D-A_Flow.svg [25.8.2016]

[10] Möllenhoff, S. (2013): Smartphone-Kameras: Warum 4,3 und 41 MP besser sind als 13. http://www.techstage.de/ratgeber/Smartphone-Kameras-Warum-4-3-und-41-MP-besser-sind-als-13-1807394.html [25.8.2016]

[11] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TouchScreen_projective_capacitive.svg [25.8.2016]

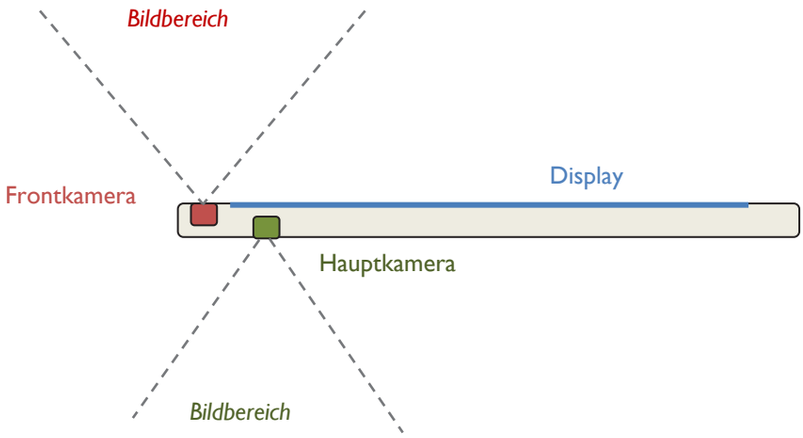
20161101 Plus Lucis.indd 54 01.11.2016 16:58:04

Anhang: Experimentieranleitungen

1. Das Gesichtsfeld der Kameras bestimmen

Bestimme den maximalen Winkel des Gesichtsfeldes der Kamera(s)! Überlege dir dazu eine geeignete Vorgangsweise.

Abb. 12: Bildbereiche bestimmen



Wie unterscheiden sich die Öffnungswinkel der Front- und Hauptkamera?

2. Wasserstropfen als Nahlinse

Mit Nahlinsen (Vorsatzlinse) kann man die Brennweite eines Objektivs verkleinern und dadurch eine Art von Makroeffekt erzielen, also sehr nahe an Objekte herankommen und vergrößerte Bilder erzeugen.

a) Lege das Smartphone mit eingeschalteter Frontkamera waagrecht auf einen Tisch, achte auf gute Beleuchtung. Nähere ein Lineal von oben so nahe, wie noch ein scharfes Bild davon entsteht.

- Wie nahe kannst du damit kommen?
- Wie groß ist das Bild im Vergleich mit dem Objekt (Lineal)?

b) Gib nun einen kleinen Wassertropfen auf die Kamera, am besten mit einer Pipette. Wiederhole die Messung mit dem Lineal!

- Beschreibe die Unterschiede der Bilder!
- Wie nahe kannst du nun kommen?
- Wie groß erscheint das Bild im Vergleich?

3. Interferenzeffekte am Display

Die feinen Strukturen von Smartphone Displays können Beugungsmuster erzeugen.
Du brauchst eine möglichst punktförmige Lichtquelle, z.B. die LED eines anderen Smartphones. Suche Spiegelungen dieser Lichtquelle auf einem ausgeschalteten Smartphone-Display, bei denen Farbmuster auftauchen.

- In welchem Winkelbereich erkennt man die Muster am besten?
- Beschreibe deren Aussehen oder mache ein Foto davon.
- Was lässt sich über die Struktur der reflektierenden Fläche schließen?
- Wie könnte man durch Winkelmessungen auf Strukturgrößen im Display schließen?

20161101 Plus Lucis.indd 55 01.11.2016 16:58:04

Smartphones als Messgeräte aus der Schülerperspektive

Ergebnisse einer qualitativen Studie zu Vorstellungen einer Schulklasse

Angela Oswald

Smartphones sind für viele Jugendliche zu einem festen Bestandteil ihrer Alltagswelt geworden. Als mobile Kleinstcomputer, die die Schülerinnen und Schüler immer bei sich haben, eröffnen sich auch potentielle Anwendungen im schulischen Kontext. Ob bzw. wie der Einsatz von Smartphones einen Mehrwert für den Unterricht schaffen kann, wird von verschiedenen Seiten sehr unterschiedlich bewertet, wie auch die Digitalisierung der Schule generell sowohl Befürworter als auch Kritiker findet ([1], [2] und viele andere Zeitungs- und Fachartikel bilden diese Diskussion ab).

Für den Physikunterricht im Speziellen bietet das Smartphone neben seinen „Standard-Eigenschaften" als Tool für Recherche und Dokumentation oder zur Nutzung von E-Learning-Inhalten die besondere Möglichkeit, die im Gerät verbauten Sensoren für physikalische Messungen zu nutzen. Eine zunehmende Zahl an Publikationen lotet dabei die Möglichkeiten des Smartphones als Messgerät aus ([3] soll hier exemplarisch für viele weitere Publikationen genannt werden). Generell gibt es dabei zwei Trends: einerseits werden «alte Versuche» aus dem Laborkontext für das Smartphone adaptiert (z.B. das Smartphone als „klassisches Pendel"), andererseits werden mit „neuen Versuchen", die die mobilen Eigenschaften des Geräts nutzen, neue Versuchsräume erschlossen (z.B. Beschleunigungsmessung in Fahrzeugen).

Der Einsatz von Technologie im Unterricht beschränkt sich allerdings nicht nur auf technische und fachliche Aspekte, sondern hat auch eine pädagogische Dimension (vgl. dazu [4]), die erst langsam stärkere Beachtung findet. Meine Diplomarbeit „Smartphones als Messgeräte im Physik-Unterricht aus der Schülerperspektive. Einstellungen einer Schulklasse zu einer Experimentiersequenz" betreut von Dr. Gerhard Rath an der Universität Graz [5], deren Ergebnisse ich hier kurz vorstellen möchte, rückt aus diesem Grund gerade die Schülerinnen und Schüler in den Fokus.

Untersuchung

Das Ziel war qualitativ zu erforschen, welche Vorstellungen die Schülerinnen und Schüler einer Versuchsklasse mit dem Smartphone als Messgerät verbinden. Dazu wurde eine 5. Klasse im Rahmen einer kleinen Unterrichtssequenz mit Smartphone-Schüler-Versuchen zu verschiedenen Rückmeldungen angeregt. Abgesehen von einem skalierten Fragebogen zu motivationalen Aspekten der einzelnen Experimente wurden eher offene Feedback-Formate gewählt, um möglichst unvoreingenommene Antworten zu erhalten: Versuchsprotokolle der Experimentiergruppen mit Erweiterungsfragen zur Einschätzung der Ergebnisse, ein schriftliches Feedback in Form einer Produktbeschreibung und -bewertung des „Messgeräts Smartphone" und abschließende Interviews mit einigen Schülerinnen und Schülern der Klasse. Einzelne Textpassagen aus diesen Rückmeldungen wurden später verschiedenen Kategorien zugeordnet, um innerhalb dieser das Spektrum an Meinungen und Ideen sichtbar zu machen.

Die Experimentiersequenz selbst war auf drei Unterrichtseinheiten anberaumt: in der ersten Einheit sollten die Schülerinnen und Schüler für einen vertikalen Sprung einmal „analog" die durchschnittliche Absprungkraft per *Jump and Reach*- Methode und einmal per Smartphone die maximale Absprungkraft aus einer Beschleunigungsmessung ermitteln (beide Experimente werden an anderer Stelle in dieser Ausgabe kurz vorgestellt). Die zweite Einheit war vor allem als Input konzipiert, in der es um die Funktionsweise des Beschleunigungssensors ging, die anhand einer simplen linearen Bewegung nachvollzogen (auch nachgemessen) wurde. In der letzten Einheit sollte die Geschwindigkeit eines Balles (vgl. [6]) mit Hilfe der Zeitdifferenz der von einer Smartphone App aufgezeichneten Töne von Kick und Aufprall an der Wand ermittelt werden. Die Schülerinnen und Schüler hatten beide Apps zuvor schon einmal im Unterricht verwendet.

20161101 Plus Lucis.indd 56 01.11.2016 16:58:04

Wichtigste Ergebnisse

Ohne näher auf Planung oder Durchführung der Einheiten einzugehen, soll hier ein kurzer Überblick über einige jener Aspekte präsentiert werden, die von den Schülerinnen und Schülern angesprochen wurden. Die Aussagen stützen sich teilweise auf persönliche Erfahrungen, weisen teilweise aber auch auf Einstellungen hin, die sich nicht unbedingt an konkreten Erfahrungen festmachen lassen. Im Kontext dieser Studie interessiert vorrangig das Spektrum an Meinungen, deshalb geht es hier auch nicht um die Frage, wie oft welcher Standpunkt vertreten wurde (dafür wäre das Sample auch viel zu klein).

(1) Sind Smartphone-Versuche interessanter?
Vielfach geht man davon aus, dass sich der Einsatz von Smartphones auf die Schülerinnen und Schüler motivierend auswirkt. Welche Rückmeldungen gibt es diesbezüglich aus der Versuchsklasse?

Zu den Versuchen gibt es sowohl positive als auch negative Rückmeldungen, wie der Überblick an Aussagen aus Tabelle 1 zeigt. Dass die Frage, ob man solche Versuche öfter machen soll, einmal mit „Ja, es ist eine Abwechslung" beantwortet wird, unterstreicht, dass es nicht per se ausreicht, die motivationalen Effekte von Smartphones für Physik-Versuche isoliert zu betrachten. Faktoren, wie die Besonderheit, ein sonst aus dem Unterricht verbanntes Gerät zu verwenden, verlieren an Bedeutung, sobald mit dem Gerät standardmäßig gearbeitet wird. Dass das Smartphone nicht das einzige Charakteristikum für Versuche ist, zeigt auch die unterschiedliche Bewertung der Smartphone-Versuche in den Fragebögen nach M. Korner [7], die die Experimentiersequenz begleitet haben (Abbildung 1). Welche Kriterien für die Schülerinnen und Schüler konkret relevant waren, lässt sich aus diesen Daten nicht reproduzieren, aber man könnte vermuten, dass die Schwierigkeit der Auswertung (aus den Protokollen geht hervor, dass die Interpretation der Smartphone-Beschleunigungskurve wie erwartet schwierig war), der Wettbewerbscharakter (direkte Vergleichsmöglichkeiten bzw. „Wer springt höher?" beim *Jump and Reach*-Versuch) oder die sportliche Komponente der Versuche (hohe Zustimmung zu Items, die die persönliche Aktivität ansprechen) eine Rolle spielen.

(2) Was ist das „Messgerät Smartphone" eigentlich?
Das Smartphone ist ein Multimessgerät mit integriertem Computer. Sensoren messen physikalische Größen – von ihren Eigenschaften hängt ab, in welchen Situationen Messungen mit welcher Genauigkeit möglich sind. Doch erst geeignete Apps machen die Messwerte für den Smartphone-Nutzer zugänglich – entweder als Graphen oder Zahlen(listen) von Rohdaten oder bereits aufbereiteten Daten. Wie gehen die Schülerinnen und Schüler der Versuchsklasse damit um?

In den Rückmeldungen verwenden die Schülerinnen und Schüler die Begriffe „Smartphone", „Apps" und „Sensoren" oft synonym (z.B. „Die App ist sehr praktisch, da man mit ihr sehr genau messen kann."), selten wird sprachlich differenziert (z.B. „Es gibt verschiedene Apps, die die im Gerät verbauten Sensoren benutzen."). Diese Unterscheidung mag im alltäglichen Gebrauch kleinlich wirken, um kompetent mit dem Smartphone messen zu können, ist es aber notwendig um zu verstehen, dass an den Messungen Sensoren und Apps beteiligt sind (Abbildung 2). Nicht immer ist offensichtlich, wie (stark) Apps die Messdaten „korrigieren" oder ob die ausgegebenen Werte auch tatsächlich sinnvoll sind, da viele (Gratis)Apps, kaum

Spektrum – Aussagen zu motivationalen Aspekten	
Die Smartphone-Experimente ...	
waren lustig (PB05)	(PB24) langweilig
waren witzig (PB22)	(PB07) Es war ganz lustig, aber wirklich hat es mich nicht interessiert
haben Spaß gemacht (PB18)	
waren interessant (PB23)	(PB13) Mir gefällt es nicht so gut, da es öfter mal nicht funktioniert
Soll man so etwas wieder machen? …	
Ich wäre dafür, dass wir solche Sachen öfter machen (PB11)	(PB14) Habe aber ehrlich gesagt schon genug davon
Schon öfter (Hm, I4)	(Em, I3) Teils teils. […] Manchmal ist es ein bisschen anstrengend, wenn es nicht funktioniert
Ja, es ist eine Abwechslung (Bw, I1)	
Hin und wieder (Cm und Dw, I4)	

Tabelle 1: Aussagen der Schülerinnen und Schüler zu motivationalen Aspekten aus Produktbeschreibungen (PB) und Interviews (I).

20161101 Plus Lucis.indd 57 01.11.2016 16:58:04

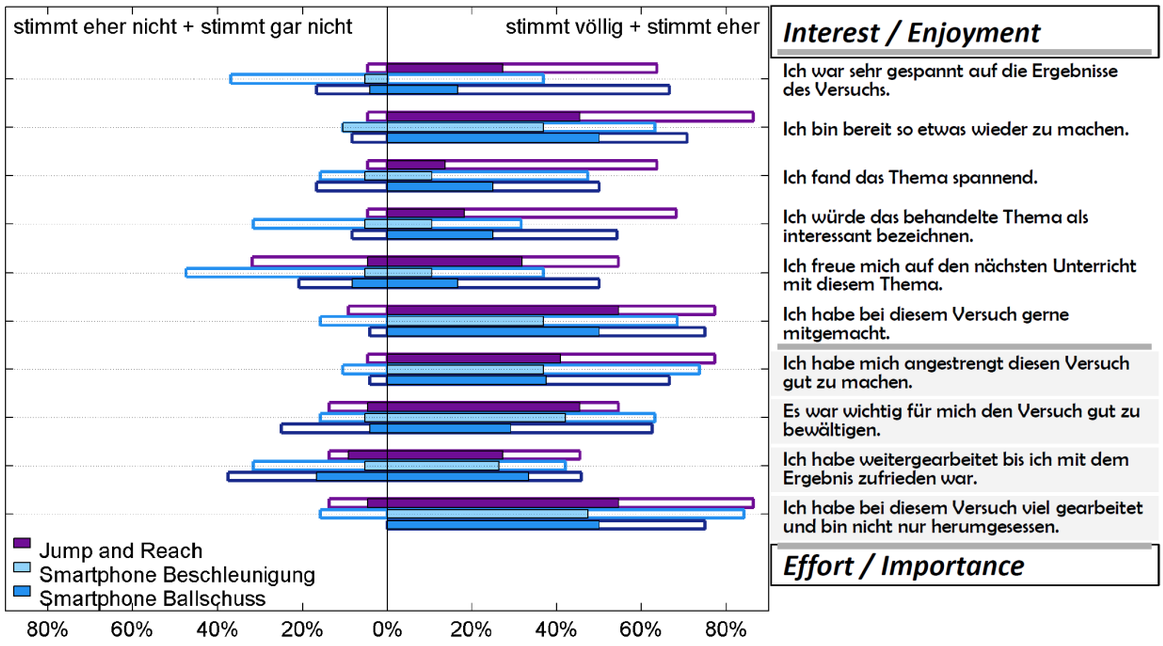


Abbildung 1: Die unterschiedliche Bewertung der Smartphone-Versuche durch die Versuchsklasse unterstreicht, dass das Smartphone nur eines mehrerer Kriterien für Versuche ist. (Fragebögen nach M. Korner [7]; volle Balken: „stimmt völlig" und „stimmt gar nicht"; nicht gefüllt Balken: „stimmt eher" und „stimmt eher nicht"; „stimmt teilweise" ist nicht dargestellt)

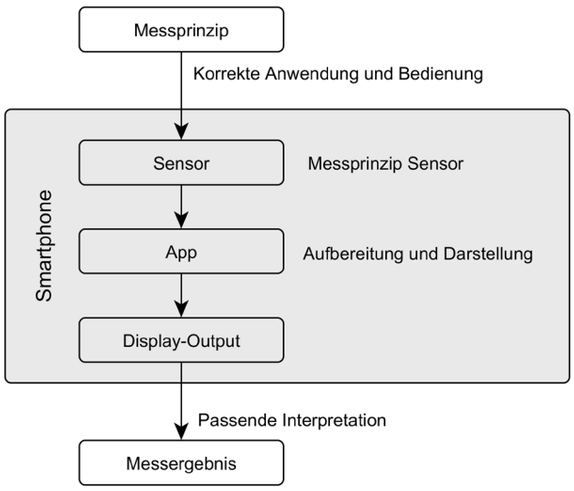


Abbildung 2: Der Output am Smartphone-Screen ist nicht nur ein Produkt des Sensors.

getestet sind. Dass diese Frage auch für Schülerinnen und Schüler relevant sein kann, zeigt sich in einer Aussage, in der die skeptische Haltung zu Smartphone-Experimenten mit der Rolle der App begründet wird, denn, „die kann ja gleich einmal alles anzeigen". Andere scheinen das Smartphone homogener wahrzunehmen und beschreiben es zum Beispiel einfach als „genau".

(3) Ist das Smartphone anders als andere Messgeräte?
Ob man mit einem Smartphone gute Messungen machen kann, hängt davon ab, ob man Messmöglichkeiten (er)findet, in denen man Sensoren und Apps innerhalb ihrer optimalen Eigenschaften nutzen kann. Wie schätzen die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeiten des Smartphones als Messgerät ein?

Tabelle 2 zeigt, dass die Schülerinnen und Schüler das Smartphone als Messgerät sehr unterschiedlich einschätzen. Für einige ist es ein genaues Messgerät, andere empfinden es als ungenau und wenig vertrauenswürdig. Einmal werden Smartphones als „praktischer und handlicher" als große Messgeräte beschrieben, einmal eingeworfen, dass „normale" Messgeräte trotzdem besser sind und ein anderes Mal hinterfragt, mit welchen „normalen" (teuren oder billigen) Messgeräten man sie überhaupt vergleichen will. Eine andere differenzierte Betrachtung beurteilt ihre Eignung auch im Kontext. So stellen etwa zwei Schülerinnen klar, dass das Smartphone aus ihrer Sicht ausreichende Möglichkeiten für die Schule bietet, sie es aber nicht für wissenschaftliche Messungen verwenden würden.

(4) Was braucht man, damit das Messen mit dem Smartphone in der Schule funktioniert?
Die Einbindung von Schüler-Smartphones bringt einige Herausforderungen für den Unterricht mit sich (Bring-Your-Own-Device-Problematik). Welche Erfahrungen haben die Schülerinnen und Schüler gemacht?

20161101 Plus Lucis.indd 58 01.11.2016 16:58:06

Spektrum – Erwartungen an das Messgerät Smartphone	
Genauigkeit	
Das Smartphone ist besser zur Sprungkraft-Messung geeignet als die Jump and Reach-Methode, weil es „genauer“ ist (PK A2, B2, B4) Ich finde es gut, weil es sehr genau sein kann (PB08)	Die Jump and Reach-Methode ist besser zur Sprungkraft-Messung geeignet als die Smartphone-Messung, „weil ein Handy ungenau sein kann“ (PK B3) Die Messergebnisse sind ok, teilweise etwas ungenau (PB09)
Vertrauenswürdigkeit	
Das Smartphone ist besser zur Sprungkraft-Messung geeignet, „weil ein Mensch mehr Fehler als die Technik machen kann“ (PK A4) Man merkt ja selber, wenn es […] etwas komplett Unsinniges anzeigt (Bw, I1)	Weil wir dem Handy nicht vertrauen (PK B3) Bei einer wichtigen Arbeit würde ich kein Smartphone nutzen (PB13) Beim Handy, bei so einer App, die kann ja gleich einmal alles anzeigen (PK B3)
Vergleich mit anderen Messgeräten	
Es ist praktischer und handlicher als große Messgeräte. (PB02) Man kann schon [physikalische Messungen machen], aber ich sage trotzdem, dass die [anderen] Messgeräte besser sind. (Em, I3) Für was richtig Wissenschaftliches […] würde ich jetzt nicht unbedingt ein Smartphone hernehmen. (Aw, I1) Irgendetwas billiges ist sicher nicht so genau wie ein Handy. Aber irgendwelche teuren Messgeräte sind sicher viel genauer. (Gm, I4)	
Für die Einschätzung ist auch der Kontext relevant:	
Messungen für „Ottonormalbürger“ (PB09) Möglichkeit für „Hobbyphysiker“ (PB16) Für die Schule reicht es eigentlich (Aw, I1) Einfach so zum Verwenden ist vielleicht ein Handy besser. [...] weil es einfach ein einziges Gerät ist, das alles Mögliche kann (Gm, I4)	

Tabelle 2: Aussagen der Schülerinnen und Schüler aus Protokollen (PK), Produktbeschreibungen (PB) und Interviews (I), die Erwartungshaltungen an das „Messgerät Smartphone“ ausdrücken.

Immer wieder berichten Schülerinnen und Schüler von Funktionsproblemen (der Apps), in wenigen Fällen konnten Messungen auch tatsächlich nicht durchgeführt werden. Zwei Produktbeschreibungen formulieren treffend, was man diesbezüglich in der Planung beachten sollte: „Wenn man so eine App benutzen will, muss man damit rechnen, dass sie nicht unbedingt gut funktionieren wird und dass man Zeit braucht sich daran zu gewöhnen.“ (PB19) „Ich würde das Handy als Messgerät nur weiterempfehlen, wenn die Apps schon im Vorhinein installiert werden und [man] dann direkt arbeiten kann.“ (PB18). Dies kann auch verhindern, dass wegen Speicherplatzmangels plötzlich Apps oder Daten vom privaten Smartphone gelöscht werden müssen oder der Installationsprozess wegen schlecht funktionierender WLAN-Verbindungen zu viel Unterrichtszeit in Anspruch nimmt – um zwei Beispiele für potentielle Probleme zu nennen, die in den Interviews genannt wurden. In den Interviews kam außerdem mehrfach zur Sprache, dass sich die Schülerinnen und Schüler eine Einführung in die App wünschen – nicht nur was die Interpretation der Daten/Kurve, sondern auch was die konkrete Bedienung betrifft. Dass dieser Wunsch so konkret formuliert wurde, war etwas überraschend, auch da (von Lehrendenseite) eher davon ausgegangen wird, dass die Smartphone-affinen Schülerinnen und Schüler ohnehin selbständig in kürzester Zeit den Umgang mit neuen Apps erlernen. Vielleicht folgen „wissenschaftliche“ oder „technische“ Apps aber auch einer etwas anderen Logik als jene Apps, die von den Schülerinnen und Schülern tagtäglich installiert und verwendet werden. In den Interviews zeigte sich auch, dass vielen nicht klar war, was nach der Unterrichtseinheit mit den Apps passieren soll – ob man sie wieder löschen darf

20161101 Plus Lucis.indd 59 01.11.2016 16:58:06

oder ob man sie später wieder braucht.. Hier könnten wir als Lehrpersonen mit einer kurzen Information zumindest diese Unklarheit leicht beseitigen.

Fazit

Im Rahmen der Untersuchung wurden noch viele weitere interessante Aspekte angesprochen, die in diesem Rahmen nicht diskutiert werden können. Obige Punkte illustrieren aber, mit welchem Spektrum an Meinungen und Vorstellungen zum Smartphone als Messgerät man in einer Klasse konfrontiert sein kann. Auch die Erfahrungen, die die einzelnen Schülerinnen und Schüler mit Smartphone-Experimenten machen, können sehr unterschiedlich ausfallen und damit gewisse Einstellungen weiter verfestigen. Genauso wie wir das als Lehrpersonen durch unseren Umgang mit dem Smartphone – vielleicht auch unbewusst – tun. So könnten wir die Vorstellung verstärken, dass ein Smartphone ein Wundergerät ist, bei dem nicht mehr nötig ist mitzudenken, da es ohnehin alles kann und alles übernimmt. Wir könnten aber auch skeptischen Schülern demonstrien, dass Smartphone-Messungen mehr als eine Spielerei sind, und wenn man sich mit dem „Messgerät Smartphone“ auseinandersetzt, auch solide Messungen möglich sind.

Mag. Angela Oswald *BORG Deutschlandsberg*

Literatur

[1] Nimmervoll, Lisa (2016). Lehrervertreter: «Ein Handyverbot in der Schule ist sinnvoll». Josef Kraus, Präsident des deutschen Lehrerverbands, über Kollateralschäden einer durchdigitalisierten Schule (Interview). In: Der Standard vom 15.3.2016

[2] Muuß-Merholz J.-Merholz, Jöran (2015). Schule in der Digitalen Gesellschaft: Warum wir neu lernen müssen. In: LOG IN - Informatische Bildung und Computer in der Schule 180.

[3] Kuhn, J. u. a. (2015). Experimentieren mit Smartphone und Tablet – Einsatzmöglichkeiten für den Physikunterricht im Überblick. In: Naturwissenschaften im Unterricht (NiU) - Physik 26.145, S. 49

[4] Rath, Gerhard (2015). Smartphones im Physikunterricht. In: Plus Lucis 1-2, S 8-13

[5] http://media.obvsg.at/p-AC13238317-2001 [25.8.2016]

[6] Vogt, Patrik., Jochen Kuhn und Dennis Neuschwander (2015). Untersuchung von Ballgeschwindigkeiten verschiedener Sportarten. In: Naturwissenschaften im Unterricht (NiU) - Physik 26.145, S. 10.

[7] Korner, Marianne (2015). Cross-Age Peer Tutoring in Physik: Evaluation einer Unterrichtsmethode. Logos Verlag Berlin.

20161101 Plus Lucis.indd 60 01.11.2016 16:58:06

Der vertikale Sprung

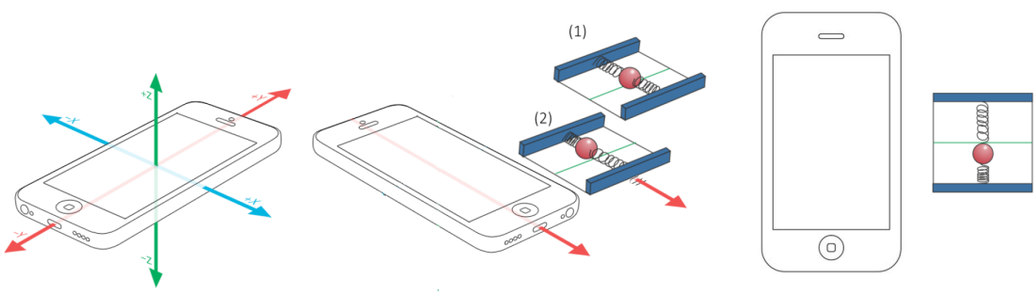
Beispiel für die Messung realer Beschleunigungen mit dem Smartphone

Angela Oswald

Beschleunigungssensoren sind in Smartphones standardmäßig verbaut. Die Messwerte werden intern (oft in Kombination mit Messdaten aus weiteren Sensoren) verarbeitet, um das Display passend zu drehen oder Bewegungssteuerungen umzusetzen. Die Beschleunigungsmessung basiert eigentlich auf einer Kraftmessung in den drei Smartphone-Achsen und wird häufig durch Kapazitätsänderungen im Zusammenhang mit der Positionsänderung einer beweglichen, trägen Masse realisiert [1]. Weil die Gravitation immer auf diese Masse wirkt, ist aus den Rohdaten ohne zusätzliche Information nicht eindeutig ersichtlich, ob die gemessenen Beschleunigungen ein Resultat der Erdanziehung oder einer „tatsächlichen Bewegung" sind (siehe dazu [1]). Aus diesem Grund wird etwa mit Hilfe des Gyroskop-Sensors der gravitative Anteil herausgerechnet, um die „lineare Beschleunigung" (*linear acceleration*) zu erhalten. Die direkte Ausgabe dieser Werte als Messkurve (etwa mit der App Sensor Kinetics [2]) erlaubt live mitzuverfolgen, welche Beschleunigungskurven in den drei Kompetenten für welche Art der Bewegung entstehen.

Ein einfaches Beispiel, das die Entstehung der Beschleunigungskurven illustriert, ist die Bewegung eines gerade in der Hand gehaltenen, zunächst unbewegten Smartphones entlang einer der Smartphone-Achsen (Abbildung 2): wird das Smartphone aus der Ruhelage losbewegt, schlägt die Kurve nach unten aus (Analogie: beim Beschleunigen des Autos werde ich nach hinten in den Sitz gedrückt); wird das Smartphone wieder abgestoppt, schlägt die Kurve nach oben aus (Analogie: beim Abbremsen des Autos, werde ich nach vorne in den Gurt gedrückt). Ob die Kurve nun tatsächlich zuerst nach oben oder unten ausschlägt hängt davon, ab wie beim jeweiligen Smartphone die Achsenrichtung festgelegt ist.

Bewegungen des menschlichen Körpers bieten nicht nur einen Kontext für physikalische Inhalte, sondern können auch Bewegung in den Unterricht zu bringen. Weil das Smartphone diese Bewegungen als Messgerät mitmachen kann, erschließen sich so auch neue Messmöglichkeiten. Ein „einfacher" vertikaler Sprung bietet einen guten Einstieg in die Messung realer Bewegungsvorgänge, denn die Bewegung erfolgt (idealisiert) entlang nur einer Raumachse, was messpraktische und lerntechnische Vorteile bietet. So kann man, wenn man sein Smartphone an der vertikalen Raumachse ausrichtet, direkt mit den Messkurven des linearen Beschleunigungssensors arbeiten – und muss sich nicht auf Apps verlassen, die (oft zeitlich schlecht aufgelöste, stark korrigierte) Beträge aus den drei Komponenten errechnen oder diese selbst mit Zusatzsoftware berechnen. Außerdem lässt sich der Bewegungsvorgang durch ein einfaches Modell darstellen (Abbildung 3), sodass nur wenige Bewegungsphasen der Beschleunigungskurve zugeordnet werden müssen. Dies schränkt die Komplexität der Übergänge zwischen Orts-, Geschwindigkeits- und



(a) Smartphone-Achsen/ Sensor-Koordinatensystem

(b) Beschleunigung bei waagrechter Lage

(c) Gravitationswirkung bei senkrechter Lage

Abbildung 1: Messprinzip des Smartphone-Beschleunigungssensors (Grafiken basieren auf [2])

20161101 Plus Lucis.indd 61 01.11.2016 16:58:07

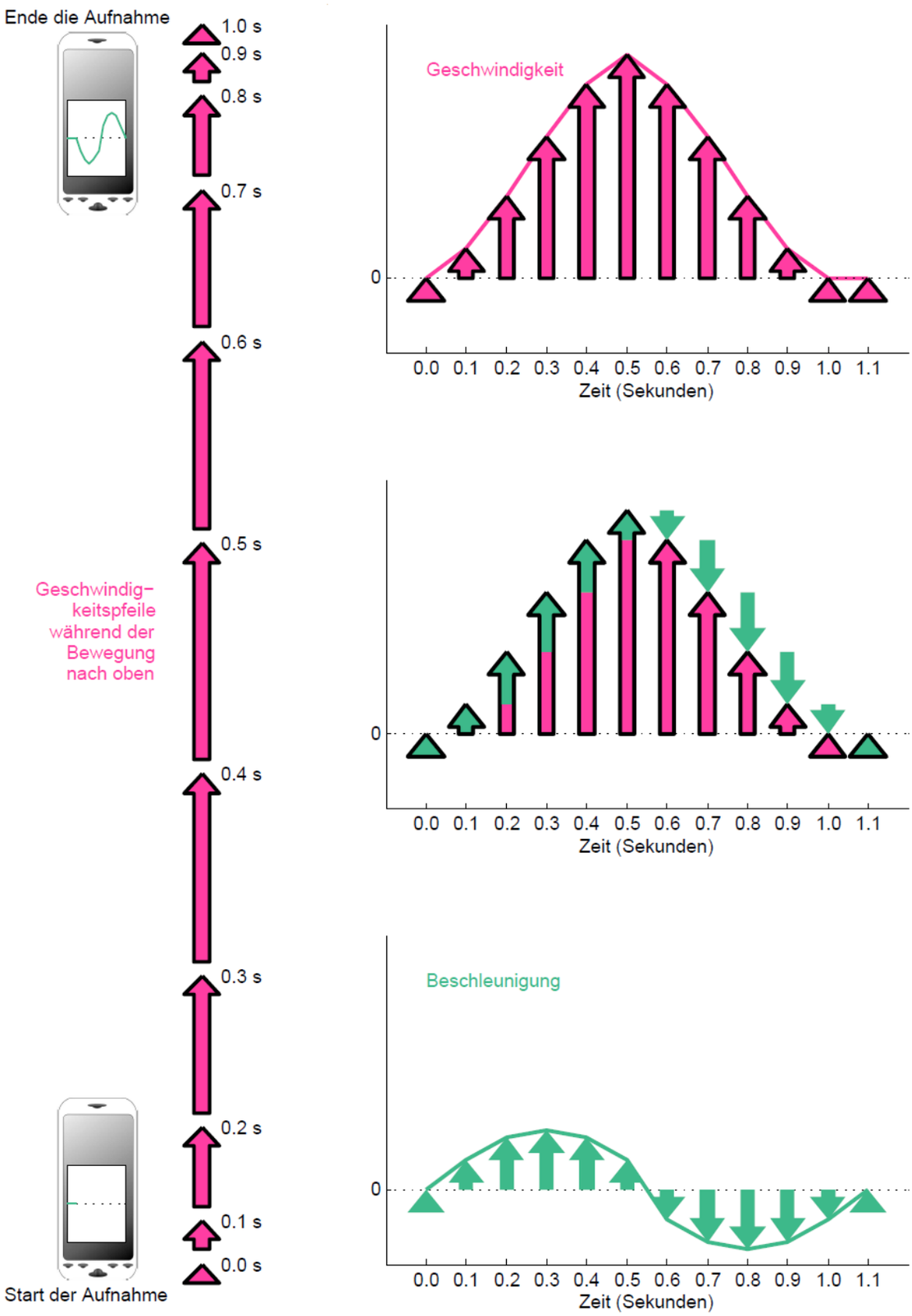


Abbildung 2. Entstehung einer sinusförmigen Beschleunigungskurve, wenn das Smartphone aus der Ruhe nach oben (oder nach links/rechts oder nach „vorne/hinten") bewegt und dann wieder abgestoppt wird. In Anknüpfung an das Münchner Mechanik-Konzept sollen die Vektoren illustrieren, dass die Beschleunigungskurve direkt aus der Ortsveränderung folgt (wobei diese Hybrid-Darstellung nur für eine eindimensionale Bewegung funktioniert).

Die Graphik ist einfacher verständlich, wenn man sie beginnend mit der Ortsveränderung schrittweise aufbaut.

20161101 Plus Lucis.indd 62 01.11.2016 16:58:07

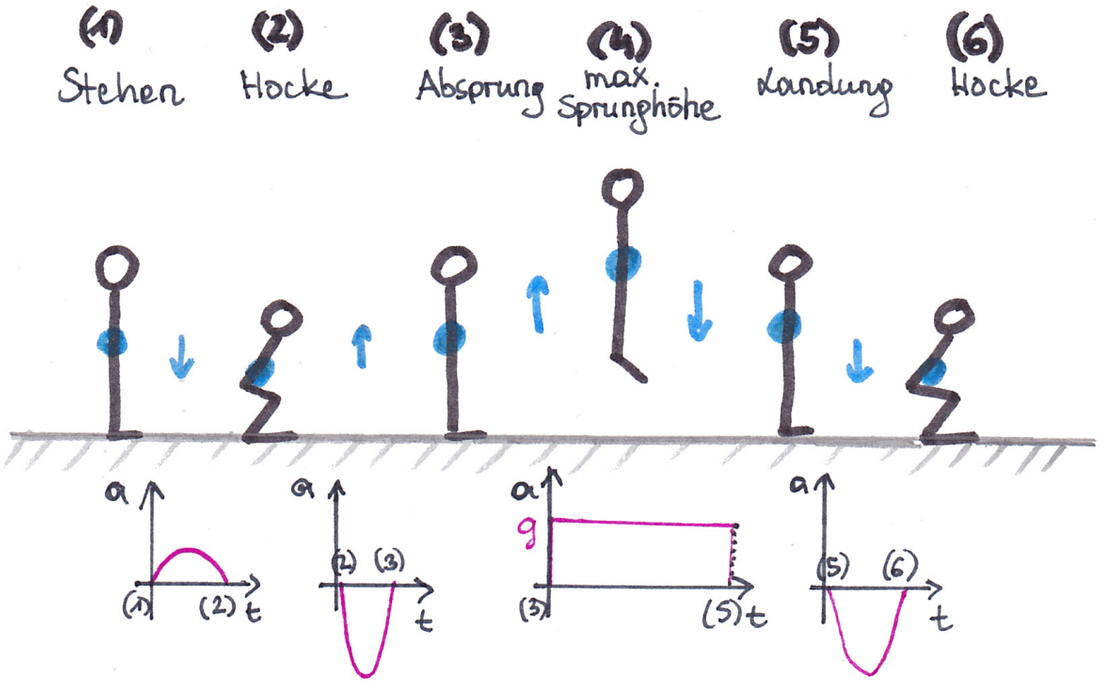


Abbildung 3: Einfaches Modell des (idealen) vertikalen Sprungs mit dem erwarteten Verlauf der Beschleunigung des Körperschwerpunkts (aus [1]).

Beschleunigungsbetrachtungen etwas ein und erlaubt trotzdem, einen realen Bewegungsvorgang zu untersuchen. Die eigentliche Messung des vertikalen Sprungs ist simpel: sobald man das Smartphone nach der vertikalen Raumachse ausgerichtet in seiner Körpermitte (ungefährer Körperschwerpunkt) fixiert hat (zum Beispiel mit einem Smartphone-Gürtel), muss man nur noch die Aufnahme-App starten, springen und die Aufnahme wieder beenden.

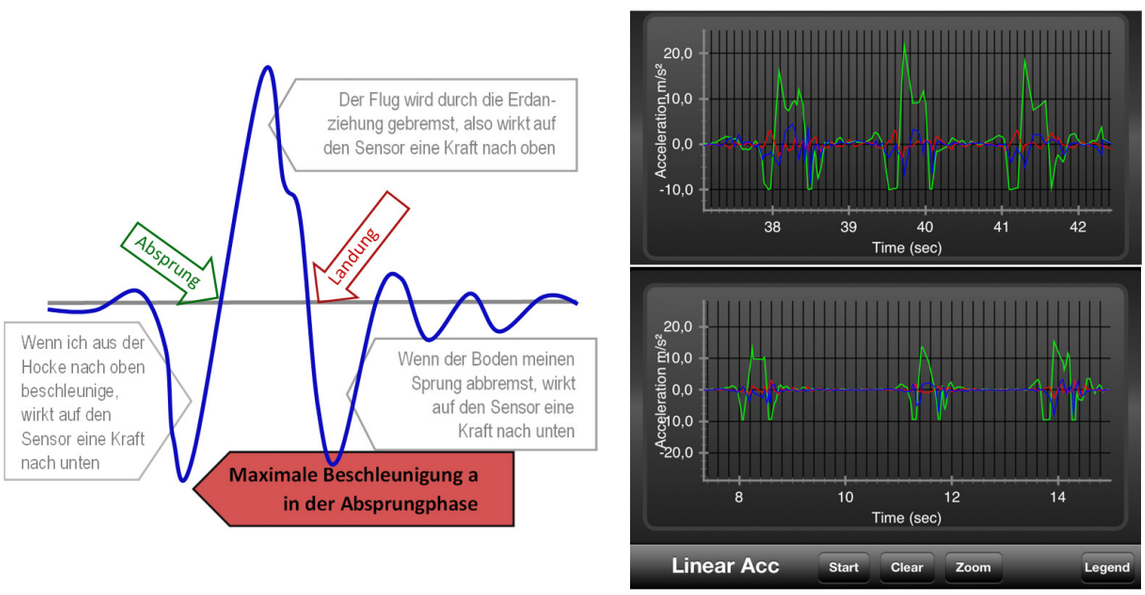


Abb. 4: (Links) typische Sprungkurve. (Rechts) 3er-Sets von gemessenen Sprüngen. Ein interessantes Artefakt sind hohe Beschleunigungen in der Flugphase, wo eigentlich nur die Erdbeschleunigung wirken sollte. Eine Versuchsreihe hat gezeigt, dass das Smartphone zusätzliche Beschleunigungen erfährt, wenn die Körpermitte wenig angespannt ist und die Zehen in der Flugphase gestreckt werden (oben). Beim Versuch die Zehen flach zu halten, war die Beschleunigung im Flug eher näher an den erwarteten ca. 10 m/s2 (unten).

20161101 Plus Lucis.indd 63 01.11.2016 16:58:07

Abbildung 4 zeigt dazu die Beschleunigungskurve eines typischen Sprunges sowie ein paar Messungen realer Sprünge. Die eigentliche Aufgabe ist nun die Auswertung der gemessenen Kurve, wofür sich eine Vielzahl an Fragestellungen anbietet:

- Welche Abschnitte der Kurve gehören zu welchen Phasen des Sprungs?
- Wie groß ist die maximale Absprungkraft/ Beschleunigung beim Absprung? (siehe Versuchsanleitung)
- Wie sieht ein typische Kurve aus? Variiert sie für verschiedene Sprünge/Springer? Was könnten die Gründe sein? (Körperhaltung, tatsächliche Sprungrichtung etc.). Warum könnte es Unterschiede zum theoretischen (Körperschwerpunkts)Modell geben?
- Berechnung der Geschwindigkeitskurve durch Integration (Summierung) der Beschleunigungswerte über die Zeit, Berechnung der physikalischen Arbeit der Beine beim Beschleunigen aus der Hocke, Berechnung der durchschnittlichen Absprungkraft etc.

Mit der *Jump and Reach*- Methode (siehe Versuchsbeschreibung bzw. [1] zur Modellerklärung), steht dazu noch eine weitere einfache, analoge und modellbasierte Methode zur Ermittlung einer durchschnittlichen Absprungkraft zur Verfügung, die sich parallel durchführen lässt. Ein Vergleich dieser Ergebnisse kann dann etwa auch als Ausgangspunkt für eine Diskussion um die Eigenschaften physikalischer Modelle dienen.

Diese kleine Smartphone-Messung lässt also je nach Vorkenntnissen und unterrichtlichem Kontext eine sehr unterschiedliche Tiefe der Bearbeitung, Interpretation und Diskussion des Messergebnisses zu und kann dabei nicht nur als Hilfsmittel zur Bestimmung eines interessierenden Wertes (maximale Absprungkraft) dienen sondern auch andere Kompetenzen fördern.

Mag. Angela Oswald *BORG Deutschlandsberg*

Literatur

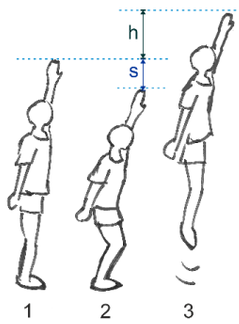
[1] Oswald, Angela (2016). Smartphones als Messgeräte im Physik-Unterricht aus der Schülerperspektive. Einstellungen einer Schulklasse zu einer Experimentiersequenz. Diplomarbeit am Institut für Physik, Karl Franzens Universität Graz. http://media.obvsg.at/p-AC13238317-2001 [25.8.2016]

[2] Cook, Nate (2014). NSHipster.com - CMDeviceMotion. url: http://nshipster.com/cmdevicemotion (besucht am 03. 04. 2016).

20161101 Plus Lucis.indd 64 01.11.2016 16:58:07

Anhang

Messung der Absprung-Kraft mit der *Jump and Reach* - Methode



Klebt ein Plakat so an die Wand, dass ihr später eure Sprunghöhen gut einzeichnen könnt. Stellt euch seitlich zur Wand und nehmet eine bunte Kreide in die Hand:

1. *Steht gerade, streckt den Arm mit der Kreide aus und markiert diese Höhe.*
2. *Beugt eure Knie bis ihr in einer Position seid, aus der ihr gut hochspringen könnt. Markiert die Höhe mit dem ausgestreckten Arm.*
3. *Springt gerade nach oben und versucht mit dem gestreckten Arm am höchsten Punkt des Sprunges einen Strich zu machen*

Messt die Abstände zwischen den Markierungen, um wie in der Skizze $\boldsymbol{h}$ *und* $\boldsymbol{s}$ *zu bestimmen.*

Mit Hilfe der physikalischen Energie kann man abschätzen, wie stark man aus der Hocke beschleunigen muss, um eine gewisse Sprunghöhe zu erreichen. Wenn man zur Vereinfachung annimmt, dass die Beschleunigung aus der Hocke gleichmäßig ist, kann man für die nötige Absprungkraft diese Formel finden ($g \approx 9{,}81\ \mathrm{m/s^2}$).:

$$F = m \cdot \frac{h+s}{s} g$$

Messung der Absprung-Kraft mit dem Smartphone



Verstaut euer Smartphone im Smartphone-Gürtel und startet eine App, die die lineare Beschleunigung (linear acceleration) als Kurve ausgibt.

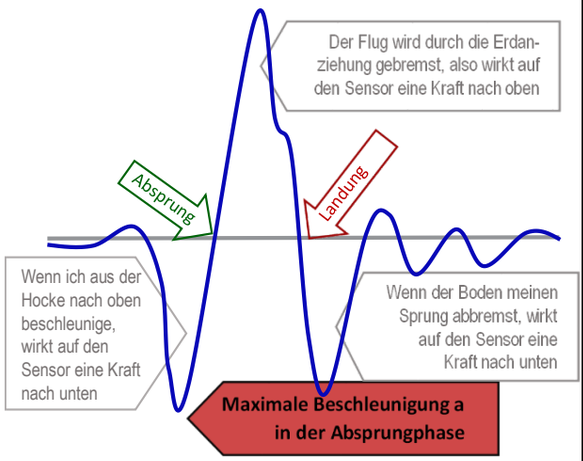
Macht euch mit dem Sensor vertraut, indem ihr das Smartphone wie in der Abbildung vor euch haltet und es vor-zurück, links-rechts und hinauf-hinab bewegt und beobachtet welche Kurve wann ausschlägt.

1. *Wenn ihr das Smartphone (wie in der Abbildung) zuerst ruhig haltet und dann gerade nach oben bewegt, sollte der erste Ausschlag der Kurve nach unten gehen – sonst bitte umdrehen (damit die Messung mit der Kurve unten zusammenpasst)*
2. *Befestigt den Smartphone-Gürtel mit der gleichen Seite nach oben um eure Hüfte oder Taille. Das Smartphone sollte vorne in der Mitte (ungefährer Körperschwerpunkt) sein und nicht verrutschen.*
3. *Startet die Aufnahme. Geht etwas in die Hocke. Verharrt kurz in der Hocke. Springt gerade nach oben. Beendet die Aufnahme.*

Analysiert die aufgenommene Beschleunigungskurve, die eine ähnliche Form wie die Kurve rechts haben sollte:

- Versucht mit Hilfe der Beispielkurve herauszufinden, wie eure gemessene Kurve zu den Phasen eures Sprungs passt. Warum könnte Eure Kurve etwas anders aussehen?
- Findet in eurer Kurve den Maximalwert der Beschleunigung in der Absprungphase und nützt ihn um die maximale Kraft beim Absprung zu berechnen mit $F = m \cdot a$

  (Wenn ihr das Smartphone in gleicher Richtung im Gürtel habt, ist dieser Wert negativ, für die Berechnung des Kraftbetrags ist das Vorzeichen egal).



20161101 Plus Lucis.indd 65 01.11.2016 16:58:08

Energiesparen mit System

Ein Projekt der Wahlpflichtfachgruppe „Robotik“ (8. Schulstufe)

Georg Reich

1. Motivation

Das vorliegende Projekt wurde im Rahmen des IMST Themenprogramms „Kompetenzen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht“ durchgeführt und verbindet Lehr- und Lerninhalte der Fächer Physik und Informatik. Ich halte es für äußerst wichtig, Schülerinnen und Schüler im Informatikunterricht nicht ausschließlich zu Profi-Usern auszubilden, sondern auch den Blick hinter die Kulissen zu wagen und einen Einblick in die Welt der Technik zu bieten, die uns heute immer und überall begleitet, uns umgibt, mit uns interagiert. Die Menschheit arbeitet schon seit Jahrtausenden an Maschinen, die uns verschiedene Abläufe entweder ermöglichen oder erleichtern. Obwohl immer mehr Firmen eine Art Bevormundung der Kunden anstreben und sich einzig und allein auf Benutzerfreundlichkeit und einen möglichst hohen Marktanteil konzentrieren, gibt es eine Community die diese Vorgehensweise ablehnt und die Mündigkeit der Menschen bewahren will. Grundvoraussetzung dafür ist Bildung. Wenn man Dinge oder Zusammenhänge verstehen und erklären kann, dann ist man in der Lage eigenverantwortliche Entscheidungen zu treffen. Ist das nicht der Fall, so ist man gezwungen sich auf Informationen Dritter zu verlassen. Mir ist es ein Anliegen, dass meine Schülerinnen und Schüler eigenständige, mündige Menschen werden, die durch ihr Tun in Zukunft einen wertvollen Beitrag zur Weiterentwicklung unserer Gesellschaft leisten.

2. Kompetenzorientierung

Folgende fachliche Kompetenzen sollen entwickelt und gefördert werden:

- Die Schülerinnen und Schüler können die grundlegende Funktionsweise eines Mikrocontrollers anhand einer schematischen Darstellung erklären.
- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage eigenständig eine elektronische Schaltung aufzubauen.
- Die Schülerinnen und Schüler können Sensoren (z.B. Lichtsensor, Temperatursensor, Taster) an einen Mikrocontroller richtig anschließen und die Werte auslesen.
- Die Schülerinnen und Schüler können Verbraucher z.B. (LED, Motor) an einen Mikrocontroller anschließen und ansteuern.
- Die Schülerinnen und Schüler können mit grafischer Programmiersoftware (z.B. Scratch) Programmstrukturen erstellen, die verschiedene Vorgänge automatisieren (z.B. wenn es dunkel wird – schalte Licht ein)
- Die Schülerinnen und Schüler können grafisch programmierte Programmstrukturen in textbasierte Programmiersprachen übertragen.

Das Kompetenzmodell der Naturwissenschaften für die 8. Schulstufe beinhaltet die Handlungsdimension „Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln“. Diese enthält folgende Formulierung:
„Ich kann einzeln oder im Team Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft erkennen, um verantwortungsbewusst zu handeln.“ [1]
Diese Kompetenz trifft die Grundidee des Projekts sehr genau. Im Lehrplan der Neuen Mittelschule findet man beim Gegenstand Informatik folgenden Absatz:
„Die Schülerinnen und Schüler sollen Sicherheit in der Bedienung von Computern samt Peripheriegeräten, Geläufigkeit bei der Verwendung üblicher Anwendersoftware und grundlegende Kompetenzen im Umgang mit neuen Technologien insgesamt gewinnen und interessensorientierte Arbeiten mit neuen Technologien sowohl individuell als auch im Team durchführen können.“ [2]
Zwei Aussagen aus diesem Text möchte ich hervorheben:

- Neue Technologien
- Arbeiten im Team

20161101 Plus Lucis.indd 66 01.11.2016 16:58:08

Wenn dazu zusätzlich noch logische Denkprozesse gefördert werden, wie sie z.B. für die Mathematik wichtig sind, dann entsteht ein positiver Lerneffekt.

Die Süddeutsche Zeitung veröffentlichte im Juli 2014 den Artikel „Warum man coden lernen sollte“. Der freie Journalist Johannes Boie meinte dazu:

„Es gibt in den Industrienationen keinen Teil des Lebens mehr, der nicht mehr oder weniger mit Computern in Verbindung steht. Daher wollen auch immer mehr Menschen lernen zu programmieren.“ [3]

Auf der Homepage www.de.dice.com ist unter der Rubrik Tech News der Artikel „Warum jeder programmieren lernen sollte & verfügbare Lernressourcen“ zu finden. Darin steht unter anderem:

„Jeder von uns verwendet im Alltag Software. Es ist daher nur schwer nachvollziehbar, warum im digitalen Zeitalter neben dem herkömmlichen ‚ABC‘ und ‚Einmaleins‘ nicht ‘ActionScript, BitC and C++’ als eine dritte Dimension der Bildung hinzufügt wird.“ [4]

Des Weiteren werden dort Gründe aufgeführt, warum man programmieren lernen sollte [4]:

- Wir sind von Code umgeben
- Bessere Karrierechancen
- Wettbewerbsvorteil verschaffen
- Mit den Technikern sprechen können
- Problemlösungskompetenz erwerben
- Es macht Spaß!

3. Ablauf des Projektes

Das Projekt wurde an zwei Projekttagen durchgeführt, an denen einerseits die notwendigen Grundlagen erarbeitet, andererseits auch konkrete Aufgaben anwendungsorientiert umgesetzt wurden.

3.1. Projekttag 1

Die Schülerinnen und Schüler mussten folgende Aufgabenstellung lösen:

Eine LED soll mittels bestimmter Tasten auf der Computertastatur ein – und wieder ausgeschaltet werden.

Die Bedienung der Programmiersoftware Scratch war bekannt. Als erstes wurde die entsprechende Schaltung aufgebaut. Anschließend wurde ein entsprechendes Programm erstellt, das auf den Druck einer Taste auf der Computertastatur reagiert. Abbildung 1 zeigt das Programm, das mit der grafischen Programmieroberfläche erstellt wurde.

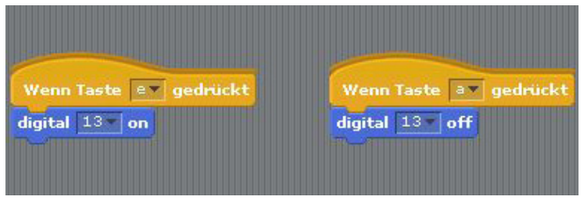


Abbildung 1: Durch drücken der Taste „e“ wird eine LED eingeschaltet und mit der Taste „a“ diese wieder ausgeschaltet. Angeschlossen muss sie beim Ausgang 13 des Arduino-Boards sein.

Abbildung 2 zeigt die Funktion des Programms und damit auch die erfolgreiche Lösung der Aufgabe.

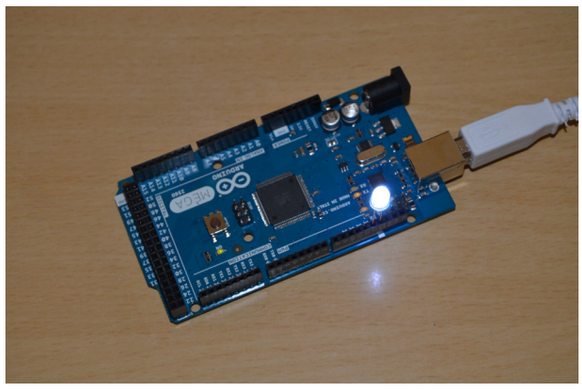


Abbildung 2: Die LED leuchtet durch Drücken der „e“.

3.2. Projekttag 2

Dieser Tag ging einen Schritt weiter. Anstelle der grafischen Programmieroberfläche wurde eine textbasierte Programmieroberfläche gewählt: die Arduino-Software.

Der entscheidende Vorteil ist dabei, dass die verschiedenen Programme vom Mikrocontroller autonom ausgeführt werden können. Bei Scratch ist immer eine USB-Verbindung vom PC zum Mikrocontroller notwendig.

Abbildung 3 zeigt ein Programm, das mit ein und dem selben Taster eine LED ein- und wieder ausschalten kann. Man sieht deutlich den Unterschied zur grafischen Programmierung und illustriert auch die Herausforderung vor der die Schüler und Schülerinnen bei textbasierter Programmierung stehen. Weitere Aufgabenstellungen an diesem Tag zeigt die folgende Liste. Sie wurde von den Schülerinnen und Schülern je nach Lernfortschritt teilweise oder vollständig erfüllt.

- Bringe eine LED zum Blinken – bzw. erstelle in

20161101 Plus Lucis.indd 67 01.11.2016 16:58:10



Abbildung 3: Textbasierte Programmierung



Abbildung 4: Intensive Arbeit bei der Umsetzung der Aufgabe.



Abbildung 5: Kooperatives Lernen in der Gruppe

20161101 Plus Lucis.indd 68 01.11.2016 16:58:13

weiterer Folge ein Programm, das den Morsecode für SOS in Form von Lichtsignalen wiedergibt.

- Programmiere ein Lauflicht mit zumindest 10 Leuchtdioden.
- Baue eine Ampelschaltung und programmiere sie entsprechend.
- Plane eine eigene Schaltung. Wichtig dabei ist der richtige Aufbau.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiteten weitgehend selbstständig an den verschiedenen Aufgaben. Alle Infos, die zum Programmieren nötig waren standen in Form von Info-Sheets zur Verfügung.

4. Schlussbemerkung

Die Abbildungen 4 und 5 zeigen Impressionen aus der Projektarbeit. Sie zeigen auch, wie intensiv an der Lösung der Probleme gearbeitet wurde und wie sich die Schülerinnen und Schüler gegenseitig bei der Lösung der Aufgaben unterstützen.

Sie mussten nicht erst durch verschiedene Tricks motiviert werden, die verschiedenen Aufgabenstellungen zu bearbeiten. Für sie ist oft wichtig, dass unmittelbar im Hier und Jetzt etwas passiert. Experimente oder ähnliches, die nur etwas darstellen, das „in Wirklichkeit" so ähnlich abläuft, werden von ihnen oft als nicht so interessant empfunden.

Sie entwickeln auch ihre eigene Ausdrucksweise zur Beschreibung physikalisch-technischer Phänomene. Wenn man als Lehrperson erkennen kann, dass sie die Zusammenhänge verstanden haben, reicht der respektvolle Hinweis auf die korrekte Ausdrucksweise.

Im Nachhinein betrachtet, konnte das Projekt erfolgreich umgesetzt werden. Die Ziele wurden von den Schülerinnen und Schülern zum größten Teil erreicht. Ihre Rückmeldungen, wie „… ich durfte selbstständig arbeiten …" oder „… ich habe viel Neues gesehen…" ermutigen zur Beibehaltung dieser Strategie im weiteren Unterricht.

Georg Reich, BEd *NMS Stallhofen*

Literatur

[1] Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe (2011). https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf (Stand: 26.8.2016)

[2] Lehrpläne - Neue Mittelschule: Sechster Teil – Lehrpläne der einzelnen Unterrichtsgegenstände – D. Unverbindliche Übungen (2015). https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40172654/NOR40172654.html (Stand 26.8.2016)

[3] http://www.sueddeutsche.de/digital/programmieren-warum-man-coden-lernen-sollte-1.2063091 (Stand 26.8.2016)

[4] http://de.dice.com/nachrichten/warum-jeder-programmieren-lernen-sollte-verfuegbare-lernressourcen/ (Stand 26.8.2016)

Empfohlene zusätzliche Literatur und Informationsquellen

Schernich, E. (2014). Arduino für kids. mitp.

Weigend, M. (2014). Raspberry Pi für kids. mitp

Schäffer, F. (2015). Elektronik für kids. mitp

http://virtuelleschule.bmukk.gv.at/fileadmin/pskills/pSkills-Scratch.pdf (Stand: 24.05.2016)

20161101 Plus Lucis.indd 69 01.11.2016 16:58:13

The answer is blowing in the wind

Ein technikorientiertes Wettbewerbsbeispiel für die EUSO 2015

Gerhard Rath, Thomas Schubatzky

„Welcome to the European Science Olympiad 2015!“ hieß es am 26. April, als die Teams und Betreuende aus 25 europäischen Ländern im Konzerthaus in Klagenfurt begrüßt wurden (Abb. 1). Die EUSO ist ein naturwissenschaftlicher Wettkampf, bei dem Jugendliche in den Disziplinen Biologie, Chemie und Physik um Medaillen für ihr Land kämpfen. Der Unterschied zu anderen Olympiaden besteht dabei darin, dass die drei Disziplinen nicht einzeln bewertet werden, sondern Aufgaben immer im Team zu lösen sind. Daher besteht ein Team auch immer aus 3 Jugendlichen (zwischen 14 und 16 Jahre alt) sowie einer Lehrkraft als Betreuung. Dem wissenschaftlichen Komitee für die Olympiade in Klagenfurt unter dem Vorsitz von Konrad Krainer und dem Organisator Peter Holub lag besonders am Herzen, die Aufgaben möglichst fächerübergreifend zu gestalten, auch um eine für die EUSO richtungsweisende Trendwende einzuleiten, indem die Teilnehmerinnen und Teilnehmer stärker im Team zusammenarbeiten müssen, um die „Challenges“ zu bewältigen.

1. Aufgaben

Regionale Aufgabenstellungen stellen ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal der EUSO dar, so war es auch Aufgabe des Österreichischen Science-Teams, anspruchsvolle Aufgaben zu entwickeln, welche einen regionalen Bezug aufweisen. Dabei erwiesen sich vor allem zwei Kontexte als sehr fruchtbar, nicht zuletzt aufgrund ihrer Vielseitigkeit. Für die Physik arbeiteten die in der Aufgabe genannten Autoren im Rahmen des Regionalen Fachdidaktikzentrums Physik Steiermark über zwei Jahre unter strikter Geheimhaltung an den beiden Aufgaben, welche für je einen Halbtag sinnvolle Arbeitsanweisungen bieten sollten. Sie mussten auch ständig mit den anderen Fächern abgestimmt sowie Experimentiermaterial in 25-facher Ausfertigung bereitgestellt und getestet werden – eine Challenge also nicht nur für die Jugendlichen. Die gesamten Aufgabenstellungen finden sich auf [2].



Abb. 1: Alle ca. 300 Teilnehmerinnen und Teilnehmer an der EUSO 2015 vor dem Konzerthaus in Klagenfurt [1].

1.1 „The Answer is Blowing in the Wind“

Diese Challenge befasste sich mit der Energieversorgung von Klein-Virtulien, einer fiktiven Region am Südrand der Alpen, welche ihre Abhängigkeit von Energieimporten senken möchte. Der Bau eines neuen Kraftwerks soll dieses Problem adressieren, wobei insbesondere die Speicherung der gewonnenen Energie im Fokus stand. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer hatten letztlich die Aufgabe, eine Empfehlung abzugeben, ob ein klassisches Pumpspeicherkraftwerk oder eine modernere Power-to-gas Anlage den Anforderungen besser entspricht. Den Physikerinnen und Physikern fiel dabei der Auftrag zu, den Wirkungsgrad einer kombinierten Windkraft- und Elektrolyseanlage zu bestimmen und diese Werte schließlich mit denen eines klassischen Pumpkraftwerks zu vergleichen. Ein Teil dieser Aufgabe wird im Folgenden in der deutschsprachigen (Vor-) Version gezeigt. Im biologischen Teil ging es vor allem um eine seltene Krebs-Art, welche durch das Anlegen eines Stausees gefährdet sein könnte. Im chemischen Teil um die Abschätzung einer Gefährdung durch Chrom, das dort aufgrund einer alten Deponie im Boden befindlich und durch einen Stausee gelöst werden könnte.

20161101 Plus Lucis.indd 70 01.11.2016 16:58:13

1.2 C I A (Challenging Investigations in Art forgery)

Im Zuge dieser Challenge sollten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer einem Kunstfälscher auf die Spur kommen, welcher ein Gemälde eines berühmten österreichischen Aktionskünstlers gefälscht hatte. Die Polizei konnte die Suche dabei auf drei Kunstwerkstätten einengen, die unterschiedliche Charakteristika aufwiesen, eine Werkstätte befand sich am See, eine im Wald und eine weitere am Meer. Jede der drei Disziplinen (Biologie, Chemie und Physik) musste einen Teil dazu beitragen, die richtige Werkstatt zu identifizieren. Den Physikerinnen und Physikern fiel dabei die Aufgabe zu, sichergestelltes Gewebe sowie eine Flüssigkeit einer der drei Werkstätten zuzuordnen. Die drei Gewebesorten unterschieden sich durch unterschiedliche Gitterkonstanten, welche mit einem Laser zu bestimmen waren. Die Flüssigkeit, welche am Tatort sichergestellt werden konnte, wies optische Aktivität auf, weshalb es für die Jugendlichen galt, drei aus den Werkstätten sichergestellte Flüssigkeiten mittels Polarisationsfiltern zu untersuchen. Mit den Erkenntnissen der anderen beiden Disziplinen konnten somit die Kunstfälscher überführt werden.

2. Ablauf

Während sich die Schülerinnen und Schüler nach der Ankunft in Klagenfurt erst einmal mit der Stadt vertraut machen konnten, fand, nachdem die Betreuerinnen und Betreuer die Labors (in der HTL Mössingerstraße) besichtigt hatten, die in den Statuten der EUSO festgelegte Diskussion der (englischsprachigen) Aufgabenstellungen statt, welche am ehesten einer Defensio glich. In minutiöser Kleinarbeit wurden die einzelnen Passagen der Aufgaben analysiert und gegebenenfalls noch abgeändert. Insgesamt wurde jedoch hervorgehoben, dass die Themen sowie die Idee der fächerübergreifenden Aufgaben, welche die Betreuenden hier das erste Mal zu Gesicht bekommen hatten, überaus gut gelungen waren. Insgesamt dauerte es geschlagene 11 Stunden, bis die finale englische Version feststand. Bis die Betreuenden der einzelnen Teams die Challenge schließlich noch in ihre Landessprache übersetzt hatten und die Drucker anlaufen konnten, vergingen insgesamt 15 Stunden, inklusive der Großteil der Nacht.

Für die Wettbewerbstage galt es nun, über 30 Windmaschinen und Elektrolyse-Brennstoffzellen-Paare aufzubauen und sicherzustellen, dass alle Arbeitsplätze die gleichen Bedingungen lieferten, was sich als gar nicht so leicht herausstellte (Abb. 2). Außerdem galt es, organisatorische Schwierigkeiten zu überwinden, schließlich sollten sich Team A und B aus den einzelnen Ländern während der Challenges nicht treffen. Insgesamt verliefen die Wettbewerbstage sehr konzentriert und reibungslos, obwohl die Korrektur der Aufgaben Einiges von den wissenschaftlichen Teams abverlangte, schließlich galt es an jedem der beiden Wettbewerbstage rund 1500 Seiten zu korrigieren! Auch die Korrekturen wurden zuletzt noch den jeweiligen Betreuenden erklärt bzw. mit ihnen diskutiert.

Der letzte Tag der Veranstaltung bestand schließlich aus der Preisverleihung, bei der im Stadion Klagenfurt die Medaillen den erfolgreichen Teilnehmerinnen und Teilnehmern überreicht wurden. Erfreulicherweise hatten die beiden heimischen Teams sehr gut abgeschnitten, so konnte die österreichische Delegation zum ersten Mal eine Gold-Medaille erreichen und zählte somit zu den besten Teams dieser Olympiade.



Abb. 2: Die „Physiker" arbeiten am Gang wegen der Windmaschinen… [1]

Mag. Dr. Gerhard Rath *Fachdidaktikzentrum Physik, Karl-Franzens Universität Graz*

Mag. Thomas Schubatzky *Fachdidaktik Physik, Karl-Franzens Universität Graz*

Literatur

[1] Foto von Vitautas Draginis, http://www.euso.at/euso/index.php?r=image/gallery [25.8.2016]

[2] Aufgabenstellungen der EUSO 20115 im Original: http://www.euso.at/euso/index.php?r=site/page&view=challenges [25.8.2016]

20161101 Plus Lucis.indd 71 01.11.2016 16:58:14

Anhang

1. Messungen an einer Modell-Windanlage

Georg Begusch, Leopold Mathelitsch, Gerhard Rath, Erich Reichel, Eduard Schittelkopf

Zuerst sollen Sie einige physikalische Eigenschaften von Windenergieanlagen im Modell untersuchen.

1.1 Messung der Windgeschwindigkeit

Es wird der Bereich der Windgeschwindigkeit des Föhns in konstantem Abstand für jede der 5 Stufen ermittelt.

Materialien:

- *Hairfan mit Stativ (Abb.1)*
- *Windmaster mit Stativ*
- *Maßstab*



ABB. 1: HAIRFAN

Durchführung

Stellen Sie Hairfan und Windmaster in einem konstanten Abstand von 0,4 m auf. Hairfan und Windmaster sollen möglichst genau in einer Höhe sein, der Föhn ist genau auf die Drehschalen des Windmessers auszurichten (Abb. 2).

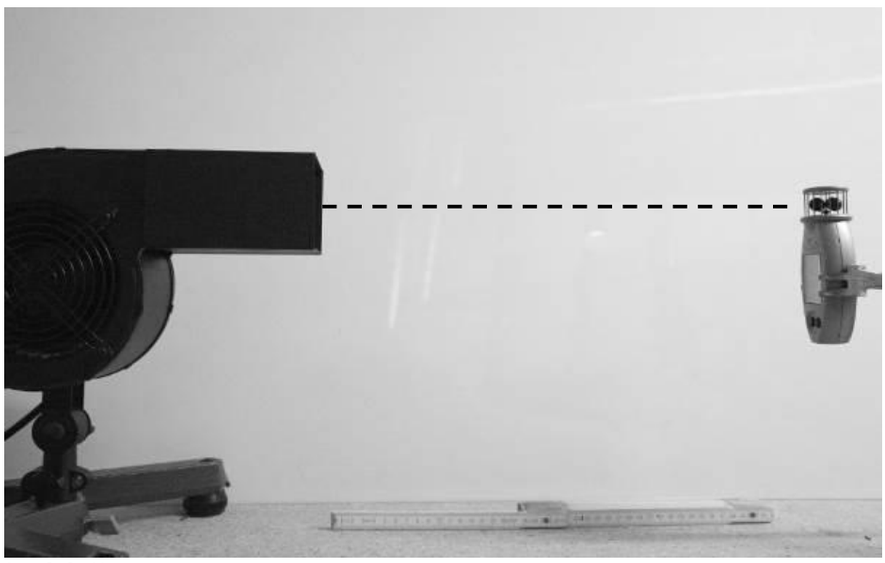


ABB. 2: SETUP

20161101 Plus Lucis.indd 72 01.11.2016 16:58:14

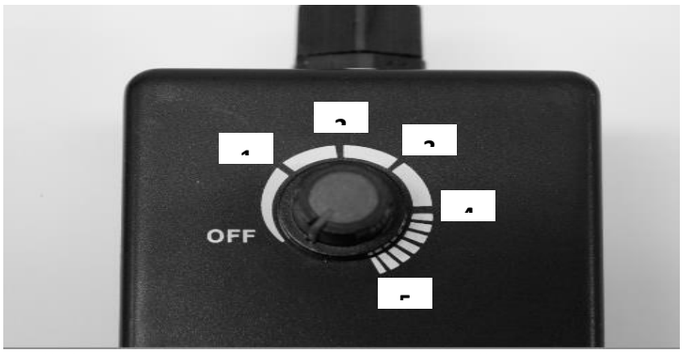


Abb. 3: Drehschalter zur Regelung der unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten

Der Hairfan wird mit dem Drehschalter (Abb. 3) bedient. Achtung: Die einzelnen Stufen sind am Gerät nicht beschriftet.

Schalten Sie den zuerst den Hairfan auf Stufe 1 und lassen ihn ca. 15 Sekunden laufen. Schalten sie dann den Windmaster ein. Lassen Sie die Messung eine Minute lang laufen. Beobachten Sie die Anzeige am Windmaster und notieren Sie nach einer Minute den durchschnittlichen und den maximalen Wert der Windgeschwindigkeit in Tabelle1 (Abb. 4). Schalten Sie den Windmaster aus.



Abb.4: Windmaster. Die Anzeige von oben nach unten: Aktueller Wert, Maximum (MX), Durchschnittswert (AV), alle in m/s.

Schalten Sie den Föhn eine Stufe höher und nach ca. 15 Sekunden den Windmaster wieder ein. Messen Sie nun Stufe 2 des Hairfans. Schalten Sie nach der Messung den Windmaster aus.

Verfahren Sie genauso für die weiteren 3 Stufen des Hairfans. Notieren Sie jeweils die Werte für Maximum (MX) und Durchschnitt (AV) in Tabelle 1.

Tabelle 1: Messung der Windgeschwindigkeit

Hairfan Stufe	Durchschnittsgeschwindigkeit (AV)	Maximalgeschwindigkeit (MX)
1		
2		
3		
4		
5		

20161101 Plus Lucis.indd 73 01.11.2016 16:58:14

Diagramm Föhnstufe - Windgeschwindigkeit

Erstellen Sie aus den Messwerten ein Diagramm – Föhn-Stufe / Windgeschwindigkeit. Skalieren Sie die y-Achse (Windgeschwindigkeiten) passend. Tragen Sie zuerst die Durchschnittsgeschwindigkeiten als Punkte ein, dann darüber die Maximalgeschwindigkeiten als obere Grenzwerte. Nehmen Sie an, dass die Schwankungsbreite des Luftstroms auch nach unten (Minimale Windgeschwindigkeit) gleich groß ist. Konstruieren Sie für jede Föhnstufe einen Messbalken).

Zeichnen Sie das Diagramm auf mm-Papier.

1.2 Messung der Leerlaufspannung an verschiedenen Rotorblättern

Eine Kennzahl für die Leistung von Windrädern ist ihre Leerlaufspannung. Das ist jene Spannung, die ohne Belastung vom Windgenerator erzeugt werden kann. Ermitteln Sie diese Spannung für verschiedene Windräder und finden Sie heraus, welches für die gegebene Anordnung den höchsten Wert liefert.

Material:

- *Luftschraube -16 cm Durchmesser*
- *Luftschraube -18 cm Durchmesser*
- *Luftschraube -20 cm Durchmesser*
  (siehe Abb. 5)
- *Zwei Luftschrauben -16 cm Durchmesser*
- *Luftschraube (verkehrt) -16 cm Durchmesser*
  (siehe Abb. 6)
- *Multimeter mit Messkabel (Krokodilklemmen)*
- *Hairfan*
- *Generator*
- *Stativ für den Generator*





Abb.5: Luftschrauben 16 cm, 18 cm, 20 cm (Schrift hinten, Generatorseitig)

Abb. 6: Zwei Luftschrauben 16 cm gekreuzt Schrift hinten, Generatorseitig), Luftschraube 16 cm verkehrt (Schrift vorne)

Durchführung

Der Abstand zwischen Hairfan und Luftschraube beträgt konstant 0,4 Meter, der Luftstrom soll möglichst zentral auf die Luftschraube ausgerichtet sein (siehe Abb. 7)

20161101 Plus Lucis.indd 74 01.11.2016 16:58:14



ABB. 7: HAIRFAN (LINKS) UND LUFTSCHRAUBE (RECHTS)

Die Luftschraube wird mit dem weißen Kunststoffstück auf den Generator gesteckt (Abb. 8). Das Multimeter wird mit Krokodilklemmen am Generator angeschlossen.



ABB. 8: LUFTSCHRAUBE AUF GENERATOR

Für jede Luftschraube soll die Leerlaufspannung U0 gemessen werden, und zwar für alle 5 Stufen des Föhns. Beginnen Sie jeweils von unten (Stufe 1) und lassen Sie den Föhn mindestens 15 Sekunden auf einer Stufe. Die Spannung schwankt ein wenig – entscheiden Sie sich jeweils für mittlere Werte und tragen Sie diese in die Tabelle2 ein!

Tabelle 2: Leerlaufspannung verschiedener Luftschrauben

	Luftschraube - 16 cm	Luftschraube - 18 cm	Luftschraube - 20 cm	Zwei Luftschrauben - 16 cm	Luftschraube (verkehrt) - 16 cm
Stufe	Leerlaufspannung (U_0)	Leerlaufspannung (U_0)	Leerlaufspannung (U_0)	Leerlaufspannung (U_0)	Leerlaufspannung (U_0)
1	V	V	V	V	V
2	V	V	V	V	V
3	V	V	V	V	V
4	V	V	V	V	V
5	V	V	V	V	V

20161101 Plus Lucis.indd 75 01.11.2016 16:58:14

1.3 Leistung verschiedener Luftschrauben

Die Spannung allein ist nicht ausschlaggebend. Entscheidend für eine Windenergieanlage ist die Leistung, welche der Generator unter Belastung abgeben kann. Dazu werden Spannung und Stromstärke an verschiedenen Widerständen gemessen.

Material

- *Hairfan*
- *Generator mit unterschiedlichen Luftschrauben 16, 18, 20, 16/16, 16 (Schrift hinten)*
- *Zwei Anschlusskabel (schwarz und rot) – vom Generator*
- *Messbox mit Verbindungkabeln (4 Stück)*
- *Taschenrechner*

Durchführung: Der Abstand zwischen Hairfan und Luftschraube beträgt 0,4 m. Generator und Messbox werden mit den Kabeln verbunden. Sowohl für Ampere als auch für Volt werden die Kabel direkt (parallel) an den Anschlusskabeln vom Generator angebracht. (Abb. 9)

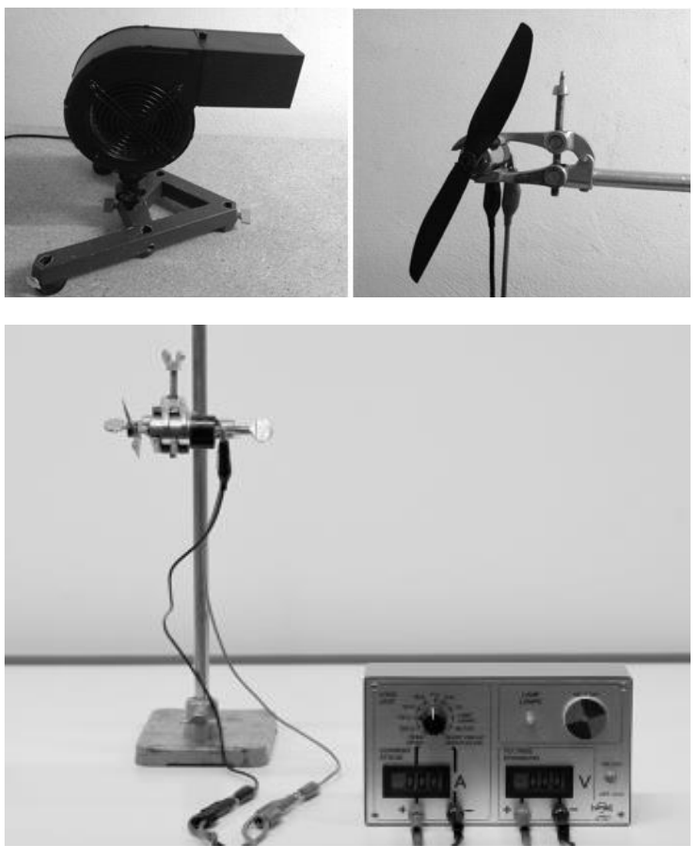


Abb. 9 Hairfan, Luftschraube (oben), Anschluss der Messbox an die Luftschraube (unten)

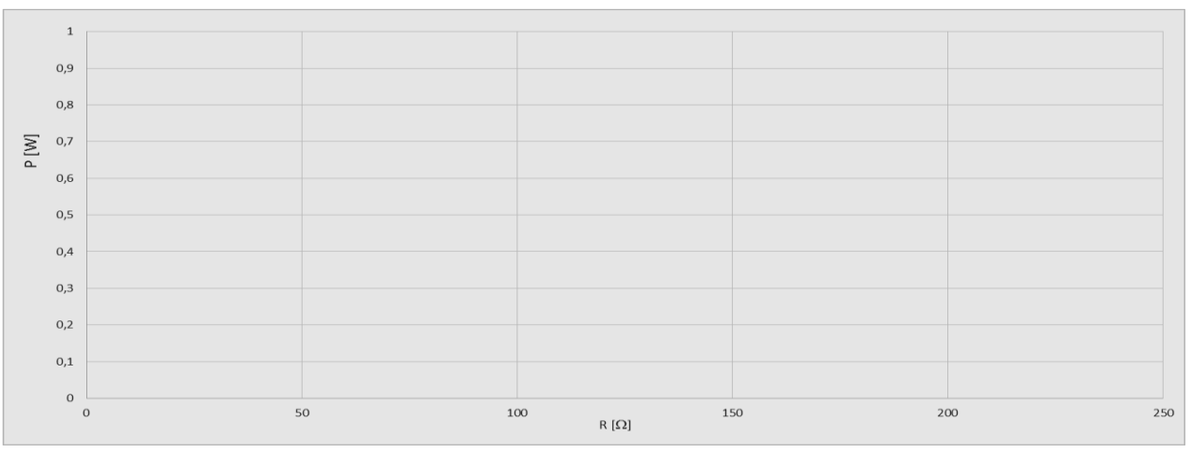
Der Hairfan wird auf Stufe 5 eingestellt.

Für jede Luftschraube wird der Widerstand (Messbox: Load Last) von 1 Ω bis 200 Ω hochgeregelt. Jedes Mal werden die Messwerte für Spannung und Stromstärke in die Tabelle 3 eingetragen. Achtung: Die Werte schwanken ein wenig, nehmen sie möglichst mittlere Werte. Anschließend werden die Werte für die Leistung berechnet und in das entsprechende Diagramm eingetragen.

20161101 Plus Lucis.indd 76 01.11.2016 16:58:14

Tabelle 3: Leistung verschiedener Luftschrauben (hier beispielhaft für eine)

Widerstand	Stromstärke	Spannung	Leistung (berechnet)
1 Ω			
3 Ω			
5 Ω			
10 Ω			
50 Ω			
100 Ω			
200 Ω			



20161101 Plus Lucis.indd 77 01.11.2016 16:58:15

2. Messungen an einer Modell PowerToGas Anlage

Als zweite Möglichkeit der Speicherung der anfallenden Wind-Energie kommt eine PowerToGas Anlage in Frage. In dieser wird zuerst Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten (Elektrolyse). Es wird also elektrische in chemische Energie umgewandelt. Mit einer Brennstoffzelle kann dann die chemische Energie bei Bedarf wieder in elektrische Energie umgewandelt werden.

2.1 Elektrolyse

Sie sollen nun Wasser-Elektrolyse mit einer Modell-Anlage untersuchen. Wie viel elektrische Energie ist notwendig, um eine bestimmte Menge Wasserstoffgas zu erzeugen? Welchen Wirkungsgrad erreicht die Modell-Anlage?

Material

- *Hair fan*
- *Generator*
- *Luftschraube*
- *Messbox (für Spannung und Stromstärke am Elektrolyseur) – Einstellung (elektrische Last) auf Short Circuit (Kurzschluss)*
- *Elektrolyseur mit Aqua$_{dest.}$ Füllen*
- *Kabel*
- *Stoppuhr*

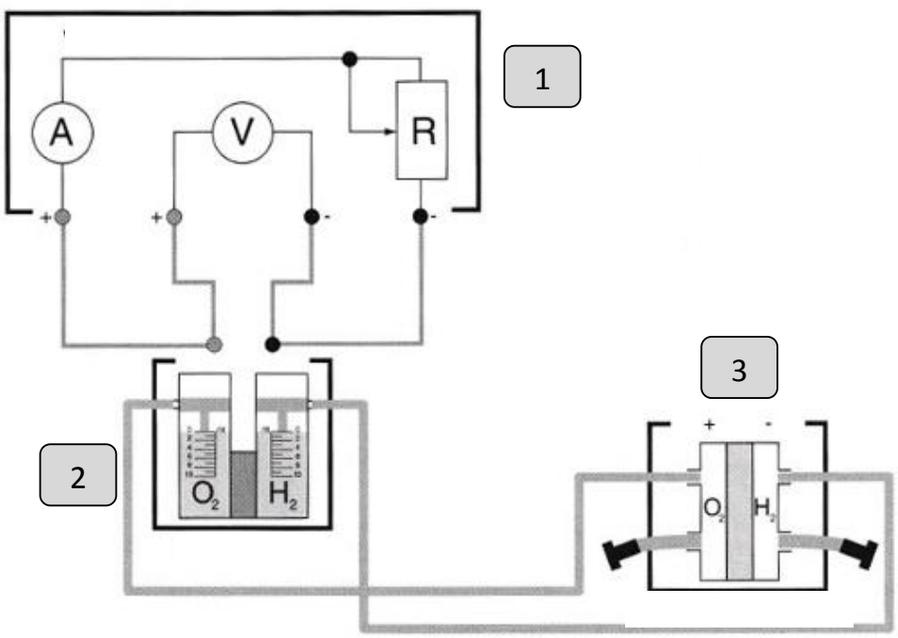


Abb. 10: Schaltplan. V, A und R sind Teile der Messbox (1). (2): Elektrolyseur; (3): Brennstoffzelle. Nicht eingezeichnet sind die Kabel zum Generator. Diese werden mit den Polen des Elektrolyseurs verbunden.

Durchführung

Bauen Sie die Anlage entsprechend Abb. 10 zusammen. Die Brennstoffzelle ist bereits mit dem Elektrolyseur verbunden, wird jedoch erst in Versuch 2.2 benötigt.

Hinweis: Bauen Sie zuerst den Stromkreis Generator – Elektrolyseur – Amperemessung der Messbox (Drehschalter auf Kurzschluss!). Schließen Sie danach die Voltmessung an der Messbox am Elektrolyseur an. Achten Sie auf die richtige Polung (rotes Kabel des Generators muss mit Pluspol des Elektrolyseurs verbunden sein!).

20161101 Plus Lucis.indd 78 01.11.2016 16:58:15

Leistung am Elektrolyseur bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten

Der Hairfan wird zentriert zum Windrad 0,2 m davon entfernt aufgestellt. Messen Sie nun für die 5 Stufen des Hairfans jeweils Spannung und Stromstärke (je ca. eine Minute laufen lassen, mittlere Werte). Berechnen Sie auch jeweils die Leistung am Elektrolyseur. Tragen Sie die Werte in die Tabelle 4 ein!

Tabelle 4

Hair fan	Spannung (Elektrolyseur)		Stromstärke		Leistung	
Stufe 1		Volt		Ampere		Watt
Stufe 2		Volt		Ampere		Watt
Stufe 3		Volt		Ampere		Watt
Stufe 4		Volt		Ampere		Watt
Stufe 5		Volt		Ampere		Watt

Wie viel elektrische Energie wird für 10 ml Wasserstoff benötigt?

Mit der gleichen Anordnung wird die elektrische Energie bestimmt, die man benötigt, um 10 ml Wasserstoff-Gas zu erzeugen.

Durchführung:
Dazu beachten Sie nur die Säule mit dem Wasserstoffgas. Regeln Sie zuerst den Stand der Gassäule auf Null (durch Ablassen von Gas) Starten Sie dann die Gasproduktion mit Zeitmessung. Messen Sie die Spannung und Stromstärke (Mittelwerte) sowie die Zeit zur Erzeugung von 10 ml Wasserstoffgas.

Bestimmen Sie aus der elektrischen Leistung am Elektrolyseur und der Zeit die elektrische Energie, welche der Elektrolyseur für die 10 ml Wasserstoffgas benötigt.

Wirkungsgrad der Elektrolyse Anlage

Der Heizwert von 1 m³ Wasserstoff beträgt 10,7 MJ. Bestimmen Sie daraus unter Verwendung des vorherigen Ergebnisses den Wirkungsgrad der Modell Elektrolyse-Anlage!

2.2 Brennstoffzelle

Mit einer Brennstoffzelle wird aus chemischer Energie (Wasserstoff) wieder elektrische Energie erzeugt.

Material:

- *Elektrolyseur mit Schlauch und Absperrventil*
- *Brennstoffzelle*
- *Messbox*
- *Kabel*

Durchführung:
Aus dem vorigen Versuch sollten noch 10 ml Wasserstoffgas und mindestens 5 ml Sauerstoffgas im Elektrolyseur gespeichert sein. Wenn nicht, muss mit Hairfan – Windrad – Generator noch Gas produziert werden.

20161101 Plus Lucis.indd 79 01.11.2016 16:58:15

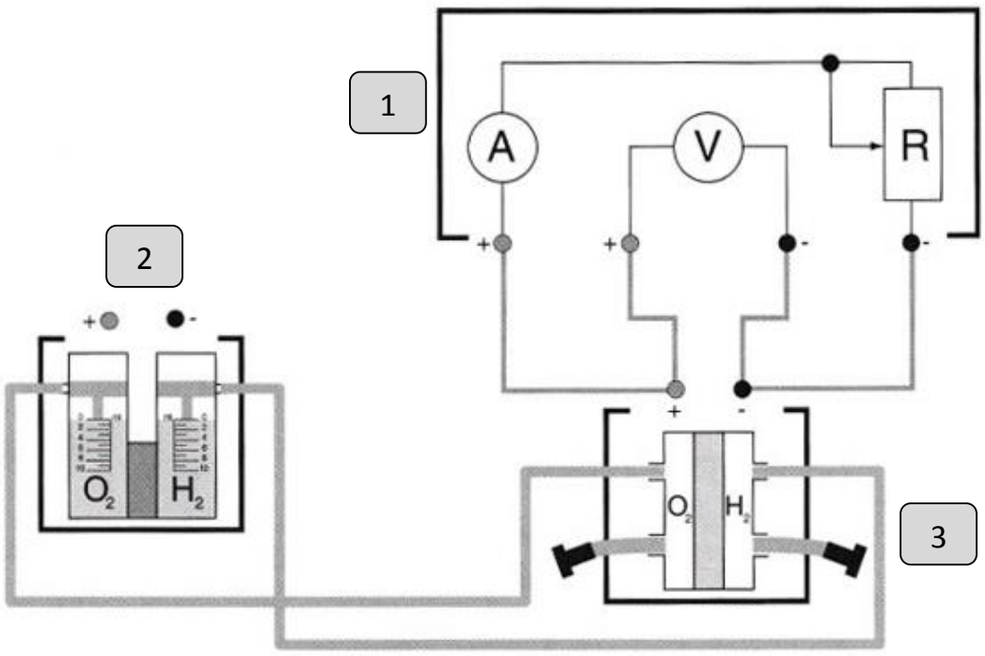


Abb. 11: Schaltplan. V, A und R sind Teile der Messbox (1). (2): Elektrolyseur; (3): Brennstoffzelle.

Nun wird die Messbox an der Brennstoffzelle angeschlossen.
Der Stromkreis der Brennstoffzelle wird über den 3-Ohm-Widerstand und das Amperemeter geschlossen (Abb. 11).
Hinweis: Bauen Sie wieder zuerst den Serienkreis Brennstoffzelle – Amperemessung (auf die Polung achten) und schließen danach die Voltmessung parallel an die Brennstoffzelle.

Abgegebene elektrische Energie der Brennstoffzelle

Unter gegebenen Bedingungen soll die Zeit ermittelt werden, wie lange es dauert, bis 10-ml-Wasserstoff wieder in elektrische Energie umgewandelt worden ist.

Aus Spannung, Stromstärke und Zeit soll die durchschnittliche elektrische Energie berechnet werden.

Wirkungsgrad der Brennstoffzelle

Aus dem Energiewert (Heizwert) von 10ml Wasserstoffgas und der gewonnenen elektrischen Energie können Sie nun den Wirkungsgrad der Brennstoffzelle bestimmen.

20161101 Plus Lucis.indd 80 01.11.2016 16:58:15

3. Vergleich der geplanten Anlagen

Nun soll anhand einer geplanten Windenergieanlage abgeschätzt werden, ob eine mögliche Pumpspeicheranlage überhaupt die anfallende Energie der Windräder speichern kann und welcher Wirkungsgrad erzielbar ist.

3.1 Leistung und Arbeitsvermögen der geplanten Windenergieanlage

Die Leistung, welche ein modernes Windrad aus dem Wind maximal entnehmen kann, berechnet sich mit folgender Formel:

$$P = c_{Betz} \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^3 \cdot A$$

P…. Leistung in Watt
c_{Betz}…..Leistungsbeiwert, für moderne Anlagen ca. 50%
ρ…. Dichte des Mediums (Luft: 1,39 kg/m³
v… Windgeschwindigkeit in m/s
A…. Vom Rotor überstrichene Fläche in m²

Die abgegebene Energie wird als Arbeitsvermögen bezeichnet. Dazu wird die Leistung mit der entsprechenden Zeit multipliziert.

In der Anlage sollen zehn Windräder mit einem Rotordurchmesser von je 70 Metern aufgestellt werden.

- Berechnen Sie die erzielbare Leistung dieser Anlage in Megawatt (MW) bei einer Windgeschwindigkeit von 40 km/h!
- Berechnen Sie, wie viel Energie (in MWh) bei diesen Bedingungen pro Tag produziert werden könnte!

3.2 Leistung und Energieaufnahme der geplanten Pumpspeicheranlage

Leistung der Pumpspeicheranlage

Für die geplante Anlage steht eine Fallhöhe von 250 Metern zur Verfügung. Der maximal mögliche Durchfluss kann 50 m³ je Sekunde betragen. Die Leistung der Anlage bestimmt man aus der potenziellen Energie des fallenden Wassers. (E = m.g.h)

Beim Speichern anfallender Energie wird das Wasser 250 Meter nach oben gepumpt, maximal 50 m³ je Sekunde. Dabei wird ein Wirkungsgrad von 60% erreicht, das heißt: 60% der ankommenden Energie kann in Form von hochgepumptem Wasser gespeichert werden.

Welche Leistung kann diese Anlage maximal aufnehmen?

Mögliche Energieaufnahme

Wie viele m³ Wasser werden bei voller Leistung der Windenergieanlage pro Tag nach oben befördert?

Gesamtwirkungsgrad

Wird das Wasser wieder über die Turbine gelassen, erreicht man einen Wirkungsgrad von 80% in der Erzeugung elektrischer Energie. Wie groß ist der Gesamtwirkungsgrad der Pumpspeicheranlage? Hinweise: Dieser ergibt sich aus den Wirkungsgraden von Hochpumpen und Ablassen.

20161101 Plus Lucis.indd 81 01.11.2016 16:58:15

3.3 Dimensionierung und Wirkungsgrad der geplanten PowerToGas-Anlage

Elektrolyse-Anlage

Mit der geplanten Elektrolyse-Anlage kann aus überschüssigem Strom mit einem Wirkungsgrad von 70% Wasserstoffgas erzeugt werden. Berechnen Sie das Volumen Wasserstoffgas je Stunde, das bei voller Leistung der Windenergieanlage durch die Elektrolyse-Anlage erzeugt werden kann.

Gesamter Wirkungsgrad der PowerToGas-Anlage

Eine moderne Brennstoffzelle erreicht einen Wirkungsgrad von 50%. Wie groß ist der gesamte Wirkungsgrad der Elektrolyse – Brennstoffzellen Anlage?

3.4 Vergleich der geplanten Anlagen

Zuletzt sollen von Ihnen als Experte die beiden Konzepte verglichen werden. Zu beachten sind natürliche bzw. wirtschaftliche Grenzen:

Das Fassungsvermögen des oberen Reservoirs der Pumpspeicheranlage beträgt maximal 80 Millionen m^3.

Für die Gasspeicher der Elektrolyse-Anlage ist eine maximale Kapazität von 2000 m^3 Wasserstoff je Stunde möglich.

Welchem Konzept ist aus Ihrer Sicht der Vorzug zu geben?

20161101 Plus Lucis.indd 82 01.11.2016 16:58:15

Austria-Forum – ein vertrauenswürdiges Informationsportal

Gerhard Rath

Internetquellen wie WikiPedia werden heutzutage exzessiv genutzt, gerade von Schülerinnen und Schülern. Diese haben aber oft den Nachteil, dass sie zeitlich nicht stabil sind, also Inhalte sich ändern können. Außerdem sind diese nur in seltenen Fällen autorisiert, weshalb sie etwa in Vorwissenschaftlichen Arbeiten nicht zitierbar sind.

Hier setzt das vom Informatik-Papst Hermann Maurer initiierte Austria-Forum an. Es bietet eine umfangreiche Wissenssammlung von aktuell etwa 750.000 Objekten, deren Inhalte aber zeitlich stabil und autorenbezogen, somit auch zitierbar sind (Abb. 1). [1]

Natürlich finden sich vielfältige Unterlagen, die für die Schule relevant sein können. Neben dem AEIOU Österreich Lexikon, den Biographien sowie den schon allein programmiertechnisch faszinierenden Web Books fällt sogleich der Hauptbereich Unterrichtsmaterialien auf, wo nach Fächern geordnete Materialien präsentiert werden (Abb. 2). Mit der Suchfunktion im gesamten Austria Forum findet man allerdings Bezüge aus allen Bereichen der Plattform.

In Abb. 2 ist sichtbar, dass auch an die Verfassenden sowie die Betreuenden von Vorwissenschaftlichen Arbeiten gedacht wird. Gerade für diese finden sich Informationen und Angebote, insbesondere für VWAs im Bereich Wirtschaft, Unternehmen und Innovationen. 2017 sollen erstmals die 5 besten VWAs auf diesem Gebiet gekürt werden, von Firmen gestiftete Preise sind angekündigt.

Sucht man nach Bezügen zur Technik, bietet das Austria Forum neben vielen Essays vor allem Biografien (österreichischer) Erfinderinnen und Erfinder. Einige hundert entsprechende Einträge zeigen das kreative technische Potenzial dieses Landes (Abb. 3).

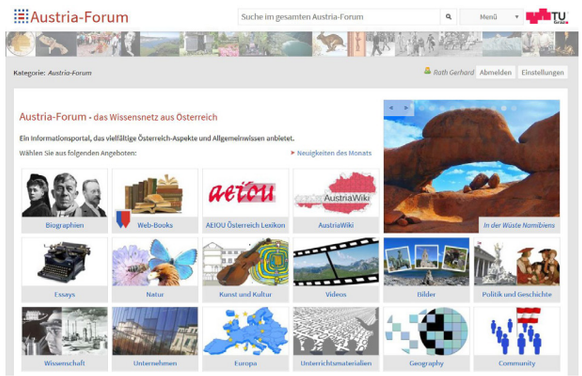


Abbildung 1: Austria Forum Startseite

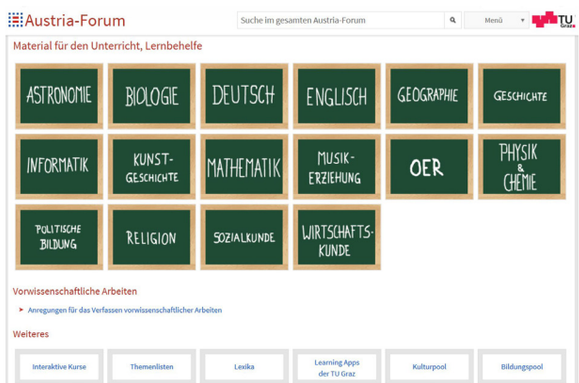


Abbildung 2: Bereich Unterrichtsmaterialien

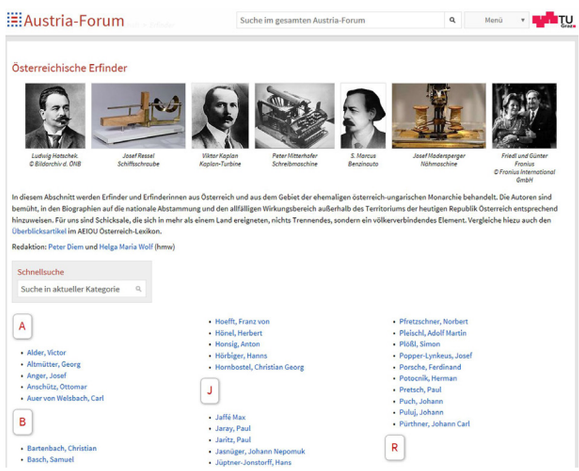


Abbildung 3: Alphabetisch geordnete Biografien von Erfinderinnen und Erfindern

Mag. Dr. Gerhard Rath *Fachdidaktikzentrum Physik, Karl-Franzens Universität Graz*

Literatur

[1] Webseite des Austria-Forums: http://austria-forum.org

20161101 Plus Lucis.indd 83 01.11.2016 16:58:16

Einladung zur Generalversammlung 2016

Zeit: Montag, 28. November 2016, 18:00 Uhr

Ort: Seminarraum der AECCs. 1090 Wien,
Porzellangasse 4, Stiege 2, 3.Stock
(Straßenbahn D – Schlickgasse, U4 – Rossauerlände)

Vorläufige Tagesordnung

1. Begrüßung, Beschlussfassung der Tagesordnung
2. Bericht des Obmanns
3. Bericht der Kassierin
4. Bericht der Rechnungsprüfer, Entlastung des Vorstands
5. Wahl des Vorstands und der Kassaprüfer für das Vereinsjahr 2016/17
6. Festsetzung des Mitgliedsbeitrags 2016/17
7. Fortbildungswoche 2017
8. Allfälliges

Anträge an die Tagesordnung mögen bis 20. November 2016 schriftlich (Adresse siehe Impressum oder *martin.hopf@univie.ac.at*) eingebracht werden.

Um zahlreichen Besuch ersucht der Vorstand!

Martin Hopf

Vorankündigung der PLUS LUCIS Fortbildungswoche

Von 20. bis 24. Februar 2016 findet die 71. Fortbildungswoche des Vereins zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts statt.

Diese fachliche und fachdidaktische Fortbildung hat unter Anderem zum Ziel die Umsetzung der Bildungsstandards und des kompetenzorientierten Unterrichtens zu unterstützen. Dazu werden neue Forschungsergebnisse der naturwissenschaftlichen Didaktik und Best Practice Modelle der österreichischen Schulen zu einer bekannten und geschätzten bundesweiten Fortbildung vereint.

Es gibt Vorträge, Workshops und Exkursionen aus allen Naturwissenschaften, zu deren konkreten Einschreibung wir Sie ab Jänner 2017 unter ***http://www.eduacademy.at/pluslucis/*** ganz herzlich einladen möchten.



P.b.b.
Verlagspostamt 1090 Wien
GZ 02Z030361 M
DVR 0558567
VRN 668472729

Impressum: Medieninhaber (Verleger) und Hrsg.: Verein zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts. Druck: Fa. Wograndl GmbH, Mattersburg

Retouren an: AECC Physik Unversität Wien, Porzellangasse 4, Stiege 2, 1090 Wien.

20161101 Plus Lucis.indd 84 01.11.2016 16:58:17