

PALACKÝ UNIVERSITY, OLOMOUC

**MOTIVATING AND EXCITING METHODS  
IN MATHEMATICS AND SCIENCE**

*Fallstudien*



Education and Culture

**Socrates**

2009



This material was printed with the support of the European Community in the frame of the Socrates – Comenius 2.1 scheme under the project N° 129572-CP-1-2006.

This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

This material was published in the cooperation Palacký University, Olomouc, Czech Republic, and University of Vienna, Austria.

First Edition

© Andreas Ulovec, Soňa Čeretková, Alex Dockerty, Josef Molnár,  
Filippo Spagnolo, 2009

ISBN 978-80-244-2333-3

# INHALT

Vorwort	5
<b>Fallstudien</b>	
UK team	
Fallstudie 1. Zahlenpuzzle 1 und Zahlenpuzzle 2	7
Fallstudie 2. Dinosaurier-Mechanik: Eine Einführung in die Biomechanik	11
Fallstudie 3. Erneuerbare Energiequellen/Stand-by-Modus	18
Fallstudie 4. Energie-Quiz	24
 AT team	
Fallstudie 5. Vektoren in Feldarbeit	31
Fallstudie 6. Geometrie im Raum in Gruppenarbeit	36
Fallstudie 7. Geometrie im Raum in Feldarbeit	40
Fallstudie 8. Ebene Geometrie in Feldarbeit	45
 CZ team	
Fallstudie 9. Aufgaben mit Dächern	51
Fallstudie 10. Aktivitäten zur Entwicklung der Raumvorstellung	57
Fallstudie 11. Wellenbewegung	63
Fallstudie 12. Phänomene der Wellenbewegung – Reflexion and Brechung	68
 IT team	
Fallstudie 13. Aufeinanderfolgende Zahlen	73
Fallstudie 14. Bemalte Würfel	81
Fallstudie 15. Der beschleunigte Treibhauseffekt und globale Erwärmung	89
Fallstudie 16. Kondensator-Entladung	97
 SK team	
Fallstudie 17. Spiele mit Brüchen	107
Fallstudie 18. Lehren und Lernen von grundlegenden Funktionen unter Verwendung eines interaktiven Tabellenkalkulationsmodells (EXCEL)	113
Fallstudie 19. Wie ist es, LehrerIn zu sein – Meteorologie	119
Fallstudie 20. ICT in neuen Themen der Chemie zur Motivation von SchülerInnen der Primarstufe und der Sekundarstufe	125



## VORWORT

MOTIVATE ME in Maths and Science – *Motivating and Exciting Methods in Maths and Science* – ist ein Projekt im COMENIUS 2.1 Programm der Europäischen Kommission.

Das Hauptziel des Projekts ist es, Lehramtsstudierende und deren Ausbilder, ebenso wie Lehrkräfte an den Schulen, mit neuen Unterrichtsmethoden in Mathematik und Naturwissenschaften bekannt zu machen. Insbesondere soll das im Projekt PROMOTE MSc produzierte Unterrichtsmaterial verwendet werden, um dazu passende Unterrichtsmethoden zu entwickeln, die geeignet sind die Motivation der SchülerInnen zu steigern.

Dazu dienten die folgenden Aktivitäten

- Austausch von Daten und Meinungen zu Unterrichtsmethoden in Mathematik und Naturwissenschaften in einem Europäischen Kontext
- Produktion eines Verzeichnisses von Unterrichtsmethoden, welches von Lehramtsstudierenden und deren Ausbildern, ebenso wie von Lehrkräften an Schulen verwendet werden kann
- Entwicklung eines Rahmens innerhalb dessen Lehramtsstudierende Methoden entwickeln und/oder testen können, unter Verwendung der Unterrichtsmaterialien aus PROMOTE MSc
- Evaluation von Methoden und Materialien mittels eines Fragebogens
- Sammlung von Fallstudien die erfolgreiche Einsätze von MOTIVATE ME Methoden und PROMOTE Materialien dokumentieren

Dieses Buch beinhaltet die Sammlung von Fallstudien die im Rahmen des Projekts produziert wurden. Es ist für Lehramtsstudierende und deren Ausbilder ebenso gedacht wie für Lehrkräfte an den Schulen, um zu zeigen wie das Material des PROMOTE MSc Projekts motivierend im Unterricht eingesetzt werden kann, unter Verwendung von Unterrichtsmethoden die im MOTIVATE ME Verzeichnis angeführt sind.

Die elektronische Version dieses Buches, ebenso wie das Methodenverzeichnis und alle anderen Projektmaterialien können auch von der Homepage des Projekts heruntergeladen werden: <http://www.MotivateMeMathsScience.eu>

Die Materialien dieses Projekts wurden von Teams aus Großbritannien (UK), Österreich (AT), Tschechien (CZ), Italien (IT) und der Slowakei (SK) produziert.

<p><b>UK team</b></p> <p><i>University of Sunderland:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alex Dockerty</li> <li>• Christine Farnsworth</li> <li>• Rob Hughes</li> </ul> <p><i>Edge Hill University:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matt Chessher</li> </ul>	<p><b>AT team</b></p> <p><i>Universität Wien:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Andreas Ulovec</li> <li>• Christine Brunner</li> </ul> <p><i>Stiftsgymnasium Seitenstetten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Silke Fürweger</li> </ul> <p><i>BRG Franklinstraße:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gudrun Dirmhirn</li> </ul> <p><i>BRG Ödenburgerstraße:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monika Navratil</li> </ul>
<p><b>CZ team</b></p> <p><i>Univerzita Palackého v Olomouci:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Josef Molnár</li> <li>• Danuše Nezvalová</li> <li>• Alena Ondráčková</li> </ul> <p><i>Gymnázium Olomouc-Hejčín:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jiří Kvapil</li> <li>• Iva Stránská</li> </ul> <p><i>Základní škola Olomouc-ul. Zeyerova:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Slavomira Schubertová</li> </ul>	<p><b>IT team</b></p> <p><i>Università degli Studi di Palermo, G.R.I.M.:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Filippo Spagnolo</li> <li>• Benedetto Di Paola</li> <li>• Maria Lucia Lo Cicero</li> </ul> <p><i>Università degli Studi di Palermo, G.R.I.A.F.:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Claudio Fazio</li> <li>• Giuliano D'Eredità</li> </ul>
<p><b>SK team</b></p> <p><i>Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soňa Čeretková</li> <li>• Ján Beňačka</li> <li>• Ľubomír Zelenický</li> <li>• Ľubomíra Valovičová</li> <li>• Zita Jenisová</li> <li>• Martin Bílek</li> <li>• Stanislava Beláková</li> <li>• Eva Mokráňová</li> </ul> <p><i>Gymnázium Levice:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ľubica Koreneková</li> </ul>	<p><b>Evaluator</b></p> <p><i>University of Sunderland:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neil Hutton</li> </ul>

## FALLSTUDIE 1

**Titel der Fallstudie** Zahlenpuzzle 1 und Zahlenpuzzle 2

**Ursprungsland** UK Team

### **Beschreibung**

Die Aktivitäten wurden von drei Mathematik-Lehramtsstudierenden mit 7. Klassen (Alter 11-12 Jahre) verschiedener Leistungsstufen durchgeführt.

**Zielpublikum** SchülerInnen der Sekundarstufe I

**Schlüsselwörter** Problemlösen, Frontalunterricht, Modellieren, Arbeiten in Kleingruppen, selbstständiges Lernen

**Unterrichtsmethode** Frontalunterricht, Modellierung, selbstständiges Lernen, Arbeit in Kleingruppen

### **Hintergrund**

Die Einheiten fanden 2008 in Schulen im Nordosten Englands unter der Leitung von Lehramtsstudierenden in ihrem letzten Unterrichtspraktikum vor der Verleihung der Lehrberechtigung statt. Die Studierenden führten eine Evaluation der Einheiten in Bezug auf die Unterrichtsmethoden und das Schülerengagement durch.

### **Inhalt**

In „Zahlenpuzzle 1“ sollten die SchülerInnen zu numerischen Operationen lösen, in „Zahlenpuzzle 2“ ging es um Problemlösen bei Zahlenoperationen mit Klammern.

### **Evaluation**

Die Studierenden waren sehr zufrieden mit der Brauchbarkeit des Materials, weniger hingegen mit den verwendeten Unterrichtsmethoden. Alle drei Studierenden würden die Unterrichtsmethoden unter gewissen Umständen verändern, etwa durch das Erlauben von Taschenrechnern für SchülerInnen mit eingeschränkten Rechenfähigkeiten, oder durch mehr Aufmerksamkeit auf das bereits vorhandene Wissen. Ein Studierender merkte auch an, dass es eine Erweiterungsaktivität für begabte SchülerInnen geben sollte.

## **Empfehlungen und Hinweise**

Die Lehramtsstudierenden unterrichteten bei dieser Aktivität Klassen mit sehr unterschiedlichen Begabungen und bemerkten bei einigen Gruppen die Notwendigkeit einer Differenzierung beim Verwenden der Aktivitäten.

---

## **Evaluation von Zahlenpuzzle 1 und 2**

### **Zusammenfassung**

Lehramtsstudierende in ihrem letzten Unterrichtspraktikum 2008 verwendeten die beiden Zahlenpuzzle-Aktivitäten während des Praktikums. Zwei der Studierenden unterrichteten in zwei großen städtischen Sekundarschulen im Nordosten von England, der dritte in einer kleineren Sekundarschule in einer Ortschaft in dieser Region. Die Studierenden führten eine Evaluation der Einheiten in Bezug auf die Unterrichtsmethoden und das Schülerengagement durch. Die SchülerInnen waren in der 7. Schulstufe (Alter 11-12 Jahre).

### **Einführung**

Da sich beide Aktivitäten mit Zahlenoperationen und Klammern beschäftigen passen sie sehr gut in das nationale Kurrikulum für die Sekundarstufe I, wo die SchülerInnen „addieren, subtrahieren, multiplizieren und dividieren von ganzen Zahlen“ und das „Verwenden von Klammern und der Reihenfolge der Rechenoperationen“ lernen sollen. Außerdem sollen SchülerInnen „Beziehungen innerhalb der Mathematik entdecken, um flexible Ansätze zum Lösen immer schwieriger werdender Aufgaben zu entwickeln“, „passende Strategien bei numerischen Aufgaben“ sowie „Abschätzungen von Ergebnissen im Kopf und Prozeduren zur Überwachung der Genauigkeit des Ergebnisses“ entwickeln. Die Studierenden führten beide Aktivitäten mittels *Frontalunterricht* und *Modellierung* ein, rechneten ein bis zwei ähnliche Aufgaben durch, und involvierten die SchülerInnen in *Diskussionen* über die Lösungsansätze. In einer Einheit wurde die Aktivität als Startaktivität benutzt, und die SchülerInnen füllten eine Auswahl von Fragen aus dem Arbeitsblatt durch. Dies wurde zur Verfestigung früheren Lernens zum Arbeiten mit Klammern durchgeführt. In den anderen Einheiten bildete die Aktivität den Hauptteil der Stunde, und die SchülerInnen führten die Zahlenpuzzles entweder in *selbstständiger Arbeit* oder in *Arbeit in Kleingruppen* durch.

## **Analyse**

Alle drei Studierenden evaluierten die Einheiten in Bezug auf die Brauchbarkeit des PROMOTE MSc Materials, das SchülerInnen-Engagement, und die verwendeten Unterrichtsmethoden. Die Studierenden „stimmten (zum Teil deutlich) zu“ dass die PROMOTE MSc Aktivitäten brauchbar seien und sich die SchülerInnen sehr engagieren. In zwei der Einheiten waren sich die Studierenden „nicht sicher“ über die verwendeten Unterrichtsmethoden. Die Studierenden wurden auch gefragt was sie eventuell ändern würden und gaben darauf die folgenden Antworten:

### Lehramtsstudierende A Zahlenpuzzle 1; 7. Klasse, obere Leistungsstufe

Es ist vielleicht nützlich die Aktivitäten mit dem Taschenrechner durchzuführen, um das Engagement derjenigen zu stärken die beim Rechnen Probleme haben.

### Lehramtsstudierende A Zahlenpuzzle 2; 7. Klasse, obere Leistungsstufe

Ich verwendete dies als Startaktivität um ein paar Zahlen auszuprobieren – vielleicht verwende ich es beim nächsten Mal als Hauptaktivität.

### Lehramtsstudierende B Zahlenpuzzle 2; 7. Klasse, mittlere Leistungsstufe

Die Aktivität selbst war gut und ich kann mir keine Verbesserungen vorstellen. Mein Unterricht hätte besser das Vorwissen der SchülerInnen in Betracht ziehen sollen.

### Lehramtsstudierende C Zahlenpuzzle 2; 7. Klasse, untere Leistungsstufe

Vielleicht ein Erweiterungsblatt für begabte SchülerInnen.

## **Empfehlungen und Hinweise**

Die drei Lehramtsstudierenden waren im Allgemeinen sehr zufrieden mit dem PROMOTE MSc Material, aber weniger mit den verwendeten Unterrichtsmethoden. Die SchülerInnen haben sich gut mit den Aktivitäten auseinandergesetzt. Die Studierenden würden allerdings unter gewissen Umständen einige Änderungen bei den Methoden durchführen – etwa ein Erweiterungsblatt für Begabte, den Taschenrechnereinsatz erlauben für weniger Begabte, und mehr Rücksicht auf das Vorwissen der SchülerInnen nehmen. Dies deutet auf die Notwendigkeit hin dass die SchülerInnen das nötige Vorwissen zu Beginn der Aktivität mitbringen, und ebenso die Notwendigkeit der Differenzierung innerhalb der Klasse.

## Anhang A

Die folgenden Antworten wurden von den Lehramtsstudierenden gegeben, die diese Aktivitäten ausprobiert haben.

Q1 Ich fand die PROMOTE Aktivität brauchbar

<u>Lehramtsstudierender</u>	<u>Aktivität</u>	<u>Klasse</u>	<u>Antwort</u>
Lehramtsstudierender A	Number Puzzle 1	7. Klasse, Leistungsst. A	Zustimmung
Lehramtsstudierender A	Number Puzzle 2	7. Klasse, Leistungsst. A	deutl. Zustimmung
Lehramtsstudierender B	Number Puzzle 2	7. Klasse, Leistungsst. B	deutl. Zustimmung
Lehramtsstudierender C	Number Puzzle 2	7. Klasse, Leistungsst. C	Zustimmung

Q2 Ich fand die Unterrichtsmethoden passend

<u>Lehramtsstudierender</u>	<u>Aktivität</u>	<u>Klasse</u>	<u>Antwort</u>
Lehramtsstudierender A	Number Puzzle 1	7. Klasse, Leistungsst. A	nicht sicher
Lehramtsstudierender A	Number Puzzle 2	7. Klasse, Leistungsst. A	deutl. Zustimmung
Lehramtsstudierender B	Number Puzzle 2	7. Klasse, Leistungsst. B	Zustimmung
Lehramtsstudierender C	Number Puzzle 2	7. Klasse, Leistungsst. C	nicht sicher

Q3 Die SchülerInnen haben sich gut mit der Aktivität auseinandergesetzt

<u>Lehramtsstudierender</u>	<u>Aktivität</u>	<u>Klasse</u>	<u>Antwort</u>
Lehramtsstudierender A	Number Puzzle 1	7. Klasse, Leistungsst. A	Zustimmung
Lehramtsstudierender A	Number Puzzle 2	7. Klasse, Leistungsst. A	Zustimmung
Lehramtsstudierender B	Number Puzzle 2	7. Klasse, Leistungsst. B	deutl. Zustimmung
Lehramtsstudierender C	Number Puzzle 2	7. Klasse, Leistungsst. C	deutl. Zustimmung

Q4 Ich fühlte mich wohl beim Benutzen des Materials

<u>Lehramtsstudierender</u>	<u>Aktivität</u>	<u>Klasse</u>	<u>Antwort</u>
Lehramtsstudierender A	Number Puzzle 1	7. Klasse, Leistungsst. A	Zustimmung
Lehramtsstudierender A	Number Puzzle 2	7. Klasse, Leistungsst. A	deutl. Zustimmung
Lehramtsstudierender B	Number Puzzle 2	7. Klasse, Leistungsst. B	Zustimmung
Lehramtsstudierender C	Number Puzzle 2	7. Klasse, Leistungsst. C	deutl. Zustimmung

Q5 Ich fühlte mich wohl beim Benutzen der gewählten Methoden zu diesem Material

<u>Lehramtsstudierender</u>	<u>Aktivität</u>	<u>Klasse</u>	<u>Antwort</u>
Lehramtsstudierender A	Number Puzzle 1	7. Klasse, Leistungsst. A	Zustimmung
Lehramtsstudierender A	Number Puzzle 2	7. Klasse, Leistungsst. A	Zustimmung
Lehramtsstudierender B	Number Puzzle 2	7. Klasse, Leistungsst. B	Ablehnung
Lehramtsstudierender C	Number Puzzle 2	7. Klasse, Leistungsst. C	Zustimmung

## FALLSTUDIE 2

**Titel der Fallstudie** Dinosaurier-Mechanik: Eine Einführung in die Biomechanik

**Ursprungsland** UK Team

### **Beschreibung**

Eine Startaktivität beinhaltete die Verwendung von Kraftmomenten und Dempsters segmentale Körperdaten um die Muskelkraft im Bizeps, die notwendig ist um den Unterarm in einer horizontalen Position zu halten, abzuschätzen. Eine Diskussion über Skelett-Anpassung folgte.

Dinosaurier-Modelle wurden gewogen und in Wasser getaucht, um ihr Volumen anhand der verdrängten Wassermenge zu bestimmen. Das Volumen des Modells wurde dann skaliert und die Masse eines echten Dinosauriers geschätzt.

Der Schwerpunkt wurde geschätzt, indem Fotos gezeigt wurden, auf denen das Dinosauriermodell an verschiedenen Gliedmaßen angehängt war. Damit wurden die Kräfte, die auf den Vorder- und Hinterbeinen lasten geschätzt.

Die Alexander-Gleichung für die Gehgeschwindigkeit eines Dinosauriers aus fossilen Fußabdrücken wurde getestet, indem SchülerInnen ihre eigenen Fußabdrücke in einer Sandgrube gemacht haben.

**Zielpublikum** SchülerInnen, Lehramtsstudierende, LehrerInnen

**Schlüsselwörter** Dinosaurier, Kraftmoment, Auftrieb, Skala, Schwerpunkt, Masse, Gewicht, Frontalunterricht, Arbeitsblatt, Untersuchung, Feldarbeit

**Unterrichtsmethode** Frontalunterricht, Arbeit in Kleingruppen, Feldarbeit

### **Hintergrund**

Diese Arbeit wurde an der Edge Hill University entwickelt um einen anregenden Kontext für Elementarschullehrkräfte (in Naturwissenschaften) in Ausbildung zu bieten. Die Studierenden sind großteils weiblich mit den Hauptfächern Biologie oder Humanbiologie.

## **Evaluation**

Drei verschiedene Gruppen wurden evaluiert. Die Ergebnisse zeigen hohe Levels an Interesse und Lerneffekt. Die Studie könnte auch in Richtung einer Geschlechterdifferenz-Analyse weiterentwickelt werden.

## **Empfehlungen und Hinweise**

Die Lernumgebung braucht mehr Unterstützung in Mathematik. Trotzdem werden die Aktivitäten als nützlich zur Entwicklung der Forschungsfähigkeiten angesehen.

---

# **Dinosaurier-Mechanik: Eine Einführung in die Biomechanik**

## **Einführung**

Die Edge Hill University hat eine lange Tradition in der Ausbildung von Primar- und Sekundarstufenlehrkräften. Bis vor kurzem haben die Studierenden ein einzelnes Spezialfach ausgewählt, welches sie während der dreijährigen Ausbildung studierten. Typischerweise haben sich 20 für Naturwissenschaften entschieden, davon waren 2-4 männlich. Nur selten war als Hauptfach Physik vertreten. Das ist insofern nicht überraschend, da allgemein nur 22%<sup>1</sup> der Hauptfach-Physiker weiblich sind. Diese Unterrichtseinheit sollte das Interesse der Studierenden an ähnlichen Themen der Biophysik wecken, beispielsweise das Untersuchen des Wellenverhaltens von Licht im Kontext der Iridiszenz in gewissen Schmetterlingsflügeln.

## **Beschreibung**

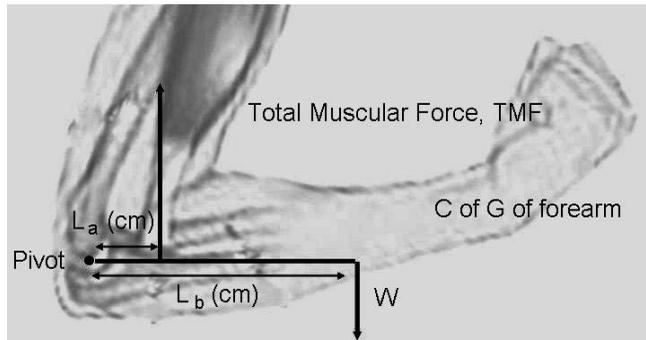
(i) Schätzung der Kraft, die im Bizeps entwickelt wird.

Vieles davon leitet sich aus der Arbeit von Professor McNeill Alexander<sup>2</sup> von der Leeds University ab. Wir beginnen allerdings mit einer elementaren Aktivität, welche die Kraft im Bizeps abschätzt, die entwickelt wird wenn der Unterarm horizontal gehalten wird (Abb. 1).

---

<sup>1</sup> *QCA August 2005*

<sup>2</sup> Alexander R. M. *Doubts and Assumptions in Dinosaur Mechanics*, Interdisciplinary Science Reviews, 1991, Vol 16, No. 2.



Gewicht  $W$  greift am Schwerpunkt des Unterarms an

Abb. 1 Der Arm als Hebel modelliert

Die SchülerInnen wogen sich selbst und benutzten Dempsters Körpersegmentdaten um das Gewicht des Unterarms und die Position des Schwerpunkts zu bestimmen. Dann folgten sie der Linie von der Unterseite des Unterarms bis zum Eintritt in den Radius des gebeugten Arms. Dies und der Angelpunkt (Pivot) des Arms wurde markiert um die notwendigen Berechnungen durchzuführen. Nach der Berechnung der Kraft im Bizeps (üblicherweise 50N – 200N) fand eine Lehrergeleitete Diskussion über Anpassung bei Tieren statt.

(ii) Masse, Schwerpunkt und Belastung der Gliedmaßen eines Dinosauriers.

Die StudentInnen wählten zwischen einem Diplodocus, Stegosaurus und Triceratops 1/45-skaliertem Modell. Durch herausfinden des Gewichts und des beim Eintauchen in Wasser verdrängten Flüssigkeitsvolumens wurde das Volumen des Modells bestimmt. Das Modell wurde dann skaliert und unter der Annahme das Dinosaurier im Wasser schwimmen (wie etwa Elefanten das tun!) wurde die Masse und damit der Gewicht bestimmt.

Sie benutzten Fotos, auf denen die Modelle an verschiedenen Gliedmaßen, dem Nacken oder dem Schwanz aufgehängt waren, um den Schwerpunkt zu bestimmen und verwendeten das Moment um die Belastung der Hinter- und Vorderbeine zu berechnen.

Dies rief eine Diskussion über die Beweglichkeit der Tiere hervor.

(iii) Gehgeschwindigkeit aus Fußspuren



Abb. 2 SchülerInnen der 6. Klasse aus Ormskirk sammeln Daten über ihre Fußspuren.

McNeil Alexander entwickelte eine Gleichung welche die Gehgeschwindigkeit<sup>3</sup> eines Dinosauriers aus fossilen Fußspuren abschätzt.

$$\text{Geschwindigkeit} = 0.25 * (\text{Schrittlänge})^{1.67} * (\text{Beinlänge})^{-1.17} * (\text{Gravitationskonstante})^{0.5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Beinlänge ist dabei etwa viermal Fußlänge. Die Studierenden entwickeln eine Untersuchung um die Gleichung zu verifizieren. Dies beinhaltet das Messen der tatsächlichen Gehgeschwindigkeit einer Person während sie eine Fußspur (z.B. im Sand) erzeugt, und das Vergleichen des Ergebnisses mit der von Alexander vorhergesagten Geschwindigkeit.

---

<sup>3</sup> Alexander, R.M., 1976, *Estimates of speeds of dinosaurs*, Nature 261: 129-130.

## Unterrichtsmethoden

Die einzelnen Aktivitäten wurden kurz im *Frontalunterricht* erklärt und führten zu *Arbeit in Kleingruppen*, unterstützt durch die Verwendung von *Arbeitsblättern*. Die Aktivitäten gaben die Möglichkeit zu Elementen von *Untersuchen und Entdecken* und führten schließlich zur *Feldarbeit*. Die kursiv gesetzten Wörter werden wie im MOTIVATE ME Buch definiert verwendet.

## Evaluation

Drei Gruppen haben diese Aktivität durchgeführt und die MOTIVATE ME Fragebögen ausgefüllt. Die erste Gruppe waren PhysiksüherInnen aus der 6. Klasse einer örtlichen Schule in Ormskirk. Sie haben sich zwar für Physikstunden entschieden, aber nicht notwendigerweise mit dem Vorhaben später Physik an der Universität zu studieren. Einige überlegten ein Studium in Sportwissenschaft, was sich in der Evaluation auch widerspiegelt. Die zweite Gruppe waren Lehramts-Studierende der Naturwissenschaften im ersten Studienjahr, von denen nur einer Hauptfach Physik hatte. Die dritte Gruppe waren Biologielehrkräfte die sich als PhysiklehrerInnen ausbilden ließen.

Die Ergebnisse der Fragen bezüglich Interesse, Lerneffekt und Gefallen hier sind graphisch dargestellt.

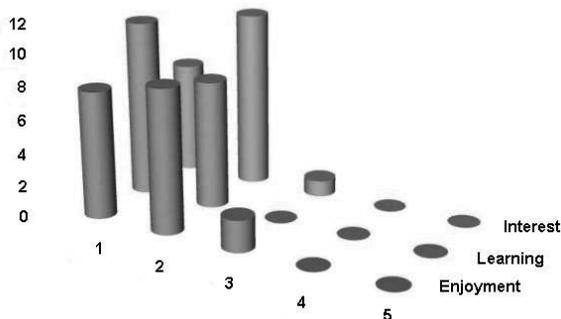


Abb. 3. SchülerInnen der Ormskirk-Schule

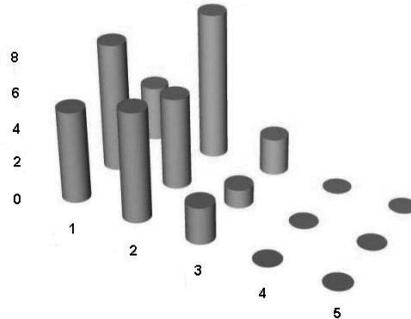


Abb. 4. Lehramts-Studierende

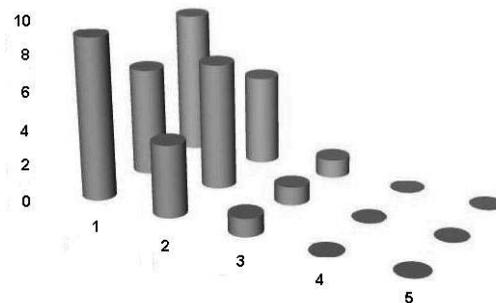


Abb. 5. Biologie-LehrerInnen

Abb. 3 zeigt SchülerInnen die sich freiwillig für Physik entschieden haben, während Abb. 4 die Einstellung von Studierenden zeigt die, außer einem, Physik vermieden haben. Man sieht eine bemerkenswert ähnliche Verteilung, bei der Lernen am besten beurteilt wird, Interesse und Gefallen nicht ganz so gut. Vergleicht man dies mit den Biologie-Lehrkräften, die sich zu Physiklehrkräften umschulen lassen, sieht man dass dort genau die umgekehrte Verteilung auftritt.

Es war schwierig bei den meisten anderen Fragen einen Konsens zu finden. Das mathematische Element fand zweifelsohne am wenigsten gefallen. Vier Burschen der 6. Klasse wollten mehr über Biomechanik erfahren. Das werden vermutlich jede mit dem Interesse am Sportwissenschafts-Studium gewesen sein. Drei andere wollten einfach mehr über Dinosaurier wissen. Zwei eher

kritische haben die Naturwissenschaft angezweifelt. Einer wollte eine genauere Bestimmung der verschiedenen Werte. Die Aktivitäten sind allerdings offen, d.h. es gibt keine „richtigen“ Antworten. Dies, ebenso wie der Kontext, könnte diese Aktivität mehr Mädchen-freundlich machen, obwohl für diese Folgerung noch nicht genügend Daten vorliegen. Drei Mädchen wollten sich nicht an der Aktivität in der Sandgrube beteiligen, weil sie ihre Schuhe nicht ausziehen wollten!

### **Bemerkungen der Lehrkräfte**

Die Lehrkräfte haben sich in allen Aktivitäten engagiert nachdem sie eine Einführung erhalten haben. Sie „stimmten deutlich zu“ bei den Fragen nach Interesse, Lerneffekt und Gefallen. Sie waren sehr positiv und wollen diese Aktivität in ihren zukünftigen Unterricht einbinden. Sie hatten das Gefühl das hier abstrakte Ideen mit realem Kontext versehen werden. Ihnen haben besonders die praktischen Aspekte gefallen, vor allem die Verwendung der Weitsprung-Sandgrube fanden sie ausgezeichnet.

Sie fanden dass es sich um eine gute Übung für die PSA/ISA<sup>4</sup> Vorbereitung der SchülerInnen handelte und lobten die Unterstützung beim Taschenrechnergebrauch, der Termumwandlung und die Auswahl der Ausstattung für das Design der Untersuchungen.

### **Schlussfolgerungen**

Es gibt klare Hinweise dass diese Aktivität bei einer breiten Schicht von AnwenderInnen zur Motivation, zum Interesse und zum Lernerfolg beiträgt. Es ist klar das mehr Unterstützung bei der Mathematik erforderlich ist. Die SchülerInnen hatten besonders Schwierigkeiten beim Skalieren und dem Umwandeln von Einheiten, z.B. Umwandeln von  $\text{cm}^3$  to  $\text{m}^3$ . Eine Lernhilfe für die benötigte Mathematik wurde angeregt. Ebenso die Notwendigkeit für mehr Klarheit beim Skalieren des dreidimensionalen Dinosaurier-Modells. Dieses Material wurde auch schon bei Naturwissenschaft-Studierenden verwendet, und es fand sich kaum jemand der wusste das das Skalieren eines 1/45-Modells eine Multiplikation mit  $45^3$  statt mit 45 erfordert. Vielleicht schließen wir am besten mit den Worten eines Ormskirk-Schülers ... „Die Gleichungen sind Psycho!“

---

<sup>4</sup> „Practical skills assessment“ (PSA) und „Investigative skills assessment“ (ISA) für Hauptfach-Physiker.

## FALLSTUDIE 3

**Titel der Fallstudie** Erneuerbare Energiequellen/Stand-by-Modus  
**Ursprungsland** UK Team

### **Beschreibung**

Die Einheit wurde von einer Physiklehramtsstudentin in einer 7. Klasse durchgeführt. Sie umfasste 2 Stunden plus eine Hausübung von einem insgesamt 12 Stunden dauernden Modul. Sie verwendete das PROMOTE MSc Material „Stand-by-Modus“ und „Erneuerbare Energiequellen“.

**Zielpublikum** SchülerInnen, Alter 11-14 Jahre

**Schlüsselwörter** Aktives Lernen, Diskussion und Debatte, Frontalunterricht, Arbeit in Kleingruppen, Computer-unterstütztes Lernen, Selbstständiges Lernen, Präsentationen, Textbasierendes Lernen

**Unterrichtsmethode** Die PROMOTE MSc Materialien wurden für je eine Stunde verwendet (1 Stunde pro Einheit). Sie wurden in Gruppenarbeit verwendet um aktives Lernen zu fördern.

### **Hintergrund**

Die Einheit wurde in einer 7. Klasse der oberen Leistungsstufe in einer Sekundarschule im Nordosten Englands durchgeführt.

### **Inhalt**

Die Klasse wollte die Schule umweltfreundlicher gestalten. Der Hausmeister wurde in die Klasse eingeladen um über den Energieverbrauch der Schule zu sprechen. Die SchülerInnen wurden dann mit den Konzepten des Stand-by und des Energieverbrauchs zu Hause vertraut gemacht.

Die SchülerInnen führten ein Audit des Energieverbrauchs in der Schule durch und setzten dieses in Beziehung zur weltweiten Situation und zu erneuerbaren Energiequellen. Sie fertigten Modelle/Flugblätter/Poster an und ergänzten schriftliche Arbeiten.

## **Evaluation**

Die Lehrkraft meinte:

„Die Verbindung zum zu Hause der SchülerInnen macht es realistischer“

Obwohl einige SchülerInnen sagten sie fanden die Aktivität nicht interessant, stimmten die meisten zu etwas Neues gelernt zu haben.

## **Empfehlungen und Hinweise**

Nach Wegen suchen und Ideen finden um das Haus energieeffizienter zu machen. Erweiterbar in ein Physikprojekt über Energieeffizienz.

---

## **Erneuerbare Energiequellen/Stand-by-Modus**

### **Zusammenfassung**

Die Lehrkraft dachte dass es den SchülerInnen gefallen hat die Aktivität auf die Schule und ihr eigenes zu Hause zu beziehen, und das sie sich gut mit dem Thema beschäftigt haben. Sie fühlte sich wohl beim Benutzen des Materials auf diese Art.

### **Einführung**

Es folgt eine Fallstudie über einen Teil einer Unterrichtseinheit eines Physik-Lehramtsstudenten in seinem letzten Unterrichtspraktikum vor der Graduierung. Die Einheit fand in einer katholischen Sekundarschule im Nordosten Englands statt. Es handelt sich dabei um eine überdurchschnittlich große Schule mit einer stabilen Schulpopulation, die von Ofsted als eine gute und sich verbessernde Schule bezeichnet wird.

Die Studentin hat ursprünglich in Biologie graduiert, hat aber Erfahrung in der Lehre von Physik und Chemie bis Key Stage 4 (14-16 Jahre) sowie Biologie (16 Jahre und älter).

### **Studie**

Die Lehrerin unterrichtete ein Thema das sich mit Energie für Häuser beschäftigte. Dies wird als Teil der Einheit 8i der Key Stage 3 (11-14 Jahre) in

Physik über “Heizen und Kühlen” unterrichtet und beschäftigt sich mit „Wie können wir die Energieverschwendung in unseren Haushalten reduzieren?“

Die Einheit begann mit einer *Diskussion* des Energieverbrauchs in der Schule, und wie dieser reduziert werden könnte, um die Schule umweltfreundlicher zu machen.

Der Hausmeister wurde in die Klasse eingeladen um einen Vortrag über den Energieverbrauch der Schule zu halten, und er blieb für eine Diskussion mit den SchülerInnen.

Die SchülerInnen erhielten Informationen und wurden dann aufgefordert einen Audit über den Energieverbrauch der Schule durchzuführen.

Den SchülerInnen wurde dann eine PowerPoint-Präsentation gezeigt, ebenso wie Frontalunterricht durch die Lehrkraft über den Energieverbrauch zu Hause und wie man diesen minimieren kann. Sie wurden mit dem Konzept des Stand-by bekanntgemacht. Die Lehrkraft verwendete dabei das PROMOTE MSc Material „Stand-by-Modus“ als eine Aktivität innerhalb dieser Einheit, um diesen Konzepten einen Kontext zu geben.

Ein Teil der Einheit bestand aus einer Wiederholung vom Beginn des Moduls über die Notwendigkeit Energieressourcen zu konservieren. Die Lehrerin benutzte den Teil der Einheit 7i „Energieressourcen“, der auch einen Teil des Science Key Stage 3 Schemas darstellt.

Diese Einheit behandelt das Themenfeld “das erneuerbare Energiequellen Wind, Wellen, fließendes Wasser, Sonnenlicht, Biomasse, und einige geothermale Quellen umfassen”. Sie verwendete auch das PROMOTE MSc Material „Erneuerbare Energiequellen“ als Teil der Einheit.

Die Lehrkraft teilte die Klasse dann in Kleingruppen und verteilte Arbeitsblätter mit verschiedenen Bezeichnungen aus dem Material “Erneuerbare Energiequellen” im Klassenzimmer.

Die SchülerInnen wurden aufgefordert in Gruppenarbeit 10 Aussagen, die vom Lehrer vorgetragen wurden, der entsprechenden erneuerbaren Energiequelle zuzuordnen.

Die Aussagen können online gefunden werden (ein link ist am Ende angegeben).

Die SchülerInnen erhielten dann eine Aufgabe, an der sie *selbstständig* sowohl zu Hause als auch in der folgenden Stunde arbeiten sollten. Dabei handelte es sich um die Evaluation erneuerbarer Energiequellen in einem globalen Kontext. Dies ermöglichte *aktives Lernen*. Die SchülerInnen verwendeten dabei

Computerunterstütztes Lernen und Textbasiertes Lernen, um das Thema zu untersuchen und Beweisstücke zu finden.

Sie arbeiteten dann in Kleingruppen, um ihre Ergebnisse in einer 5-minütigen Präsentation dem Rest der Klasse vorzustellen.

Die Lehrerin wählte mehrere Unterrichtsmethoden, um die Schüler zu engagieren und zu motivieren. Darunter waren

### **Aktives Lernen**

#### **Diskussion und Debatte**

#### **Arbeit in Kleingruppen**

### **Analyse**

Die Lehrkraft evaluierte die Einheit und die Verwendung des PROMOTE MSc Materials. Die Lehrkraft dachte dass es den SchülerInnen gefallen hat die Aktivität auf die Schule und ihr eigenes zu Hause zu beziehen, und das sie sich gut mit dem Thema beschäftigt haben. Sie fühlte sich wohl beim Benutzen des Materials auf diese Art.

Die Antworten der SchülerInnen waren gemischt.

#### **Was hat Ihnen am besten gefallen und warum?**

- Mir hat die Aktivität über den Energieverbrauch der Schule gefallen (5)
- Unabhängige Untersuchung (4)
- Mir haben die Präsentationen gefallen, die haben alles klargestellt (3)
- Der Vortrag des Hausmeisters (2)
- Die Arbeit zu Hause (2) fertigmachen
- In den Hof zu gehen
- Das Poster zu machen

#### **Was hat Ihnen am wenigsten gefallen und warum?**

- Mich hat nichts davon abgehalten, dass mir das Projekt gefallen hat (5)
- Die Teile wo man so lange schreiben musste (4)
- Das Sammeln der Informationen (2)
- Zu viel Druck
- Der Teil über Kohle, Gas und Öl
- Das meiste
- Ein wenig langweilig die Nachforschungen
- Zu Hause arbeiten
- Das war schwere Arbeit

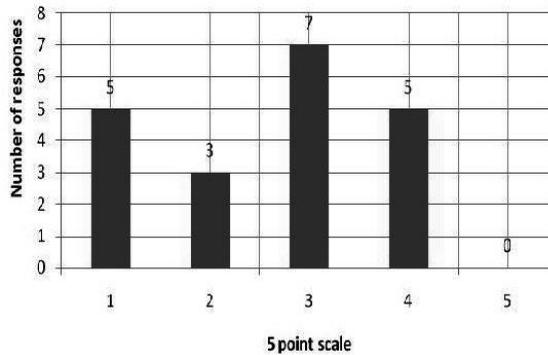
Die quantitative Analyse ergab

1 Deutliche Zustimmung; 2 Zustimmung; 3 Nicht sicher;

4 Ablehnung; 5 Deutliche Ablehnung

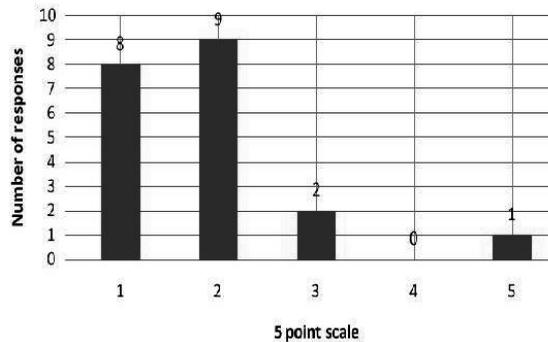
Mir hat die Einheit gut gefallen

**Student responses q1**

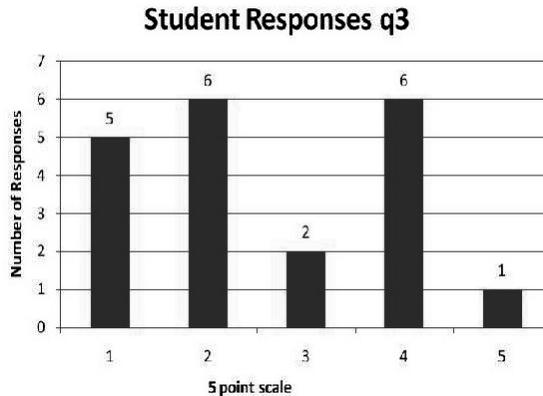


Ich habe etwas Neues gelernt

**Student responses q2**



Wir haben interessante Dinge in der Einheit gemacht



Dies zeigt das nur 5 von 20 SchülerInnen die Aktivität nicht gefallen hat. Nur 1 von 20 gab an, nichts Neues gelernt zu haben.

Bei der Frage nach dem Interesse antworteten 7 von 20 negativ.

Diese Daten lassen vermuten dass der gewählte Zugang mit diesem Material die SchülerInnen gut motivieren konnte.

### **Empfehlungen und Hinweise**

Die Aktivität wurde von der Lehrkraft als nützlich empfunden, und sie fühlte sich wohl damit die beiden Unterrichtsmaterialien zu verwenden. Sie kontextualisierte die Aktivitäten und verband sie mit dem täglichen Leben der SchülerInnen. Dies empfand sie als sehr erfolgreiche Strategie.

Die Mehrheit der Schülerinnen hat Gefallen an der Einheit gezeigt und lernte Neues. Die negativen Antworten gaben harte Arbeit und zuviel Druck als Probleme an.

Zusammenfassend kann man sagen dass das Material motivierend verwendet wurde.

## FALLSTUDIE 4

**Titel der Fallstudie**    **Energie-Quiz**

**Ursprungsland**        UK Team

### **Beschreibung**

Die Einheit wurde von einer Physiklehramtsstudentin in einer 7. Klasse durchgeführt und umfasste 1 Stunde. Sie verwendete das PROMOTE MSc Material „Energie-Quiz“

**Zielpublikum**        SchülerInnen, Alter 11-14 Jahre

**Schlüsselwörter**    Gruppenarbeit, Diskussion, Aktives Lernen, Karten sortieren

**Unterrichtsmethode** Das PROMOTE MSc Material wurde als Startaktivität in einer Stunde verwendet. Die Karten wurden ausgeteilt und die SchülerInnen sollten in Kleingruppen den Energieverbrauch verschiedener Haushaltsgeräte vergleichen

### **Hintergrund**

Die Einheit wurde in einer 7. Klasse der oberen Leistungsstufe in einer Sekundarschule im Nordosten Englands durchgeführt.

### **Inhalt**

Jede Gruppe erhielt einen Stapel von Karten mit Bildern üblicher Haushaltsgeräte und musste sie nach ihrem vermuteten Energieverbrauch ordnen. Dies beinhaltete Gruppendiskussionen und verwendete früheres Wissen.

### **Evaluation**

Die Lehrkraft meinte:

„Das Sortieren von Karten waren die SchülerInnen gewohnt und es brachte sie dazu, Ihre Ideen und Meinungen auszutauschen. Es war auch dazu geeignet Fehlvorstellungen anzusprechen, da viele SchülerInnen der Meinung waren dass ein größeres Gerät automatisch mehr Strom verbraucht. Sie waren echt überrascht vom Ergebnis.“

## **Empfehlungen und Hinweise**

Die SchülerInnen haben sich scheinbar nicht intensiv mit dem Material beschäftigt und waren der Meinung dass sie einfach nur den Stromverbrauch schätzten, aber nichts Neues lernten. Vielleicht wäre eine Untersuchung, bei der die SchülerInnen selbst den Energieverbrauch herausfinden können, effektiver.

---

## **Energie-Quiz**

### **Zusammenfassung**

Die Einheit wurde von einer Physiklehramtsstudentin in einer 7. Klasse durchgeführt und umfasste 1 Stunde. Sie verwendete das PROMOTE MSc Material „Energie-Quiz“. Das Sortieren von Karten waren die SchülerInnen gewohnt und es brachte sie dazu, Ihre Ideen und Meinungen auszutauschen. Es war auch dazu geeignet Fehlvorstellungen anzusprechen, da viele SchülerInnen der Meinung waren dass ein größeres Gerät automatisch mehr Strom verbraucht.

### **Einführung**

Es folgt eine Fallstudie über einen Teil einer Unterrichtseinheit eines Physik-Lehramtsstudenten in seinem letzten Unterrichtspraktikum vor der Graduierung. Die Einheit fand in einer katholischen Sekundarschule im Nordosten Englands statt. Es handelt sich dabei um eine überdurchschnittlich große Schule mit einer stabilen Schulpopulation, die von Ofsted als eine gute und sich verbessernde Schule bezeichnet wird.

Die Studentin hat ursprünglich in Biologie graduiert, hat aber Erfahrung in der Lehre von Physik und Chemie bis Key Stage 4 (14-16 Jahre) sowie Biologie (16 Jahre und älter).

### **Studie**

Die Aktivität fand innerhalb einer Stunde über Energiesparlampen statt, als Teil der Einheit 9i „Energie und Elektrizität“. Es handelte sich um eine Klasse der oberen Leistungsstufe, und diese Stunde wurde verwendet um das Verständnis für Energie = Leistung  $\times$  Zeit zu erweitern. Die Hauptaktivität bestand im

Untersuchen von Glühlampen zu Hause und herauszufinden wie lange diese eingeschaltet sind, und daraus den Energieverbrauch zu berechnen. Die Einheit forderte sie z.B auf „Finden Sie die Energie heraus, die von einigen elektrischen Geräten, etwa für Heizung, Licht, etc. in einer bestimmten Zeiteinheit (für Vergleichszwecke) verbraucht wird.“

Das Material „Energie-Quiz“ aus den PROMOTE MSc Materialien wurde als Startaktivität verwendet, um das Thema einzuführen.

Die Aktivität bestand aus dem Sortieren von Karten mit Bildern verschiedener Haushaltsgeräte. Sie begann mit *Diskussion und Debatte* der ganzen Klasse. Danach wurden die SchülerInnen aufgefordert, in *Arbeit in Kleingruppen* die Karten zu diskutieren und sie nach dem vermuteten Energieverbrauch zu sortieren, unter Verwendung des Wissens aus vorigen Einheiten. Dies bewirkte *Aktives Lernen*. Im Anschluss wurden ihnen die richtigen Antworten mitgeteilt und sie mussten kommentieren wie ihre Antworten mit den richtigen Antworten korrelieren.

Die Lehrerin wählte mehrere Unterrichtsmethoden, um die Schüler zu engagieren und zu motivieren. Darunter waren

### **Aktives Lernen**

### **Diskussion und Debatte**

### **Arbeit in Kleingruppen**

### **Analyse**

Die Lehrkraft meinte „das Sortieren von Karten waren die SchülerInnen gewohnt und es brachte sie dazu, Ihre Ideen und Meinungen auszutauschen. Es war auch dazu geeignet Fehlvorstellungen anzusprechen, da viele SchülerInnen der Meinung waren dass ein größeres Gerät automatisch mehr Strom verbraucht. Sie waren echt überrascht vom Ergebnis.“

Die Kommentare der SchülerInnen bestätigten dies: 13 von 28 hat die Aktivität gefallen, aber nur 7 meinten sie sei interessant gewesen. Allerdings sagte auch nur einer dass nichts Neues gelernt worden sei. Obwohl also viele SchülerInnen die Aktivität an sich nicht besonders spannend fanden, empfanden sie die meisten doch als positiv im Hinblick auf den Lernprozess.

Qualitative Antworten waren unter anderem:

### **Was hat Ihnen am besten gefallen und warum?**

- Herauszufinden dass die Antworten anders waren als erwartet (7)
- Arbeiten zu zweit und Antworten herausfinden (2)
- Nichts, das war langweilig (4)
- Elektrische Dinge in die richtige Reihenfolge bringen (3)
- Etwas zu tun das wir noch nicht gemacht haben (2)
- Mit anderen Gruppenmitgliedern debattieren (2)
- Herauszufinden welche Leistung alles hat (2)
- Das Sortieren

### **Was hat Ihnen am wenigsten gefallen und warum?**

- Alles weil es langweilig war (9)
- Das wir alles falsch hatten (7)
- Das Design der Karten, besser mit Bild oder Farbe (3)
- Dinge tun müssen die ich glaube nicht wissen zu müssen
- Das war nichts praktisches
- Die Karten sortieren
- Etwas fad weil wir solche Aktivitäten schon gemacht haben

### **Empfehlungen und Hinweise**

Die Lehrkraft meinte „Die SchülerInnen haben sich scheinbar nicht intensiv mit dem Material beschäftigt und waren der Meinung dass sie einfach nur den Stromverbrauch schätzten, aber nicht wirklich etwas lernten. Vielleicht wäre eine Untersuchung, bei der die SchülerInnen selbst den Energieverbrauch herausfinden können, effektiver.“

Die Hinweise sprechen allerdings dafür dass die SchülerInnen sehr wohl etwas lernten aber das Gefühl hatten es handle sich schon wieder um irgendein sortieren von Karten. Die Materialien haben sich als nützlich herausgestellt aber an der Unterrichtsmethode muss noch gearbeitet werden

### **Anhang**

[http://www.promotemsc.org/results/AT/Energie\\_Quiz.pdf](http://www.promotemsc.org/results/AT/Energie_Quiz.pdf)

## Energie Quiz

**Anleitung:**

- Schneide zuerst die Kärtchen aus.
- Ordne die Geräte nach ihrem Energieverbrauch! (Beacht die Anschlussleistung (W)! – Je höher diese ist, desto mehr Energie wird verbraucht.)
- Beginne mit dem Gerät, das den geringsten Energieverbrauch hat.
- Die Buchstaben auf den Kärtchen ergeben ein Wort, wenn die Geräte richtig gereiht wurden!

LÖSUNGSWORT: \_\_\_\_\_

 E	 M	 U	 S
 Z	 L	 U	 W
 H	 T	 C	 T

## Infoblatt: Energie-Quiz

LÖSUNG

Reihung

Energiesparlampe (60 W)	11 W	U
Radio	30 W	M
60 W – Glühbirne	60 W	W
Monitorbildröhre	100 W	E
Handmixer	300 W	L
Mikrowelle	900 W	T
Toaster	950 W	S
Kaffeemaschine	1 000 W	C
Espressomaschine	1 450 W	H
Staubsauger	1 800 W	U
Waschmaschine	2 150 W	T
Heizstrahler	2 200 W	Z



## FALLSTUDIE 5

**Titel der Fallstudie**    **Vektoren in Feldarbeit**

**Ursprungsland**        AT Team

### **Beschreibung**

Material über Vektoren wurde im Rahmen von Feldarbeit verwendet. Studierende erhielten Karte des Campusbereichs und ein Blatt Papier mit einer Aufgabe. Die Lösung der Aufgabe (ein Vektor) musste in der Karte eingezeichnet werden und führt zur Position der nächsten Station. Studierende mussten dann zur nächsten Station gehen und erhielten dort ein Blatt Papier mit der nächsten Aufgabe, deren Lösung wieder zur folgenden Station führte etc.

**Zielpublikum**        SchülerInnen, Alter 15 Jahre

**Schlüsselwörter**     Vektoren, Feldarbeit

**Unterrichtsmethode**   Feldarbeit, Frontalunterricht, Arbeit in Kleingruppen

### **Hintergrund**

In einem Seminar über Unterrichtsmethoden für zukünftige Mathematik-LehrerInnen konnten die Studierenden eines von vier Materialien aus PROMOTE MSc (Vektoren, Geometrie im Raum, Brüche, Mathematik im Turnsaal) und eine von fünf Unterrichtsmethoden aus MOTIVATE ME (Frontalunterricht, Arbeit in Kleingruppen, Feldarbeit, peer teaching, aktives Lernen) auswählen. Mit den gewählten Materialien und Methoden sollte eine Unterrichtseinheit (60 Minuten) entwickelt und im Seminar vorgeführt werden (die anderen Studierenden wurden aufgefordert sich wie SchülerInnen zu verhalten).

### **Inhalt**

“Materialien für Vektoren”, Einheiten 2-8

([http://www.promotemsc.org/results/AT/Materialien\\_fuer\\_Vektoren.pdf](http://www.promotemsc.org/results/AT/Materialien_fuer_Vektoren.pdf))

### **Evaluation**

Studierende und Lehrende haben die Kombination der Vektormaterialien mit Feldarbeit als interessanteste der vorhandenen Auswahlmöglichkeiten

bezeichnet. Die meisten Studierenden antworteten „deutliche Zustimmung“ oder „Zustimmung“ auf die Frage „hat Ihnen die Unterrichtseinheit gefallen“. Ebenso wurde von der Mehrheit der Studierenden „deutlich zugestimmt“ oder „zugestimmt“ das sie etwas Neues gelernt haben. Viele Studierende haben positiv kommentiert dass die Einheit außerhalb des Klassenzimmers stattfand.

### **Empfehlungen und Hinweise**

Benötigt ausreichende Vorbereitungszeit.

---

## **Vektoren in Feldarbeit**

### **Zusammenfassung**

Lehramtsstudierende haben die PROMOTE MSc „Materialien für Vektoren“ (Einheiten 2-8) verwendet und eine Unterrichtseinheit unter Verwendung von Feldarbeit entwickelt. Diese Einheit wurde dann vor anderen Studierenden vorgeführt. Die Einheit begann mit einer Wiederholung von Vektoreigenschaften (Frontalunterricht) und einer Erklärung der Organisation der Einheit. Die Studierenden mussten Gruppen bilden und erhielten eine Karte des Campusbereichs, ein Blatt Papier mit einer Aufgabe, und ein Blatt Papier zum Rechnen und Niederschreiben der Ergebnisse. Sie wurden aufgefordert die Aufgabe zu lösen (Arbeit in Kleingruppen). Die Lösung (ein Vektor) musste auf der Karte eingezeichnet werden und ergab die Position der nächsten „Station“, d.h. des Ortes, an dem ein Blatt Papier mit der nächsten Aufgabe gefunden werden konnte. Am Ende der Einheit waren die Studierenden zurück im Klassenzimmer und gaben das Blatt mit den Lösungen an die Lehrpersonen.

### **Hintergrund**

In einem Seminar über Unterrichtsmethoden für zukünftige Mathematik-LehrerInnen konnten Gruppen von je 2 Studierenden eines von vier Materialien aus PROMOTE MSc (Vektoren, Geometrie im Raum, Brüche, Mathematik im Turnsaal) und eine von fünf Unterrichtsmethoden aus MOTIVATE ME (Frontalunterricht, Arbeit in Kleingruppen, Feldarbeit, peer teaching, aktives Lernen) auswählen. Sie hatten ca. 1 Monat Zeit, mit den gewählten Materialien

und Methoden eine Unterrichtseinheit (60 Minuten) zu entwickeln, die anschließend im Seminar vor 16 Studierenden vorgeführt wurde.

### **Studie**

Zwei Lehramtsstudentinnen erhielten die „Materialien für Vektoren“ etwa ein Monat vor der geplanten Unterrichtseinheit. Sie wählten Einheit 2-8 aus und verwendeten hauptsächlich Feldarbeit. Zur Vorbereitung kamen die Studentinnen am Morgen vor der Einheit zum Campus und montierten die Blätter mit den Aufgaben an vier bestimmten Positionen im Campus (größtenteils im Freien).

Am Anfang der Einheit gaben die Studentinnen eine fünfminütige Wiederholung in *Frontalunterricht* zu Vektoreigenschaften. Die Studierenden sollten dann vier Gruppen zu vier Personen bilden. Sie erhielten mehrere *Arbeitsblätter*:

- Eine Karte des Campusbereichs
- Ein Blatt Papier mit Erklärungen
- Ein Arbeitsblatt mit einer Aufgabe aus „Materialien für Vektoren“, Einheiten 2-8
- Ein Arbeitsblatt mit Zahlen 1-5, mit Platz zum Anschreiben der Lösungen
- Mehrere leere Blätter für Berechnungen

Die Erklärungen wurden dann von den Studentinnen zusammengefasst: Jede Gruppe muss die ihr zugeteilte Aufgabe im Klassenzimmer lösen. Dies führt zu einem Vektor, der die Startposition auf der Karte angibt. Die Studierenden sollen die Position in die Karte einzeichnen, dort hingehen, das Blatt mit der nächsten Aufgabe finden, die Aufgabe in Kleingruppenarbeit lösen (die Lösung ist ein Vektor), diesen Vektor zur derzeitigen Position addieren und so die nächste Position auf der Karte finden.

Die Studierenden begannen die Aufgaben in Gruppenarbeit zu lösen. Die Aufgaben waren hauptsächlich einfache Additionsaufgaben. Damit konnten die Studierenden sehr rasch die Lösung finden und zu den jeweiligen Startpositionen gehen. Die Studentinnen und zwei Hilfskräfte begaben sich ebenfalls zu den jeweiligen Positionen, sodass bei jeder Position eine Lehrkraft zur Hilfestellung zur Verfügung stand.

An ihrer Startposition fanden die Studierenden laminierte (wasserfeste) Umschläge mit mehreren Kopien der neuen Aufgabe. Sie nahmen ein Blatt pro

Gruppenmitglied und lösten die entsprechende Aufgabe in Gruppenarbeit. Die Lösung dauerte ca. 7-8 Minuten. Alle Aufgaben konnten mit der Hand ohne Taschenrechner gelöst werden. Dennoch verwendeten einige Studierende ihre Mobiltelefone als Taschenrechner. Ebenso verwendeten einige ihre Mobiltelefone wenn sie die richtige neue Position nicht finden konnten.

Am Ende kehrten die Studierenden ins Klassenzimmer zurück und übergaben ihre Berechnungsblätter und Lösungsblätter an die Studentinnen. Eigentlich wäre *Diskussion und Debatte* am Ende der Einheit geplant gewesen, dies musste aus Zeitgründen entfallen.

### **Analyse**

Alle TeilnehmerInnen erhielten die Fragebögen und füllten sie unmittelbar nach der Unterrichtseinheit aus. Von allen in diesem Seminar getesteten Kombinationen der vier PROMOTE MSc Materialien (Vektoren, Geometrie im Raum, Brüche, Mathematik im Turnsaal) und fünf MOTIVATE ME Methoden (Frontalunterricht, Arbeit in Kleingruppen, Feldarbeit, peer teaching, aktives Lernen) wurde diese von den Studierenden als die interessanteste bewertet. Die meisten Studierenden (14) antworteten mit „deutlicher Zustimmung“ oder „Zustimmung“ auf die Frage „hat Ihnen die Unterrichtseinheit gefallen“. Ebenso wurde von der Mehrheit der Studierenden „deutlich zugestimmt“ oder „zugestimmt“ das sie etwas Neues gelernt haben.

Antworten auf „was hat Ihnen am besten gefallen“

- Es war toll draußen zu sein
- Nicht in der Klasse sein
- Draußen arbeiten
- Keine typische Mathe-Stunde
- Ich war noch nie draußen während einer Stunde, das war super
- Wir haben zusammengearbeitet
- Es hat viel mehr Spaß gemacht rauszugehen statt zu lernen

Antworten auf „was hat Ihnen am wenigsten gefallen“

- Wiederholung der Vektoren am Anfang
- Erklärung wie das alles geht

- Es hätte genügt die Organisation schriftlich zu erklären, die mündliche Erklärung war unnötig

Antworten auf „worüber möchten Sie mehr erfahren“

- Vektoren in der Realität
- Was hätten Sie gemacht wenn es geregnet hätte?
- Andere Mathe-Themen im Freien

Detaillierte Ergebnisse der Fragebögen (16 Studierende):

1. Mir hat die Unterrichtseinheit gefallen: 2.0
2. Ich habe etwas Neues gelernt: 2.2
3. Ich habe interessante Dinge gemacht: 1.0
4. Am interessantesten: Außerhalb der Klasse arbeiten (8 Studierende)
5. Am wenigsten interessant: Erklärung der Organisationsform (3 Studierende)
6. Möchte mehr herausfinden über: Feldarbeit in elementarer Mathematik

### **Empfehlungen und Hinweise**

Feldarbeit benötigt viel Vorbereitungszeit. Es ist eine gute Idee Zusatzzeit einzuplanen; die Einheit kann schnell länger dauern als man glaubt. Wir schlagen auch vor andere Lehrpersonen zur Mithilfe heranzuziehen, besonders wenn man das Schulgebäude verlassen will. Wenn man mit den SchülerInnen schon einmal Feldarbeit gemacht hat, kann man die organisatorischen Erklärungen auf ein Mindestmaß reduzieren.

## FALLSTUDIE 6

**Titel der Fallstudie**    **Geometrie im Raum in Gruppenarbeit**

**Ursprungsland**        AT Team

### **Beschreibung**

Material über Geometrie im Raum wurde im Rahmen von Arbeit in Kleingruppen verwendet. SchülerInnen erhielten ein Aufgabenblatt. Die Aufgaben mussten in Kleingruppen (4-5 Personen) gelöst werden, eine Aufgabe pro Gruppe. Die Lösungen sollten auf einem Poster erklärt werden. Am Ende der Stunde hatte jede Gruppe 5 Minuten Zeit das Poster zu präsentieren. Die Poster wurden dann zusammen mit den Aufgaben im Klassenzimmer aufgehängt.

**Zielpublikum**        SchülerInnen, Alter 15 Jahre

**Schlüsselwörter**     Geometrie im Raum, Arbeit in Kleingruppen

**Unterrichtsmethode**   Arbeit in Kleingruppen, Präsentationen, Diskussion und Debatte, Frontalunterricht

### **Hintergrund**

Die Lehrerin eines Gymnasiums in Wien erhielt das PROMOTE MSc Material Geometrie im Raum und das Buch über Unterrichtsmethoden aus MOTIVATE ME und entschied sich für die Methode Gruppenarbeit. Damit bereitete sie eine 50-Minuten-Unterrichtseinheit vor und führte diese durch.

### **Inhalt**

Fürst/Molnar/Pohanel: A guidebook of three-dimensional Space, pp. 61-65.

### **Evaluation**

Die Einheit hat einigen SchülerInnen gefallen, manchen nicht. Die meisten SchülerInnen haben „deutliche Zustimmung“ oder „Zustimmung“ geäußert auf die Frage ob die etwas Neues gelernt haben. Eine Mehrheit stimmte deutlich zu oder stimmte zu, dass die Einheit interessant gewesen wäre.

Die Lehrerin hat sehr positive Rückmeldung über das Material und das Methodenbuch gegeben, sowie die gewählte Unterrichtsmethode als sehr

passend zum Material bezeichnet. Sie war der Meinung die SchülerInnen haben sich mit dem Material beschäftigt und die Unterrichtsmethode als angenehm empfunden. Sie hätte gerne das gesamte Material in Deutsch zur Verfügung gehabt.

### **Empfehlungen und Hinweise**

Denken Sie über die Gruppenzusammensetzung nach und darüber, ob die Gruppen von der Lehrperson oder den SchülerInnen gebildet werden sollen.

---

## **Geometrie im Raum in Gruppenarbeit**

### **Zusammenfassung**

Die Lehrerin erhielt das PROMOTE MSc Material „Geometrie im Raum“ (“A guidebook of three-dimensional space”) (und verwendete davon Seite 61-65) in Englisch und das Buch mit den Unterrichtsmethoden aus MOTIVATE ME. Sie bereitete eine Unterrichtseinheit mit den Methoden *Arbeit in Kleingruppen* und *Präsentationen* vor. Diese Einheit wurde in einer Klasse im Regelunterricht durchgeführt. Die Einheit begann mit dem Überprüfen der Hausübung und einer kurzen Wiederholung der letzten Einheit (grundlegende Eigenschaften und Operationen mit Vektoren im Raum), gefolgt von einer Erklärung der Organisation der Einheit. Die SchülerInnen wurden von der Lehrerin in Kleingruppen eingeteilt und erhielten ein Blatt Papier mit einer Aufgabe (Textaufgabe) pro Gruppe. Die SchülerInnen wurden aufgefordert die Aufgabe in Gruppenarbeit zu lösen. Die Gruppe sollte dann ein Poster entwerfen welches die Lösung erklärt. Am Ende der Stunde wurden die Poster in der Klasse von den einzelnen Gruppen präsentiert.

### **Hintergrund**

Die Lehrerin (Mathematik- und Psychologielehrerin mit drei Jahren Berufserfahrung) eines Gymnasiums in Wien erhielt das PROMOTE MSc Material Geometrie im Raum und das Buch über Unterrichtsmethoden aus MOTIVATE ME und entschied sich für die Methode *Gruppenarbeit*. Damit bereitete sie eine 50-Minuten-Unterrichtseinheit vor und führte diese mit ihrer Klasse (24 SchülerInnen, 15-16 Jahre alt) im Regelunterricht durch.

## Studie

Die Lehrerin erhielt das Material etwa zwei Wochen vor der Unterrichtsstunde. Sie las das Material und wählte Textaufgaben aus den Seiten 61-65. Diese bereitete sie so vor dass sie in *Kleingruppen* gut bearbeitet werden konnten. Sie bereitete auch Arbeitsblätter mit einer Aufgabe pro Blatt für fünf Gruppen vor.

Am Anfang der Einheit wurde die *Hausübung* überprüft und in fünf Minuten *Frontalunterricht* der Stoff der letzten Einheit (grundlegende Vektoreigenschaften und Vektoroperationen im Raum) wiederholt. Die SchülerInnen wurden dann aufgefordert fünf Gruppen zu bilden (nach Auswahl der Lehrerin). Jede Gruppe erhielt ein Arbeitsblatt mit je einer Textaufgabe.

Danach wurde eine Anleitung gegeben: Jede Gruppe sollte die Aufgabe in Gruppenarbeit lösen und ein Poster mit der Erklärung der Lösung entwerfen, welches dann der Klasse präsentiert werden sollte.

Die SchülerInnen begannen mit dem Lösen der Aufgaben in Kleingruppen. Die Gruppen benötigten ca. 10 Minuten für die Lösung der Aufgaben. Danach wurden die Poster entworfen, was ebenfalls ca. 10 Minuten in Anspruch nahm.

Am Ende der Stunde *präsentierten* die Gruppen ihre Poster (ca. 5 Minuten pro Präsentation). Die Poster wurden dann an die Wand des Klassenzimmers geklebt, zusammen mit dem entsprechenden Arbeitsblatt. Die SchülerInnen wurden am Ende aufgefordert über eventuell mögliche Verbesserungen der einzelnen Lösungen nachzudenken und diese in der nächsten Einheit zu *diskutieren*.

## Analyse

Alle (24) SchülerInnen und die Lehrerin erhielten die Fragebögen und füllten sie unmittelbar nach der Stunde aus. Die Einheit hat einigen SchülerInnen sehr gefallen (10), manchen nicht (6). Die meisten SchülerInnen (21) haben „deutliche Zustimmung“ oder „Zustimmung“ geäußert auf die Frage ob die etwas Neues gelernt haben. Eine Mehrheit stimmte deutlich zu oder stimmte zu (15), dass die Einheit interessant gewesen wäre.

Die Lehrerin hat sehr positive Rückmeldung über das Material und das Methodenbuch gegeben, sowie die gewählte Unterrichtsmethode als sehr passend zum Material bezeichnet. Obwohl sie vorher nur sehr selten Gruppenarbeit verwendete, hat sie sich mit der Methode wohlgeföhlt. Sie war der Meinung die SchülerInnen haben sich mit dem Material beschäftigt und die Unterrichtsmethode als angenehm empfunden. Sie hätte gerne das gesamte Material in Deutsch zur Verfügung gehabt.

Antworten auf „was hat Ihnen am besten gefallen“:

- Zusammenarbeit
- Die Aufgabe war interessant
- Meinen Freunden helfen
- Ich habe das Poster gemacht
- Die Präsentation
- Poster zeichnen

Antworten auf „was hat Ihnen am wenigsten gefallen“:

- Echt öde Einführung
- Bei den Präsentationen zuhören
- Ich möchte meine eigene Gruppe, nicht von der Lehrerin hören wo ich hin soll

Antworten auf „worüber möchten Sie mehr erfahren“

- 3-D Vektorgraphik in Computerspielen
- Ob die anderen Klassen auch Poster machen
- Wo kann man sonst noch Vektoren im Raum verwenden – Computer, Spiele?

Detaillierte Ergebnisse der Fragebögen (24 SchülerInnen):

1. Mir hat die Unterrichtseinheit gefallen: 2.5
2. Ich habe etwas Neues gelernt: 1.5
3. Ich habe interessante Dinge gemacht: 2.0
4. Am interessantesten: Posterpräsentation (8 SchülerInnen), Poster zeichnen (5 SchülerInnen)
5. Am wenigsten interessant: Wiederholung über Vektoreigenschaften (2 SchülerInnen)
6. 3-D Vektorgraphik in Computerspielen

### **Empfehlungen und Hinweise**

Es wäre gut darüber nachzudenken ob die Gruppen von der Lehrperson oder den SchülerInnen zusammengesetzt werden. Dies hängt auch davon ab wie gut man die Klasse kennt und ob man vorgeformte Gruppen durchmischen will, ebenso von der Geschlechtsverteilung etc.

## FALLSTUDIE 7

**Titel der Fallstudie**    **Geometrie im Raum in Feldarbeit**

**Ursprungsland**        AT Team

### **Beschreibung**

Material über Geometrie im Raum wurde im Rahmen von Feldarbeit verwendet. Die Studierenden bildeten Gruppen zu fünf Personen und erhielten eine Karte des Campusareals, eine Digitalkamera und ein Blatt mit einer Aufgabe pro Gruppe. Die Lösung musste in ein Antwortblatt eingetragen werden, praktische Aktivitäten (messen etc.) sollten mit der Digitalkamera festgehalten werden. In der nächsten Einheit erklärten die Studierenden die Aufgaben, zeigten die Fotos, und präsentierten die Antworten mit PowerPoint.

**Zielpublikum**        SchülerInnen, Alter 16 Jahre

**Key words**            Geometrie im Raum, Feldarbeit

**Unterrichtsmethode**    Feldarbeit, Arbeit in Kleingruppen, Präsentation

### **Hintergrund**

In einem Seminar über Unterrichtsmethoden für zukünftige Mathematik-LehrerInnen konnten die Studierenden eines von vier Materialien aus PROMOTE MSc (Vektoren, Geometrie im Raum, Brüche, Mathematik im Turnsaal) und eine von fünf Unterrichtsmethoden aus MOTIVATE ME (Frontalunterricht, Arbeit in Kleingruppen, Feldarbeit, peer teaching, aktives Lernen) auswählen. Mit den gewählten Materialien und Methoden sollten zwei Unterrichtseinheit (je 45 Minuten) entwickelt und im Seminar vorgeführt werden (die anderen Studierenden wurden aufgefordert sich wie SchülerInnen zu verhalten).

### **Inhalt**

Fürst/Molnar/Pohanel: A guidebook of three-dimensional space, pp. 74-119.

### **Evaluation**

Studierende haben die Kombination von Geometrie im Raum mit Feldarbeit die beste Bewertung bei Lerneffekt und Interesse gegeben. Viele Studierende haben positiv erwähnt dass die Einheit außerhalb des Klassenzimmers stattfand,

das es eine ungewöhnliche Aktivität war, und das Bewegung und praktisches Arbeiten den Lernprozess unterstützt hat.

### **Empfehlungen und Hinweise:**

Es wäre günstig wenn die SchülerInnen schon Erfahrung mit Feldarbeit und Gruppenarbeit haben, da das Lösen der Aufgaben Koordination innerhalb der Gruppe erfordert.

---

## **Geometrie im Raum in Feldarbeit**

### **Zusammenfassung**

Lehramtsstudierende haben das PROMOTE MSc Material „A guidebook of three-dimensional space“ (Aufgaben aus den Seiten 74-119) verwendet und zwei Einheiten mit Feldarbeit vorbereitet. Diese Einheit wurde dann vor anderen Studierenden vorgeführt. Die Einheit begann mit einer Erklärung des Ablaufs. Die Studierenden mussten dann Gruppen bilden und erhielten eine Karte des Campusareals, ein Arbeitsblatt, mehrere leere Blätter, sowie eine Digitalkamera. Sie wurden aufgefordert die Aufgaben in der Gruppe zu lösen und praktische Arbeiten mit der Digitalkamera zu dokumentieren. Die Lösungen wurden auf die leeren Blätter notiert. In der nächsten Stunde sollten die Studierenden eine PowerPoint-Präsentation (unter Verwendung der Digitalfotos) vorführen, um die Aufgaben vorzuzeigen und die Lösungen zu präsentieren.

### **Hintergrund**

In einem Seminar über Unterrichtsmethoden für zukünftige Mathematik-LehrerInnen konnten Gruppen von je 2 Studierenden eines von vier Materialien aus PROMOTE MSc (Vektoren, Geometrie im Raum, Brüche, Mathematik im Turnsaal) und eine von fünf Unterrichtsmethoden aus MOTIVATE ME (Frontalunterricht, Arbeit in Kleingruppen, Feldarbeit, peer teaching, aktives Lernen) auswählen. Sie hatten ca. 1 Monat Zeit, mit den gewählten Materialien und Methoden eine Doppeleinheit (2x45 Minuten, mit 3 Tagen Abstand) zu entwickeln, die anschließend im Seminar vor 15 Studierenden vorgeführt wurde.

## Studie

Ein Student und eine Studentin erhielten das Material „A guidebook of three-dimensional space“ in Englisch etwa einen Monat vor der geplanten Einheit. Sie wählten Aufgaben aus den Seiten 74 – 119 aus, um eine Doppelstunde mit *Feldarbeit*, *Arbeit in Kleingruppen* and *Präsentationen* vorzubereiten. Zur Vorbereitung kamen die beiden Studierenden eine Woche vor der Einheit auf den Campus um die praktischen Aufgaben auszuprobieren.

Am Beginn der Stunde wurden die Studierenden aufgefordert vier etwa gleich große Gruppen zu bilden. Sie erhielten folgendes Arbeitsmaterial:

- Eine Karte des Campusareals
- Ein Blatt Papier mit Erklärungen
- Ein *Arbeitsblatt* mit einer praktischen Aufgabe pro Gruppe aus „A guidebook of three-dimensional space“
- Ein *Arbeitsblatt* mit Platz zum Anschreiben der Lösungen
- Mehrere leere Blätter für Berechnungen
- Eine Digitalkamera

Die Erklärungen wurden dann von den Lehrenden zusammengefasst: Jede Gruppe muss zu einer auf der Karte gegebenen Position gehen (die Positionen waren nicht eingezeichnet sondern als Vektoren gegeben), die entsprechende Aufgabe in Gruppenarbeit lösen, Fotos der Aktivitäten anfertigen (z.B. Messen von Winkeln, Höhen etc.), und die Lösungen am Arbeitsblatt eintragen.

Die Studierenden begannen mit der *Feldarbeit*, verließen das Klassenzimmer und begannen die Aufgaben in *Gruppenarbeit* zu lösen. Es handelte sich um praktische Aufgaben: Messen und Berechnen der Höhe eines Baumes, Messen und Berechnen des Rauminhalts eines Schwimmbeckens, Abschätzen der Höhe verschiedener Dächer, und Verwenden eines einfachen Theodoliten. Die beiden Lehrkräfte gingen zu den Positionen (diese waren recht nah beieinander um sinnvolle Aufsicht zu ermöglichen), überwachten die Arbeit und gaben Hilfestellung, wenn es erforderlich war. Die meisten Gruppen teilten einen Studierenden dazu ein die Bilder zu machen während die anderen die Aufgabe lösten. In einer Gruppe schoss je ein Studierender für fünf Minuten die Bilder, dann wurde gewechselt. Die Studierenden benötigten zwischen 20 und 30 Minuten für die Aufgabe. Am Ende der ersten Stunde versammelten sich alle

Studierende im Klassenzimmer, und es wurde wiederholt das seine PowerPoint-Präsentation unter Verwendung der Fotos und der Arbeitsblätter zu gestalten sei und diese dann in der nächsten Einheit präsentiert werden musste.

In der zweiten Stunde (drei Tage später) wählten die meisten Gruppen einen Sprecher für die Präsentationen. Eine Gruppe präsentierte als Team mit wechselnden SprecherInnen. Die *Präsentationen* dauerten etwa 7 Minuten pro Gruppe, wobei alle Gruppen ausreichend Gebrauch von den Digitalfotos machten. Am Ende jeder Präsentation konnten die anderen Studierenden Fragen stellen. Alle Teams erhielten einige Fragen, da die Erklärungen zum Teil nur für die anderen Teammitglieder, nicht aber für den Rest der Klasse verständlich waren (z.B. Hinweise auf Werkzeuge die verwendet aber nicht erklärt wurden). Die Fragen wurden von den Teams (in einem Fall von einer Lehrkraft) beantwortet. Am Ende der Einheit wurden Fragen durch die Lehrkräfte gestellt um sicherzustellen dass das gemeinsame Thema aller Aufgaben erkannt wurde.

### **Analyse**

Alle TeilnehmerInnen erhielten die Fragebögen und füllten sie unmittelbar nach der Unterrichtseinheit aus. Von allen in diesem Seminar getesteten Kombinationen der vier PROMOTE MSc Materialien (Vektoren, Geometrie im Raum, Brüche, Mathematik im Turnsaal) und fünf MOTIVATE ME Methoden (Frontalunterricht, Arbeit in Kleingruppen, Feldarbeit, peer teaching, aktives Lernen) erhielt diese von den Studierenden die beste Gesamtbewertung. Alle drei quantitative Fragen (Interesse, Gefallen, Lerneffekt) antworteten die meisten Studierenden mit „deutlicher Zustimmung“ oder „Zustimmung“, was bei den meisten anderen Einheiten nicht der Fall war.

Antworten auf „was hat Ihnen am besten gefallen“

- Werkzeug verwenden
- Die Klasse zu verlassen
- Draußen sein
- Es war lustig mit den Händen zu Arbeiten
- Ich wünschte mir Mathe wäre immer so interessant
- Es hat geholfen nicht allein sondern in der Gruppe zu Arbeiten
- Die Lehrer haben nicht immer nur geredet

Antworten auf „was hat Ihnen am besten gefallen“

- Entscheiden wer was macht
- Ich durfte keine Fotos machen
- Ich glaube die Fragen am Ende hätten sie sich sparen können

Antworten auf „worüber möchten Sie mehr erfahren“

- Wo kann man sonst noch Geometrie im Leben finden?
- Warum gibt es so viele verschiedene Dächer?
- Der Theodolit
- Wie kann man Feldarbeit in anderen Teilen des Lehrplans verwenden?

Detaillierte Ergebnisse der Fragebögen (15 Studierende):

1. Mir hat die Unterrichtseinheit gefallen: 1.3
2. Ich habe etwas Neues gelernt: 1.5
3. Ich habe interessante Dinge gemacht: 1.2
4. Am interessantesten: Außerhalb der Klasse arbeiten (9 Studierende)
5. Am wenigsten interessant: Diskutieren wer was macht (3 Studierende)
6. Möchte mehr herausfinden über: Feldarbeit in anderen Teilgebieten der Mathematik

### **Empfehlungen und Hinweise**

Feldarbeit benötigt viel Vorbereitungszeit. Wenn man mit den SchülerInnen schon einmal Feldarbeit gemacht hat, kann man die organisatorischen Erklärungen auf ein Mindestmaß reduzieren. Außerdem ist dann die Koordination innerhalb der Gruppen einfacher. Es hat sich auch bewährt, Feldarbeit mit Präsentationen oder einer Zusammenfassung abzuschließen um eine Verbindung zu den anderen Stunden herzustellen.

## FALLSTUDIE 8

**Titel der Fallstudie** Ebene Geometrie in Feldarbeit

**Ursprungsland** AT Team

### **Beschreibung**

Material über ebene Geometrie wurde im Rahmen von Feldarbeit eingesetzt. SchülerInnen erhielten ein Blatt Papier mit Konzepten aus der ebenen Geometrie und Erklärungen wie sie diese Konzepte darstellen sollen, sowie eine Digitalkamera. Die SchülerInnen bildeten Gruppen zu 4-5 Personen und gingen in den Turnsaal. Die einzelnen Konzepte wurden dargestellt und dies mit der Digitalkamera aufgenommen. Die SchülerInnen kamen dann zurück in die Klasse und erklärten die Konzepte den MitschülerInnen unter Verwendung der Digitalbilder.

**Zielpublikum** SchülerInnen, Alter 13 Jahre

**Schlüsselwörter** Ebene Geometrie, Dreiecke, Feldarbeit, Turnsaal

**Unterrichtsmethode** Feldarbeit, Arbeit in Kleingruppen, Brainstorming, peer teaching

### **Hintergrund**

Die Lehrerin eines Gymnasiums in Wien erhielt das PROMOTE MSc Material „Mathematik im Turnsaal“ und das Buch über Unterrichtsmethoden aus MOTIVATE ME und entschied sich für die Methode Feldarbeit. Damit bereitete sie eine 50-Minuten-Unterrichtseinheit vor und führte diese durch.

### **Inhalt**

„Mathematik im Turnsaal“

([http://www.promotemsc.org/results/AT/Mathematik\\_im\\_Turnsaal.pdf](http://www.promotemsc.org/results/AT/Mathematik_im_Turnsaal.pdf))

### **Evaluation**

Die überwiegende Mehrheit der SchülerInnen äußerte „deutliche Zustimmung“ oder „Zustimmung“ dass ihnen die Einheit gefallen habe. Eine Mehrheit stimmte zu dass die Einheit interessant gewesen sei. Uneinheitliche Antworten gab es auf die Frage, ob Neues gelernt worden sei.

Die Lehrerin äußerte sich sehr positiv über das Material und die Methoden und empfand die Methode sehr passend für das Material. Obwohl die Feldarbeit- und peer-teaching--Methode neu für sie war, fühlte sie sich wohl damit. Sie hatte auch den Eindruck, dass sich die SchülerInnen mit dem Material beschäftigten und ihnen auch die Feldarbeit zusagte. Sie hätte sich mehr Unterstützung beim peer-teaching erwartet.

### **Empfehlungen und Hinweise:**

Die Zusammensetzung der Gruppen spielt oft eine entscheidendere Rolle als das Material. In jenen Gruppen die gut zusammenarbeiteten gab es positive Ergebnisse, in den anderen ging die Anfangs vorhandene Motivation bald verloren.

---

## **Ebene Geometrie in Feldarbeit**

### **Zusammenfassung**

Die Lehrerin erhielt das PROMOTE MSc Material „Mathematik im Turnsaal“ in Deutsch und das Buch mit den Unterrichtsmethoden aus MOTIVATE ME. Sie bereitete eine Unterrichtseinheit mit den Methoden *Feldarbeit*, *Arbeit in Kleingruppen* und *peer teaching* vor. Diese Einheit wurde in einer Klasse im Regelunterricht durchgeführt. Die Einheit begann mit einer Erklärung der Organisation und der Unterrichtsform. Die SchülerInnen mussten Gruppen zu 4-5 Personen bilden und erhielten ein Arbeitsblatt mit jeweils einem Konzept der ebenen Geometrie sowie eine Digitalkamera. Alle Gruppen gingen dann in den Turnsaal der Schule und mussten die Konzepte auf irgendeine Weise darstellen (z.B. mit verschiedenen Objekten, die im Turnsaal verfügbar waren, z.B. Seile und Bälle, oder auch mit ihrem Körper). Jede Gruppe fotografierte die Darstellungen mit der Digitalkamera. Am Ende der Stunde (wieder zurück im Klassenzimmer) mussten die Konzepte mit Hilfe der Digitalfotos den MitschülerInnen erklärt werden.

### **Hintergrund**

Die Lehrerin (Mathematik- und Physiklehrerin mit zwei Jahren Berufserfahrung) eines Gymnasiums in Wien erhielt das PROMOTE MSc

Material „Mathematik im Turnsaal“ und das Buch über Unterrichtsmethoden aus MOTIVATE ME und entschied sich für die Methoden *Feldarbeit* und *peer teaching*. Damit bereitete sie eine 50-Minuten-Unterrichtseinheit vor und führte diese mit ihrer Klasse (19 SchülerInnen, 13 Jahre alt) im Regelunterricht durch.

### **Studie**

Die Lehrerin erhielt das Material etwa drei Wochen vor der Unterrichtsstunde. Diese bereitete sie so vor, dass hauptsächlich *Feldarbeit* verwendet wurde, aber auch Elemente von *Arbeit in Kleingruppen* und *peer teaching*. Sie bereitete auch *Arbeitsblätter* mit einer Aufgabe pro Blatt (Konzepte der ebenen Geometrie: Schwerpunkt eines Dreiecks, Winkelsymmetrale, Höhe eines Dreiecks, Umkreis eines Dreiecks) für vier Gruppen vor.

Am Anfang der Stunde wurden in drei Minuten Frontalunterricht (Wiederholung der letzten Stunde) einige grundlegenden Ideen der ebenen Geometrie wiederholt. Die SchülerInnen sollten dann vier Gruppen zu je vier bis fünf Personen bilden, nach Wahl der SchülerInnen. Die Gruppen erhielten dann je ein Arbeitsblatt aus dem PROMOTE Material (je ein geometrisches Konzept, das dargestellt und erklärt werden musste), einige leere Blätter für Notizen, und eine Digitalkamera.

Danach wurde eine Anleitung gegeben: Jede Gruppe musste auf irgendeine Weise das gegebene geometrische Konzept darstellen (wobei alle Dinge im Turnsaal verwendet werden konnten), Bilder der Darstellungen machen, Notizen über ihre Ideen und den Grund für die Wahl der Darstellung anfertigen, und am Ende der Einheit das Konzept in der Klasse den MitschülerInnen erklären.

Die SchülerInnen gingen zusammen mit der Lehrerin in den Turnsaal (Eingang war im selben Gang wie die Klasse) und begannen die Konzepte in den Gruppen zu diskutieren. Für eine Gruppe war es dabei ziemlich schwierig zusammenzuarbeiten, weil die Mitglieder nur über ihre jeweils eigenen Ideen nachdachten. In einer anderen Gruppe dachten die Mitglieder zuerst getrennt über Ideen nach, erzählten diese dann der Gruppe, danach wurde abgestimmt welche Idee verwendet wird. Die anderen beiden Gruppen machten ein *Brainstorming* und wählten danach eine Idee aus. Dann begannen die Gruppen ihre Ideen darzustellen, wobei Seile, Stangen, Fußbälle, und die eigenen Körper verwendet wurden. Diese Aktivitäten wurden mit der Digitalkamera fotografiert. In drei Gruppen fotografierte je ein Mitglied, die vierte Gruppe bat

die Lehrerin die Fotos zu machen da sie alle mit der Darstellung beschäftigt waren. Die Feldarbeit dauerte ca. 20 Minuten.

Nach der Feldarbeit kamen die SchülerInnen wieder in die Klasse zurück, und jede Gruppe erklärte ihr Konzept den anderen Gruppen (unter Verwendung ihrer Notizen und der Digitalkamera, die an einen Datenprojektor angeschlossen wurde) im *peer teaching*. Am Ende der Stunde schrieb die Lehrerin alle vier Konzepte zusammen mit je einer graphischen Darstellung an die Tafel.

### **Analyse**

Alle (19) SchülerInnen und die Lehrerin erhielten die Fragebögen und füllten sie unmittelbar nach der Stunde aus. Die überwiegende Mehrheit der SchülerInnen (16) äußerte „deutliche Zustimmung“ oder „Zustimmung“ dass ihnen die Einheit gefallen habe. Eine Mehrheit stimmte zu dass die Einheit interessant gewesen sei. Uneinheitliche Antworten gab es auf die Frage, ob Neues gelernt worden sei: 10 SchülerInnen stimmten zu, 7 stimmten nicht zu, obwohl diese geometrischen Konzepte noch nicht im Unterricht durchgenommen worden waren.

Die Lehrerin äußerte sich sehr positiv über das Material und die Methoden und empfand die Methode sehr passend für das Material. Obwohl die Feldarbeit- und peer-teaching--Methode neu für sie war (Gruppenarbeit verwendet sie jedoch regelmäßig), fühlte sie sich wohl damit. Sie hatte auch den Eindruck, dass sich die SchülerInnen mit dem Material beschäftigten und ihnen auch die Feldarbeit zusagte (weniger allerdings das peer teaching). Sie hätte sich mehr Unterstützung beim peer-teaching erwartet.

Antworten auf „was hat Ihnen am besten gefallen“

- Wir haben uns in der Mathestunde bewegt
- Gute Idee den Turnsaal für Mathe zu benutzen
- Mit meinen Freunden zu arbeiten
- Bilder machen
- Das man sehen kann das Mathematik nicht nur Zahlen sind
- Meinen Freunden Mathe erklären

Antworten auf „was hat Ihnen am wenigsten gefallen“

- Meine Gruppe wollte nicht arbeiten
- Faule Gruppenmitglieder
- Ich fühle mich im Turnsaal nicht wohl, weil ich Turnen nicht mag

Antworten auf „worüber möchten Sie mehr erfahren“

- Können wir das noch mal machen?
- Mehr über Geometrie da draußen
- Spiele mit Bewegung und Mathematik (gibt's die?)

Detaillierte Ergebnisse der Fragebögen (19 SchülerInnen):

1. Mir hat die Unterrichtseinheit gefallen: 1.3
2. Ich habe etwas Neues gelernt: 2.5
3. Ich habe interessante Dinge gemacht: 1.8
4. Am interessantesten: Bewegung im Unterricht (3 SchülerInnen)
5. Am wenigsten interessant: Mit einer faulen Gruppe arbeiten (2 SchülerInnen)
6. Möchte mehr herausfinden über: Anwendungen der Geometrie außerhalb des Klassenzimmers

### **Empfehlungen und Hinweise**

Zum wiederholten male wollen wir die Wichtigkeit der Gruppenzusammensetzung erwähnen. Die Lehrerin hat eine Menge Zeit damit verbracht einige Gruppen zum zusammenarbeiten zu bringen. Jene Gruppen die bereit waren zusammenzuarbeiten (das waren nicht notwendigerweise jene die am Anfang schon motiviert waren) haben eine Menge aus der Stunde mitgenommen, jene mit Schwierigkeiten in der Gruppenarbeit haben bald das Interesse verloren, egal wie motivierend das Material ist. Dies hängt natürlich auch davon ab wie gut die Lehrkraft die SchülerInnen kennt, und wer die Zusammensetzung der Gruppen bestimmen soll: Lehrkraft oder SchülerInnen.



## FALLSTUDIE 9

**Titel der Fallstudie**    **Aufgaben mit Dächern**  
**Ursprungsland**        CZ Team

### **Beschreibung**

Dieser Aufsatz beschreibt die Untersuchung von Arbeitsblättern zu praktischen Problemen der Architektur. Er inkludiert die Analyse des Arbeitsblatts und die Evaluation von SchülerInnen- und LehrerInnen-Fragebögen.

**Zielpublikum**            SchülerInnen, Alter 12-16 Jahre

**Schlüsselwörter**        Aufgaben mit Dächern

**Unterrichtsmethode**    Arbeitsblätter

### **Hintergrund**

Diese Einheit wurde in einer Sekundarschule in Olomouc, Zeyerstraße, im Schuljahr 2007/2008 durchgeführt. Insgesamt wurden 190 SchülerInnen befragt, davon waren 85 weiblich und 105 männlich. Das Thema und die Arbeitsblätter wurden aus dem PROMOTE MSc Material von Josef Molnár, Jana Stránská and Diana Šteflová, entnommen. Die Unterrichtseinheit wurde von RNDr. Slavomíra Schubertová, PhD., durchgeführt, die zu dem Zeitpunkt Lehrerin an dieser Schule, sowie eine postgraduate Studentin am Institut für Algebra und Geometrie der Palacký Universität in Olomouc war.

### **Inhalt**

- I. Einführung
- II. Studie
- III. Analyse des Arbeitsblatts
- IV. Evaluation der SchülerInnen- und LehrerInnen-Fragebögen

### **Evaluation**

Zu Beginn versuchte die Lehrerin in den SchülerInnen Interesse an der Arbeit eines Architekten zu wecken und zeigte ihnen interessante praktische Aufgaben mit Dächern. Die SchülerInnen fanden vor allem die Anwendbarkeit und

Sinnhaftigkeit des Unterrichts motivierend. Das Arbeitsblatt war eine kreative Aktivität. Alle SchülerInnen waren konzentriert, motiviert, erfolgreich und arbeiteten selbstständig. Ihre Problemlösefähigkeit nahm stetig zu als sie an Erfahrung und Fähigkeiten dazu gewannen. Dieses spannende Thema war ein Impuls für sie, verschiedene architektonische Elemente zu entdecken. Einige wurden sogar in ihrer Berufswahl beeinflusst. Die Mädchen waren im Allgemeinen genauer, vorsichtiger und auch erfolgreicher beim Problemlösen. Die SchülerInnen zeigten ein ungewöhnliches Interesse an den Aufgaben. Anwendungsbeispiele überzeugten die SchülerInnen von der Brauchbarkeit der Geometrie und motivierten sie.

### **Empfehlungen und Hinweise**

Der Unterricht wurde mit SchülerInnen im Alter von 12 – 16 Jahren in einer Sekundarschule in Olomouc, Zeyerstraße, im Schuljahr 2007/2008 durchgeführt. Insgesamt wurden 190 SchülerInnen befragt, davon waren 85 weiblich und 105 männlich

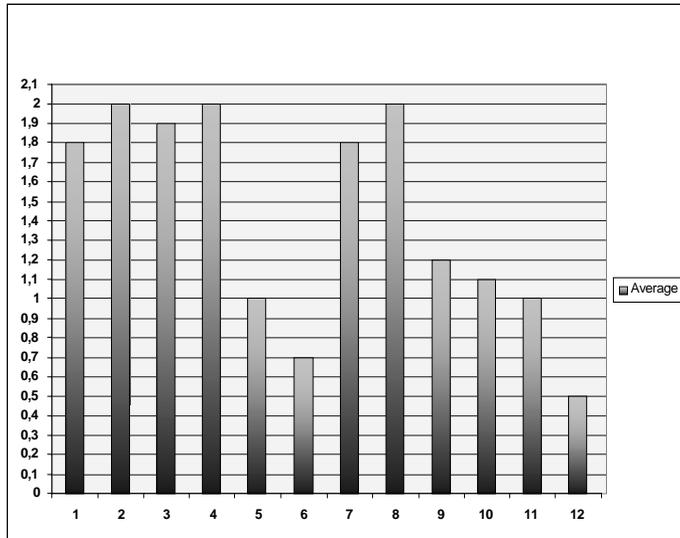
Zu Beginn versuchte die Lehrerin, RNDr. Slavomíra Schubertová, PhD., in den SchülerInnen Interesse an der Arbeit eines Architekten zu wecken und zeigte ihnen interessante praktische Aufgaben mit Dächern. Die SchülerInnen die Anwendbarkeit und Sinnhaftigkeit des Unterrichts sehr motivierend. JedeR SchülerIn erhielt ein Arbeitsblatt mit individuellen Aufgaben deren Schwierigkeitsgrad stetig anstieg. Die SchülerInnen schrieben ihre Lösungen direkt auf das Arbeitsblatt, welches im Anschluss ausgewertet wurde. Die SchülerInnen arbeiteten ohne Zeitvorgabe mit ihrer eigenen Arbeitsgeschwindigkeit. Dies war eine kreative Aktivität. Alle SchülerInnen waren konzentriert, motiviert, erfolgreich und arbeiteten selbstständig.

Den einzelnen Aufgaben wurden Punkte wie folgt zugeordnet: 1 Punkt für eine versuchte Lösung, 2 Punkte für eine teilweise Lösung, 3 Punkte für eine völlig richtige Lösung. Die durchschnittliche Punktezahl kann aus der folgenden Tabelle entnommen werden.

**Tabelle 1:** Durchschnittliche Punktezahl pro Aufgabe – 190 SchülerInnen einer Sekundarschule

<b>Aufgabe</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Punkte</b>	1,8	2,0	1,9	2,0	1,0	0,7	1,8	2,0	1,2	1,1	1,0	0,5

Aufgaben 4 und 8 scheinen besonders erfolgreich zu sein. 59 SchülerInnen lösten beide richtig. Die Problemlösefähigkeit der SchülerInnen nahm stetig zu als sie an Erfahrung und Fähigkeiten dazu gewannen.



**Abbildung 1:** Durchschnittliche Punktezahl pro Aufgabe

**Tabelle 2:** Anzahl der SchülerInnen, welche die entsprechende Aufgabe richtig gelöst haben

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Richtige Lösungen	47	47	50	59	2	5	50	59	7	3	3	0

**Tabelle 3:** Aufgaben geordnet nach der Anzahl der richtigen Lösungen

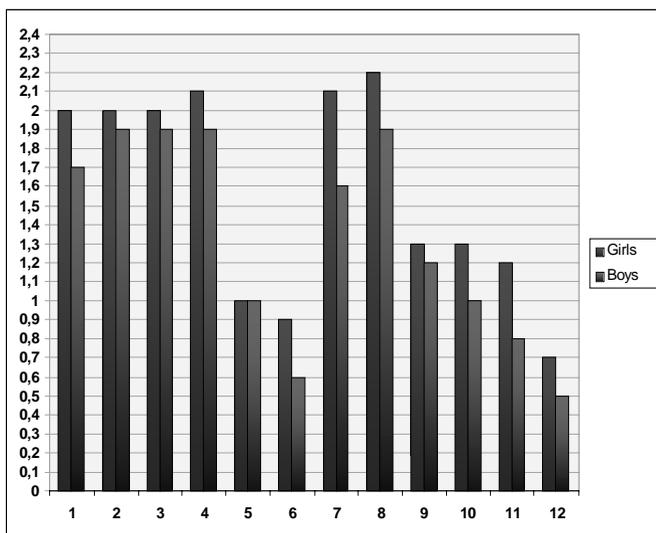
Aufgabe	4	8	7	3	1	2	9	6	10	11	5	12
Richtige Lösungen	59	59	50	50	47	47	7	5	3	3	2	0

Dieses spannende Thema war ein Impuls für sie, verschiedene architektonische Elemente zu entdecken. Einige ältere SchülerInnen wurden sogar in ihrer Berufswahl beeinflusst. Das Arbeitsblatt stellte den SchülerInnen kreative und dennoch realisierbare Aktivitäten zur Verfügung, sowie eine Auswahl von Aufgaben verschiedener Schwierigkeitsgrade. Dies führte zu einem guten Erfolg der SchülerInnen.

Die Mädchen waren im Allgemeinen genauer, vorsichtiger und auch erfolgreicher beim Problemlösen.

**Tabelle 4:** Durchschnittliche Anzahl richtiger Lösungen von Mädchen und Burschen

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mädchen	2,0	2,0	2,0	2,1	1,0	0,9	2,1	2,2	1,3	1,3	1,2	0,7
Burschen	1,7	1,9	1,9	1,9	1,0	0,6	1,9	1,9	1,2	1,0	0,8	0,5



**Abbildung 2:** Durchschnittliche Anzahl richtiger Lösungen von Mädchen und Burschen

Im Anschluss an die Einheit wurde den SchülerInnen ein Fragebogen mit sechs Fragen gegeben. Die Antwort auf die ersten drei Fragen wurden auf einer Fünf-Punkte-Skala gegeben: Deutliche Zustimmung (1), Zustimmung (2), Bin nicht sicher (3), Ablehnung (4), deutliche Ablehnung (5).

Die Fragen waren:

1. Mir hat die Einheit gut gefallen
2. Ich habe etwas Neues gelernt
3. Wir haben interessante Dinge in der Einheit gemacht

**Tabelle 5:** 42 SchülerInnen haben den Fragebogen ausgefüllt.

	(1) Deutliche Zustimmung	(2) Zustimmung	(3) Bin nicht sicher	(4) Ablehnung
<b>Frage 1</b>	10 (23,8 %)	30 (71,4 %)	2 (4,8 %)	0
<b>Frage 2</b>	3 (7,1 %)	22 (52,4 %)	16 (38,1%)	1 (2,4 %)
<b>Frage 3</b>	11 (26,2 %)	30 (71,4 %)	1 (2,4 %)	0

#### 4. Was hat Ihnen am besten gefallen und warum?

- Wir haben was neues gemacht statt der üblichen Stunde
- Wir haben gelernt wie Dächer aus der Luft aussehen
- Beobachten verschiedener Arten und Konstruktionen von Dächern und ihre Anpassung an gewisse Bedingungen
- Arten von Dächern – Ich wusste nicht dass die so eckig und complex sein können
- Dächer zeichnen
- Ich habe versucht ein Dach zu konstruieren
- Dächer, weil das lustig war
- Die Genauigkeit von Geometrie zu üben
- Zeichnen
- Alles, weil wir nicht gelernt haben
- Zeichnen war lustig, weil ich das mag
- Es war was Neues dass wir noch nicht kannten
- Es war eine nette Abwechslung
- Der Moment als die Lehrerin uns die Häuser gezeigt hat weil die interessant waren

### **5. Was hat Ihnen am wenigsten gefallen und warum?**

- Am Ende der Stunde hat es mir nicht mehr so gut gefallen
- Ein paar Konstruktionen waren schwierig für mich
- Alles war lustig und interessant
- Die kleinen und die einfachen Dächer waren nicht so lustig weil sie nicht so spannend waren
- Die Genauigkeit der Bilder war am wenigsten interessant
- Zeichnen mit dem Lineal weil ich es nicht finden konnte

### **6. Ich würde gerne mehr erfahren über:**

- Das Layout von Dingen im Haus
- Haus bauen
- Möbel in einer Wohnung
- Architektur
- Andere Teile von Häusern und Wohnungen
- Ich würde gerne schwierigere Zeichnungen machen
- Mir passt das so, die Stunden sind toll

### **Antworten der Lehrerin**

1. Das PROMOTE Material ist nützlich und hilft beim Unterricht 1
2. Die Unterrichtsmethoden waren gut gewählt 1
3. Die SchülerInnen haben sich für das Material interessiert 1
4. Die Unterrichtsmethoden haben die SchülerInnen motiviert 1
5. Das Material war passend für mich 1
6. Die Unterrichtsmethoden waren passend für mich 1
7. Was waren die positiven Dinge am Material und den Methoden?
  - Die SchülerInnen waren am Thema interessiert, aktiv und motiviert. Auch schwächeren SchülerInnen hat es gefallen wenn sie in ihrem eigenen Tempo arbeiten konnten.
8. Was würden Sie am Material oder den Methoden ändern?
  - Die Methode Arbeitsblatt gefällt mir, auch das Material war gut gewählt.

## FALLSTUDIE 10

**Titel der Fallstudie**     **Aktivitäten zur Entwicklung der Raumvorstellung**  
**Ursprungsland**         CZ Team

### **Beschreibung**

Dieser Aufsatz beschreibt die Untersuchung einer Unterrichtseinheit zur Entwicklung der Raumvorstellung. Er inkludiert die Analyse des Arbeitsblatts und die Evaluation von SchülerInnen- und LehrerInnen-Fragebögen.

**Zielpublikum**             SchülerInnen, Alter 13-14 Jahre

**Schlüsselwörter**         Karten, Würfel, Würfelnetz, Spielwürfel,  
Raumvorstellung

**Unterrichtsmethode**     Arbeit in Kleingruppen, gemeinschaftliches Lernen,  
aufgabenbasierendes Lernen

### **Hintergrund**

Die Einheit wurde in einer Schule in Olomouc (Gymnázium Olomouc – Hejčín) im Schuljahr 2008/2009 durchgeführt. Sie dauerte eine Stunde und 28 SchülerInnen nahmen daran teil. Einige Materialien, z.B. ‘Painted Cube’ wurden aus dem *Provide Motivation Through Exciting Materials in Mathematics and Science* Projekt verwendet. Die Einheit wurde von Bc. Alena Ondráčková, einer Studentin im Lehramts-Studiengang für Mathematik in Sekundarschulen an der Palacký Universität in Olomouc, während ihres ersten Unterrichtspraktikums durchgeführt.

### **Inhalt**

7. Einführung
8. Studie
9. Evaluation der SchülerInnen- und LehrerInnen-Fragebögen

### **Evaluation**

Nach den Fragebögen zu schließen gefiel die Einheit den SchülerInnen, insbesondere das Kartenspiel und der Wettbewerb. Dabei wurde vor allem die Gruppenarbeit positiv erwähnt. Die Aufgaben während der Einheit waren

allerdings nicht neu für die SchülerInnen und schienen für manche zu einfach zu sein. Die Aufgabe das Wohnzimmer zu möblieren hat den SchülerInnen am wenigsten gefallen und wurde als langweilig empfunden. Die Kombination von Wettbewerb und Gruppenarbeit war sehr erfolgreich in dieser Klasse, und die Zusammenarbeit funktionierte hervorragend. Die gewählten Methoden waren sehr motivierend.

### **Empfehlungen und Hinweise**

Eine Lehrkraft welche die Klasse regelmäßig unterrichtet weiß über deren Wissen und Kompetenzen bescheid und kann den Schwierigkeitsgrad der Aufgaben einfach an die SchülerInnen anpassen.

---

## **Aktivitäten zur Entwicklung der Raumvorstellung**

Die Einheit wurde in einer Schule in Olomouc (Gymnázium Olomouc – Hejčín) im Schuljahr 2008/2009 durchgeführt. Sie dauerte eine Stunde und 28 SchülerInnen im Alter von 13 – 14 Jahren nahmen daran teil. Die Einheit wurde von Bc. Alena Ondráčková, einer Studentin im Lehramts-Studiengang für Mathematik in Sekundarschulen an der Palacký Universität in Olomouc, während ihres ersten Unterrichtspraktikums entworfen und durchgeführt.

Die Stunde war in verschiedene Aktivitäten unterteilt, damit den SchülerInnen nicht langweilig wird. Meist wurde Arbeit in Kleingruppen durchgeführt. Die Einteilung der Klasse in Vierergruppen hat einfach und ohne Probleme funktioniert. Dies zeigte dass die SchülerInnen bereit waren sowohl mit der Lehramtsstudentin als auch untereinander zusammenzuarbeiten.

Die erste Aktivität war ein Kartenspiel welches die SchülerInnen motivieren und sie in das Thema der Einheit, nämlich die Entwicklung der Raumvorstellung, einführen sollte. Auf den Karten waren allerdings keine klassischen Symbole des Kartenspiels, sondern mathematische Aufgaben abgebildet. Die SchülerInnen mussten eine Aufgabe und die entsprechende Lösung zu Paaren zusammensetzen und versuchen so schnell wie möglich ihre Karten loszuwerden. Eine Karte hatte keinen passenden Partner – wer sie besaß hatte das Spiel also verloren. Auf dieser Karte war das Wort „Würfel“ geschrieben, was teilweise das Thema der Einheit war und teilweise auf die

nächste Aktivität hinwies – einer kurzen Wiederholung des Wissens über einen Würfel. Das Spiel wurde sehr gut von den SchülerInnen aufgenommen, was man durch enthusiastische Zwischenrufe während des gesamten Spiels erkennen konnte.

Die nächste Aktivität war das Möblieren eines Wohnzimmers. Die SchülerInnen erhielten zwei verschiedene Würfelnetze und wurden aufgefordert, vorgegebene Möbelstücke „am Boden“, „an der Decke“ und „an den Wänden“ des Zimmers in richtiger Projektion zu zeichnen. Jede Gruppe erhielt auch einen Spielwürfel um den SchülerInnen mit weniger entwickelter Raumvorstellung zu helfen. Das Zeitlimit für diese Aktivität war zehn Minuten, die meisten waren allerdings nicht sehr interessiert daran und gaben bereits nach fünf Minuten ab.

Die letzte Aktivität war ein Wettbewerb mit acht Stufen mit Textaufgaben. Die SchülerInnen arbeiteten immer noch in Gruppen. Am Anfang des Spiels erhielten alle ein Aufgabenblatt der ersten Stufe. Wenn sie dieses gelöst hatten, kam die Lehramtsstudentin und überprüfte die Lösungen. Waren sie alle richtig erhielten sie das Aufgabenblatt der nächsten Stufe. War etwas falsch blieb diese Gruppe auf der jeweiligen Stufe bis sie den Fehler gefunden und korrigiert hatte. Der natürliche Spieltrieb war bei dieser Aktivität sehr motivierend, sodass die SchülerInnen versuchten die Aufgaben der einzelnen Stufen so schnell wie möglich zu erledigen. Jede Stufe bestand aus Aufgaben zur Raumvorstellung, z.B. verschiedene Ansichten von Körpern, Würfelnetze, rotierende oder invertierte Körper. Die gegebenen Aufgaben waren ähnlich zu jenen, die in der Aufnahmeprüfung zur Masaryk Universität in Brno vorkommen. Obwohl solche Aufgaben eigentlich von Universitätseinsteigern gelöst werden sollten hatten die SchülerInnen keine großen Probleme damit und lösten sie sehr schnell. Obwohl die ersten drei Teams bereits alle acht Stufen fertig hatten bemühten sich die anderen Teams trotzdem so weit wie möglich zu kommen. Mehr als die Hälfte aller Teams schaffte alle acht Stufen. Während des Spiels konnte man beobachten dass den SchülerInnen diese Aktivität großen Spaß machte, was auch aus den Antworten auf die Fragebögen hervorging.

Am Ende der Stunde wurden die besten Zeichnungen von „Wohnzimmern“ bewertet.

Danach wurden die SchülerInnen gebeten die Fragebögen auszufüllen.

Die Fragen waren:

- V. Mir hat die Einheit gut gefallen
- VI. Ich habe etwas Neues gelernt
- VII. Wir haben interessante Dinge in der Einheit gemacht

**Tabelle 1:** Der Fragebogen wurde von 27 SchülerInnen ausgefüllt

	(1) Deutliche Zustimmung	(2) Zustimmung	(3) Bin nicht sicher	(4) Ablehnung	(5) Deutliche Ablehnung
<b>Frage 1</b>	20	5	1	0	1
<b>Frage 2</b>	4	7	6	8	2
<b>Frage 3</b>	16	6	4	0	1

**Was hat Ihnen am besten gefallen und warum?**

1. Laufen (Originalität), Teamwork (Kooperation)
2. Teamwork
3. Das Kartenspiel
4. Gruppenarbeit, das Kartenspiel
5. Alles weil wir nichts lernen mussten und es Spaß gemacht hat
6. Das wir einen Spielwürfel bekommen haben
7. Das Spiel mit den Stufen in Gruppen und auch das Kartenspiel, weil wir das auch in Gruppen gemacht haben
8. Alles weil es ganz was anderes war und weil es Teamwork war
9. Das Spiel mit den Stufen, Adrenalin + Wissen
10. Das letzte Spiel in Gruppen – tolle Kombination von Teamwork und Schnelligkeit in Form eines Wettbewerbs
11. Das wir mit anderen Teams um die Wette gespielt haben und versucht haben die Besten zu sein
12. Wettbewerb in Gruppen
13. Dreidimensionale Körper, Gruppenarbeit
14. Das Spiel mit den Stufen und die Zusammenarbeit in Gruppen
15. Die Art wie die Stunde organisiert war
16. Es war was völlig anderes, es war nicht langweilig

### **Was hat Ihnen am wenigsten gefallen und warum?**

1. Nichts
2. Wettbewerb (wir haben verloren)
3. Weiß ich nicht
4. Mit hat alles gefallen
5. Das Würfelnetz – zeichnen
6. Einige Aufgaben waren ziemlich einfach aber wenigstens mussten wir nicht so hart arbeiten
7. Das Wohnzimmer zeichnen – ich kann nicht zeichnen
8. Nichts, mir hat alles gefallen
9. Ich weiß nicht mir irgendwas nicht gefallen hat, ich glaube nicht
10. Nichts
11. Karten
12. Vielleicht die Wohnzimmer weil die so einfach waren
13. Das wir solche Aufgaben schon ein paar mal gesehen haben

### **Ich würde gerne mehr erfahren über:**

- Das Problemlösen
- Das Wohnzimmer
- Mathematik
- Dreidimensionale Körper
- Mehr Aufgaben mit rotierenden Körpern
- Wenn ich was nicht weiß kann ich nicht schreiben was ich nicht weiß
- Neue pädagogische Methoden
- Weiß ich nicht
- Nichts
- Knocheien

### **Antworten der Studentin**

- |  |   |
|--|---|
| 7. Das PROMOTE Material ist nützlich und hilft beim Unterricht | 2 |
| 8. Die Unterrichtsmethoden waren gut gewählt                   | 1 |

- |   |   |
|---|---|
| 9. Die SchülerInnen haben sich für das Material interessiert  | 2 |
| 10. Die Unterrichtsmethoden haben die SchülerInnen motiviert  | 1 |
| 11. Das Material war passend für mich   | 2 |
| 12. Die Unterrichtsmethoden waren passend für mich  | 1 |
| 13. Was waren die positiven Dinge am Material und den Methoden?   |   |
| • Die Methoden haben den Spieltrieb der SchülerInnen genützt, es war nicht nötig sie noch weiter zu motivieren. |   |
| 9. Was würden Sie am Material oder den Methoden ändern?   |   |
| • Das Material besser an das Wissen der SchülerInnen anpassen.  |   |

## FALLSTUDIE 11

**Titel der Fallstudie**    **Wellenbewegung**

**Ursprungsland**        CZ Team

### **Beschreibung**

Dieses Thema beginnt mit der Präsentation verschiedener Wellenbewegungen

**Zielpublikum**        SchülerInnen, Alter 15-16 Jahre

**Schlüsselwörter**    Wellenbewegung, Mechanische und  
elektromagnetische Wellen, mechanische  
Longitudinalwellenbewegung

**Unterrichtsmethode** Arbeit in Kleingruppen, Partnerarbeit, Diskussion,  
Fragen

### **Hintergrund**

Eine Lehrkraft einer Schule in Olomouc entwarf diese Einheit. Das Gymnázium Olomouc-Hejčín ist als eine der besten Sekundarschulen in Tschechien bekannt. Durch einen rigorosen Lehrplan werden die SchülerInnen zu guten Erfolgen herausgefordert und für einen guten Start eines Universitätsstudiums vorbereitet.

Die Schule ist mit modernen Lehrmaterialien und IT ausgestattet. Sie hat 2 Physiklabors und weitere Speziallabors für Chemie und Biologie, sowie eine Anzahl spezieller thematischer Klassenzimmer (2 für Physik, je eines für Chemie, Mathematik, Geographie, Kunst, und Musik). Eine Neuanschaffung ist das Multimedia-Klassenzimmer in dem alle Gegenstände mit Computerhilfe unterrichtet werden können. Alle Schulcomputer sind über optische high-speed-Kabel ans Internet angeschlossen.

### **Inhalt**

Verschiedene Arten von Wellenbewegungen

Experimente und grundlegende physikalische Größen

### **Evaluation**

Den meisten SchülerInnen haben die Stunden gefallen. Die SchülerInnen bevorzugten das aktive Lernen, die Gruppenarbeit und das Durchführen der

Experimente. Die Präsentationen der Experimente zeigten, dass die SchülerInnen gute Denker sind und diese Präsentationen gerne durchführten.

### **Empfehlungen und Hinweise**

Lassen Sie die SchülerInnen physikalische Größen zusammenfassen, z.B.: Frequenz, Periode, Wellengeschwindigkeit, Wellenlänge, Amplitude, sowie die Verbindung zwischen diesen Größen. Lassen Sie sie dann die Bedingungen für stehende Wellen wiederholen.

Lassen Sie die SchülerInnen zu zweit Beispiele für Wellen und Wellenbewegungen im täglichen Leben aufschreiben, und diese dann in der Gruppe (6 Personen) zusammenfassen. Lassen Sie die SchülerInnen verschiedene Arten von Wellenbewegungen diskutieren und an die Tafel schreiben, und dann Beispiele zu den einzelnen Arten aus dem täglichen Leben dazuschreiben.

---

## **Wellenbewegungen**

### **Hintergrund**

*Jiri Kvapil* entwarf diese Einheiten. Die Themen wurden als PROMOTE MSc Materialien publiziert. Der Lehrer verwendete die Unterrichtsmethoden die im MOTIVATE ME Buch beschrieben sind. Jiri begann seine Karriere als Lehrer an der Schule in Olomouc vor einigen Jahren. Es war seine erste Stelle als Lehrer. Er ist mit dem Mathematik- und Physikunterricht dort sehr zufrieden, weil die SchülerInnen talentiert und motiviert sind. Er hat derzeit auch nicht vor die Schule zu wechseln. Jiri möchte seine Unterrichtserfahrung hier mit anderen teilen. Er unterteilte das Thema in 2 Unterrichtseinheiten (je 45 Minuten):

### **Einheit 1**

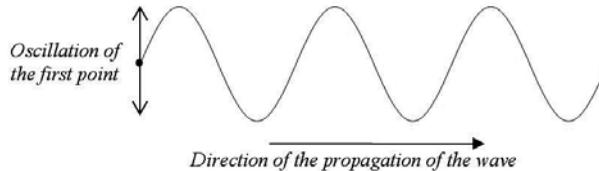
#### **Thema: Verschiedene Arten von Wellenbewegungen**

##### **1 Präsentation verschiedener Arten von Wellenbewegungen**

Der Lehrer zeigte einige Beispiele von Wellenbewegungen vor (wenn möglich kann man hier ein kurzes Video zeigen).

a) Transversale mechanische und elektromagnetische Wellen

z.B. drehen Sie den Radio auf, slinky (ein gehendes Spielzeug mit einer Sprungfeder) am Boden (bewegt sich transversal abhängig von der Länge der Feder), Seilwelle (ein Ende ist fix, das andere wird mit der Hand auf und ab bewegt), ein Streichinstrument spielen



b) Longitudinale mechanische Welle

z.B. wieder slinky (bewegt sich auch longitudinal abhängig von der Federlänge)

**2 Partnerarbeit** SchülerInnen formten Paare und schrieben Beispiele von Wellen und Wellenbewegungen im täglichen Leben auf.

**3 Gruppenarbeit** SchülerInnen formten Gruppen (6 Personen), und fassten ihre Ergebnisse aus Schritt 2 zusammen.

**4 Diskussion** SchülerInnen diskutierten die verschiedenen Arten von Wellenbewegungen und schrieben sie an die Tafel. Sie fertigten eine Tabelle mit den Beispielen aus dem täglichen Leben an.

**5 Gruppenarbeit** SchülerInnen wählten ein oder mehrere passende Beispiele (z.B. Wellenbewegung einer elastischen Schnur). Die Gruppen wurden dann aufgefordert ein Experiment zu entwerfen welches eine bestimmte Art von mechanischer Wellenbewegung demonstriert. Sie wurden gebeten billiges und einfaches Material zu verwenden, und das Experiment in der nächsten Stunde den anderen Gruppen zu zeigen.

**6 Projektdiskussion** Die Gruppen wählten die Art der Demonstration für die nächste Stunde entweder gemeinsam oder einzeln. Sie konnten auch "das Experiment des Lehrers" vorbereiten (konnte auch das gleiche sein ☺).

"Das Experiment des Lehrers" bestand aus einer elastischen farbigen Schnur (Länge 5 Meter), einem elektrischen Rasierapparat oder einer anderen Schwingungsquelle, einer Stoppuhr und einem Maßband.

## Einheit 2

### Thema: Experimente und grundlegende physikalische Größen

#### 1 Experimente, die zu Hause vorbereitet wurden

Die Präsentationen der Experimente wurden zu Hause von den SchülerInnen vorbereitet. Sie zeigten elementare Phänomene die mit Wellenbewegung zu tun hatten (z.B. Reflexion, Interferenz).

#### 2 Grundlegende physikalische Größen und deren Messung (und Berechnung)

Die SchülerInnen befestigten ein Ende einer farbigen elastischen Schnur an der Wand (oder z.B. an einem Fenstergriff), spannten dann die Schnur und hielten sie in der Hand.

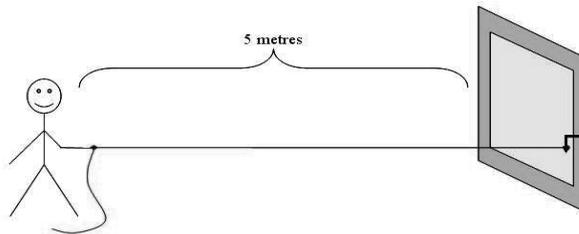


Dann ließen die SchülerInnen die Schnur mit der anderen Hand schwingen und konnten die Wellengeschwindigkeit beobachten, ebenso wie die Reflexion der Welle am Ende der Schnur.

Die SchülerInnen änderten die Spannung der Schnur und ließen sie wieder schwingen; dies änderte die Wellengeschwindigkeit. Die SchülerInnen konnten den Zusammenhang zwischen der Spannung der Schnur (einer Bindung von Teilchen) und der mechanischen Wellengeschwindigkeit entdecken.

Der Lehrer gab den SchülerInnen Gelegenheit die Geschwindigkeit der Welle herauszufinden. Wenn die SchülerInnen eine Oszillationsquelle (z.B. elektrischer Rasierer) hatten, konnten sie auch die Wellenlänge, die Periode und die Frequenz dieser Quelle herausfinden.

Die SchülerInnen hielten die gespannte Schnur so, dass der Abstand zwischen dem befestigten Ende und der Hand 5 Meter betrug.



Die SchülerInnen richteten eine Stoppuhr her. Jetzt ließen sie die Schnur schwingen und maßen dreimal die Zeit welche der Impuls zum befestigten Punkt und zurück brauchte.

### **3 Zusammenfassung**

Die SchülerInnen fassten die physikalischen Größen zusammen: Frequenz, Periode, Wellengeschwindigkeit, Wellenlänge, Amplitude, sowie den Zusammenhang zwischen diesen Größen. Sie wiederholten dann die Bedingungen für eine stehende Welle. Die folgenden Unterrichtsmethoden wurden benutzt: Gruppenarbeit, Diskussion, Schülerexperiment, Hausübung, Fragen, Untersuchungen, Problemlösen.

### **4 Analyse**

Alle SchülerInnen erhielten die Fragebögen und füllten sie unmittelbar nach den beiden Unterrichtseinheiten aus. Den meisten SchülerInnen gefielen die Einheiten. 32 % stimmten bei dieser Frage „deutlich zu“, weitere 38 % „stimmten zu“. Einige waren nicht sicher (24 %), und 6 % stimmten nicht zu. Die SchülerInnen gaben an, Neues gelernt zu haben (27 % „deutliche Zustimmung“, 34 % „Zustimmung“, 10 % „keine Zustimmung“), und sie führten interessante Dinge in den Einheiten durch (68 % äußerten deutliche Zustimmung oder Zustimmung). Am meisten interessierten die SchülerInnen das Durchführen der Experimente und das Vorführen der Experimente die sie zu Hause vorbereitet hatten. Die Stunden haben manchen (2 Personen) auch deshalb gefallen weil keine mündlichen Prüfungen durchgeführt wurden. Einige gaben auch an, dass ihnen die Gruppenarbeit nicht gefallen habe (3 Personen). 4 Personen gaben an dass ihnen das Thema nicht gefallen habe weil sie grundsätzlich Physik nicht mögen. Sie meinten das Thema sei langweilig und nach dem Verlassen der Schule nicht mehr wichtig für sie.

## FALLSTUDIE 12

**Titel der Fallstudie**    **Phänomene der Wellenbewegung – Reflexion and Brechung**

**Ursprungsland**        CZ Team

### **Beschreibung**

Wenn SchülerInnen verschiedene Arten von Wellenbewegungen kennen, können sie diverse Phänomene mit diesen Wellenbewegungen studieren.

**Zielpublikum**        SchülerInnen, Alter 15-16 Jahre

**Schlüsselwörter**    Reflexion, Brechung, Reflexionsgesetz, Snelliussches Brechungsgesetz

**Unterrichtsmethode** Gruppenarbeit, Diskussion, Schülerexperiment, Fragen, Demonstration, Untersuchung, Problemorientiertes Lernen

### **Hintergrund**

Eine Lehrkraft einer Schule in Olomouc entwarf diese Einheit, Das Gymnázium Olomouc-Hejčín ist als eine der besten Sekundarschulen in Tschechien bekannt. Durch einen rigorosen Lehrplan werden die SchülerInnen zu guten Erfolgen herausgefordert und für einen guten Start eines Universitätsstudiums vorbereitet.

Die Schule ist mit modernen Lehrmaterialien und IT ausgestattet. Sie hat 2 Physiklabors und weitere Speziallabors für Chemie und Biologie, sowie eine Anzahl spezieller thematischer Klassenzimmer (2 für Physik, je eines für Chemie, Mathematik, Geographie, Kunst, und Musik). Eine Neuanschaffung ist das Multimedia-Klassenzimmer in dem alle Gegenstände mit Computerhilfe unterrichtet werden können. Alle Schulcomputer sind über optische high-speed-Kabel ans Internet angeschlossen.

### **Inhalt**

Phänomene der Wellenbewegung

Reflexion und Brechung

Snelliussches Brechungsgesetz

## Evaluation

Wenn SchülerInnen verschiedene Arten von Wellenbewegungen kennen, können sie diverse Phänomene mit diesen Wellenbewegungen studieren. Der Lehrer plante eine Stunde für dieses Thema. In dieser Einheit konnten die SchülerInnen Anwendungen des Reflexionsgesetzes und des Brechungsgesetzes im täglichen Leben erfahren. Die Einheit war auf Experimente aufgebaut.

## Empfehlungen und Hinweise

Das Reflexionsgesetz kann mit einem kleinen Planspiegel und einem Laser gezeigt werden. Richten Sie einen Laserstrahl auf einen Spiegel und verändern Sie den Einfallswinkel. Beobachten Sie den reflektierten Strahl. Die Änderung des Reflexionswinkels ist die selbe wie die Änderung des Einfallswinkels.

ACHTUNG!!! Niemals direkt in den Laserstrahl schauen!!!

---

## Phänomene der Wellenbewegung – Reflexion and Brechung

### 1 Einführung

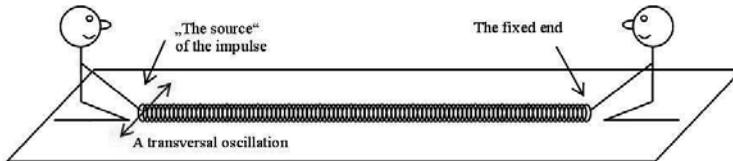
Der Lehrer motivierte die SchülerInnen und erklärte dass Phänomene im Zusammenhang mit Wellenbewegungen sehr wichtig für das tägliche Leben seien.

### 2 Reflexion – mechanische Wellenbewegung

Die SchülerInnen kannten dieses Phänomen bereits aus der vorigen Stunde. Die mechanische Welle auf der Schnur wurde mit der **Gegenphase** reflektiert (im Falle der Reflexion am **festen** Ende). Die SchülerInnen wiederholten dann das Experiment mit der gespannten Schnur und beobachteten wieder die Reflexion.



Beide Arten der Reflexion können auch einfach mit dem Spielzeug 'slinky' demonstriert werden. Man nimmt einen slinky und legt ihn horizontal auf einen glatten Boden.



Der erste Teil des Experiments ist die Reflexion am **festen** Ende. Ein Schüler hält das erste Ende (festes Ende), ein anderer das andere Ende (Schwingungsquelle). Der eine Schüler spannt den slinky, der andere löst eine Schwingung (Transversalimpuls) aus. Hier kann eine Reflexion mit **Gegenphase** am **festen** Ende beobachtet werden.



Der zweite Teil des Experiments ist die Reflexion am **freien** Ende. Die SchülerInnen befestigen einen Faden (ca. 0,5 m lang) am einen Ende. Ein Schüler hält dieses Ende mit Hilfe des Fadens fest während der andere eine Schwingung (Transversalimpuls) auslöst. Hier kann eine Reflexion mit **Gleichphase** am **freien** Ende beobachtet werden.

### 3 Lichtreflexion

Wichtige Anwendungen dieses Phänomens können im Verkehr beobachtet werden. Jeder kennt einen Rückspiegel. Diese sind Konkavspiegel (um das Sichtfeld zu vergrößern) in welchen die Situation hinter dem Auto reflektiert wird. Das Reflexionsgesetz wurde mit einem kleinen Planarspiegel und einem Laser demonstriert. Der Lehrer richtete einen Laserstrahl auf den Spiegel und

änderte den Einfallswinkel des Strahls. Die SchülerInnen beobachteten den reflektierten Strahl. Sie stellten fest dass der Einfallswinkel gleich dem Ausfallswinkel war.

#### **4 Brechung**

Als nächstes Phänomen in Verbindung mit Wellen wurde die Brechung betrachtet. Das bekannteste Beispiel ist ein Stab im Wasser, z.B. ein Strohhalm in einem Glas Wasser (auch wenn ein kleines Aquarium besser ist). Der Lehrer ermöglichte es den SchülerInnen die Situation aus mehreren Winkeln zu beobachten und darüber nachzudenken, was optische Illusion und was Realität sei.

#### **5 Formel von Snellius**

Das Snelliussche Brechungsgesetz beschreibt das Phänomen. Der Lehrer half den SchülerInnen eine neue physikalische Größe zu definieren und die Wellengeschwindigkeit in einem optischen Medium zu beschreiben.

#### **6 Zusammenfassung**

Die SchülerInnen wiederholten diese beiden Wellenphänomene und ihre Gleichungen. Die folgenden Unterrichtsmethoden wurden benutzt: Gruppenarbeit, Diskussion, Schülerexperiment, Fragen, Demonstration, Untersuchung, Problembasiertes Lernen.

#### **7 Analyse**

Den meisten SchülerInnen gefiel die Einheit. 25 % stimmten bei dieser Frage „deutlich zu“, weitere 35 % „stimmten zu“. Einige waren nicht sicher (14 %), und 6 % of stimmten nicht zu. Einige SchülerInnen (20 %) machten keine Angaben zu dieser Frage. Die SchülerInnen gaben an, Neues gelernt zu haben (23 % „deutliche Zustimmung“, 46 % „Zustimmung“, 10 % „keine Zustimmung“), und sie führten interessante Dinge in den Einheiten durch (78 % äußerten deutliche Zustimmung oder Zustimmung). Am meisten interessierte die SchülerInnen das Durchführen der Experimente und der Präsentationen. Einige (3 Personen) fanden die Aufgaben interessant, andere (2 Personen) langweilig. Einige SchülerInnen meinten das Thema sei nicht interessant und nach dem Verlassen der Schule nicht mehr wichtig für sie. Sie mochten es nicht, „alte“ Informationen zu lernen (Snelliussches Gesetz).



## FALLSTUDIE 13

**Titel der Fallstudie**    **Aufeinanderfolgende Zahlen**

**Ursprungsland**        IT Team

### **Beschreibung**

Aktivität über die Beziehungen aufeinanderfolgender Zahlen

**Zielpublikum**         SchülerInnen, Alter 12-13 Jahre

**Schlüsselwörter**     Aufeinanderfolgende Zahlen, Aufgabenbasierendes Lernen, Diskussion und Debatte

**Unterrichtsmethode**   Aufgabenbasierendes Lernen, Diskussion und Debatte

### **Hintergrund**

Die Aktivität wurde mit 19 SchülerInnen der 3. Klasse Unterstufe der Schule „Publio Virgilio Marone“ in Palermo außerhalb des Regelunterrichts durchgeführt. Der Mathematiklehrer war während der gesamten Aktivität anwesend. Diese Klasse zählte zu den besten Klassen der Schule.

### **Inhalt**

Untersuchen und Beweisen einer Beziehung zwischen aufeinanderfolgenden Zahlen: *Nimm drei aufeinanderfolgende (natürliche) Zahlen, quadriere die mittlere, multipliziere die erste und letzte miteinander und vergleiche. Erweitere die Betrachtung auf fünf, ... n aufeinanderfolgende Zahlen.*

### **Evaluation**

Der Lehrer verwendete die Unterrichtsmethode *Aufgabenbasierendes Lernen*, um die Fähigkeit der SchülerInnen zu entwickeln, Beziehungen zwischen aufeinanderfolgenden Zahlen zu finden. Die SchülerInnen arbeiteten in Einzelarbeit um die Aufgabe zu lösen. Später diskutierten sie unter Anleitung des Lehrers über ihre Lösungen. Am Ende der Diskussion wurde die allgemeine Regel entdeckt. Die Unterrichtsmethode war zwischen individueller und Gruppenarbeit aufgeteilt. Während der Einzelarbeit erreichten die SchülerInnen verschiedene Verständnisniveaus und verwendeten verschiedene Strategien. Diese Aktivität wurde als sehr motivierend empfunden. Die

SchülerInnen hatten eine Herausforderung, in welcher sie bekannte Größen wie die natürlichen Zahlen verwendeten. Es hat ihnen auch gefallen selbst eine Regel zu entdecken statt sie nur anzuwenden.

### **Empfehlungen und Hinweise**

Viele SchülerInnen fanden es sehr überraschend Beziehungen zwischen Zahlen zu entdecken, aber sie waren nicht sicher über deren allgemeine Anwendbarkeit. Das zeigt dass die SchülerInnen es nicht gewohnt sind selbst Zusammenhänge zwischen Zahlen und im Allgemeinen zwischen Variablen zu entdecken. Dies liegt daran dass sie selten ihr eigenes Wissen auf dynamische Weise nutzen. Es wird empfohlen mit Einzelarbeit zu beginnen und mit Diskussion und Debatte fortzusetzen.

---

## **Aufeinanderfolgende Zahlen**

### **Thema**

Die Unterrichtseinheit behandelte das Untersuchen und Beweisen einer Beziehung zwischen aufeinanderfolgenden Zahlen.

### **Hintergrund**

Die Aktivität wurde mit 19 SchülerInnen (Alter 12-13 Jahre) der 3. Klasse Unterstufe der Schule „Publio Virgilio Marone“ in Palermo durchgeführt. Diese Klasse zählte zu den besten Klassen der Schule. Mathematik wird in dieser Klasse in 3 Wochenstunden unterrichtet. Bisher wurden die Themen Arithmetik, Geometrie (Ebene und Raum), erste Eindrücke von algebraischen Konzepten (Variablen, einfache Gleichungen) behandelt.

### **Inhalt, Methodologie und Ergebnisse**

Der Lehrer verwendete die Unterrichtsmethode *Aufgabenbasierendes Lernen*, um die Fähigkeit der SchülerInnen zu entwickeln, Beziehungen zwischen aufeinanderfolgenden Zahlen zu finden.

Die SchülerInnen arbeiteten in Einzelarbeit um die folgende Aufgabe zu lösen: *Nimm drei aufeinanderfolgende (natürliche) Zahlen, quadriere die mittlere, multipliziere die erste und letzte miteinander und vergleiche. Erweitere die Betrachtung auf fünf, ... n aufeinanderfolgende Zahlen.*

Die SchülerInnen arbeiteten ernsthaft und zeigten Engagement und Interesse an der Aufgabe. Sie erreichten unterschiedliche Stufen an Verständnis und verwendeten verschiedene Strategien der Problemlösung.

Eine a priori Analyse des erwarteten SchülerInnenverhaltens wurde durchgeführt (siehe Anhang auf <http://www.motivatememathsscience.eu/>).

An diesen Daten ist bemerkenswert dass alle SchülerInnen aufeinanderfolgende Zahlen kannten und wussten wie man mit natürlichen Zahlen rechnet. Sie wussten auch wie man mit einfachen Polynomen rechnet (Quadrat und Produkt von Binomen). Nur zwei SchülerInnen wussten nicht wie man mit Exponenten umgeht.

Im ersten Schritt gingen alle SchülerInnen numerisch vor; 7 von ihnen argumentierten in natürlicher Sprache (ohne Formeln). 15 SchülerInnen formalisierten den Term aufeinanderfolgender Zahlen als  $n(n + 1)(n + 2)$ . Im Hinblick auf das Alter der SchülerInnen ist das ein bemerkenswertes Ergebnis.

Im zweiten Schritt benutzten 15 SchülerInnen eine numerische Beschreibung für aufeinanderfolgende n-tupel und formalisierten die Regel, allerdings benutzte keiner natürliche Sprache zur Erklärung. 10 SchülerInnen erkannten das Muster der ersten Stufe, d.h. Beziehungen zwischen drei aufeinanderfolgenden Zahlen, und formalisierten dies unter Verwendung von Variablen. Nur 4 SchülerInnen erkannten die Beziehung bei allgemeinen n-tupeln und versuchten eine allgemeine Regel zu formulieren. Nur einem Mädchen gelang es die allgemeine Form mit Variablen zu formulieren. 2 SchülerInnen haben die Aufgabe gar nicht gelöst.

Später diskutierten sie unter Anleitung des Lehrers über ihre Lösungen. Dabei wurden die verschiedenen Strategien und Lösungen verglichen.

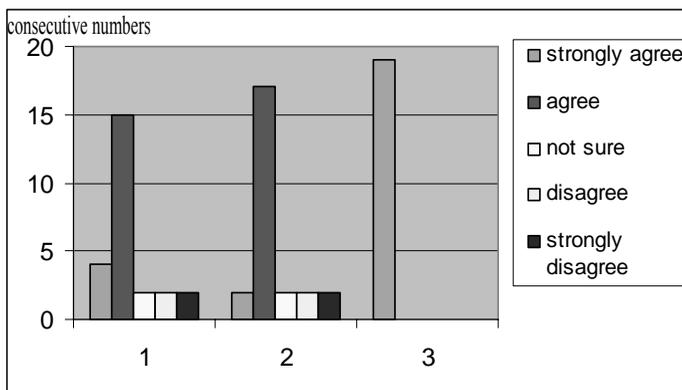
Jeder Diskussionsbeitrag wurde akzeptiert, und viele Ideen entstanden und wurden weiterentwickelt in einer vom Lehrer unbeeinflussten Weise. Der Lehrer brachte gewisse vorher überlegte Punkte in die Diskussion ein.

Am Ende der Diskussion wurde die allgemeine Regel angeschrieben.

## Evaluation

Diese Aktivität wurde als sehr motivierend empfunden. Die SchülerInnen hatten eine Herausforderung, in welcher sie bekannte Größen wie die natürlichen Zahlen verwendeten. Es hat ihnen auch gefallen selbst eine Regel zu entdecken statt sie nur anzuwenden.

Der MOTIVATE ME Fragebogen wurde den SchülerInnen ausgeteilt. Die folgende Abbildung zeigt das Resultat der ersten drei (geschlossenen) Fragen:

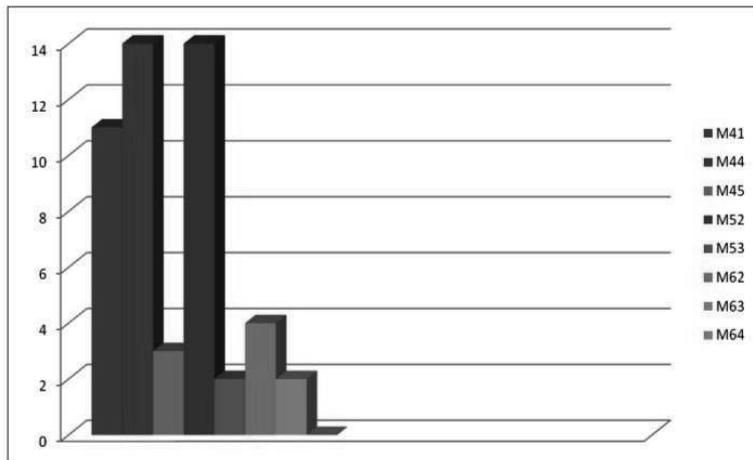


1. Mir hat die Einheit gut gefallen
2. Ich habe etwas Neues gelernt
3. Wir haben interessante Dinge in der Einheit gemacht

Die Abbildung zeigt dass bei den Fragen 1 und 2 die Mehrheit der SchülerInnen die Option „Zustimmung“ gewählt hat. Alle SchülerInnen zeigten großes Interesse an der Einheit (Frage 3). Dieses Ergebnis bestätigt dass SchülerInnen motiviert und involviert in die Aktivität waren. Diese Arbeitsweise hat sich als innovativ im Vergleich zur üblicherweise verwendeten Unterrichtsmethode herausgestellt. Dies bestätigt sich auch bei den verbleibenden Fragen.

Die signifikanten Antworten auf Fragen 4, 5 und 6 werden in der nachstehenden Tabelle wiedergegeben:

	<b>Frage 4: Was hat Ihnen am besten gefallen und warum?</b>
M4.1	<i>Ich habe so was noch nie gemacht</i>
M4.4	<i>Es war sehr überraschend diese Beziehungen zwischen Zahlen zu finden. Aber ich bin nicht sicher ob das immer stimmt.</i>
M4.5	<i>Ich habe das zwar schon in einem Buch gelesen aber noch nie ausprobiert.</i>
	<b>Frage 5: Was hat Ihnen am wenigsten gefallen und warum?</b>
M5.2	<i>Ich habe die Aufgabe nicht verstanden.</i>
M5.3	<i>Ich fand das nicht sehr interessant</i>
	<b>Frage 6: Ich würde gerne mehr erfahren über ...</b>
M6.2	<i>Kann ich das mit allen Zahlen machen?</i>
M6.3	<i>Algebra</i>
M6.4	<i>Mathematische Spiele</i>



Der Graph für Frage 4 zeigt dass 11 SchülerInnen noch nie so eine Aufgabe gemacht haben. Das bestätigt den innovativen Charakter der Aktivität.

Viele SchülerInnen fanden es sehr überraschend Beziehungen zwischen Zahlen zu entdecken, aber sie waren nicht sicher über deren allgemeine

Anwendbarkeit. Das zeigt dass die SchülerInnen es nicht gewohnt sind selbst Zusammenhänge zwischen Zahlen und im Allgemeinen zwischen Variablen zu entdecken. Dies liegt daran dass sie selten ihr eigenes Wissen auf dynamische Weise nutzen.

Während der Diskussion fanden es die SchülerInnen interessant ihre Ideen und Meinungen mit denen der anderen zu vergleichen. Diese Tatsache bestärkt die Brauchbarkeit von Diskussion und Debatte als Unterrichtsmethode, wenn in der Diskussion auch tatsächlich alle Meinungen zugelassen werden.

Die Antwort *ich benutzte einige bekannte Regeln* zeigt dass SchülerInnen durchaus Interesse daran haben ihr eigenes Wissen und ihre kognitiven Ressourcen zur Lösung neuer Probleme anzuwenden. Dies ist einer der Kernpunkte Aufgabenorientierten Lernens.

Das Auftreten von Antworten wie *Beziehungen zwischen Zahlen* auf Frage 6 zeigt dass diese Aktivität bei den SchülerInnen Interesse und Motivation für das Arbeiten mit Beziehungen zwischen Zahlen verstärkte und ihre Neugierde förderte.

### **Empfehlungen und Hinweise**

Viele SchülerInnen fanden es sehr überraschend Beziehungen zwischen Zahlen zu entdecken, aber sie waren nicht sicher über deren allgemeine Anwendbarkeit. Das zeigt dass die SchülerInnen es nicht gewohnt sind selbst Zusammenhänge zwischen Zahlen und im Allgemeinen zwischen Variablen zu entdecken. Dies liegt daran dass sie selten ihr eigenes Wissen auf dynamische Weise nutzen. Es wird empfohlen mit Einzelarbeit zu beginnen und mit Diskussion und Debatte fortzusetzen. Im Vergleich zum normalen Unterricht handelt es sich um eine innovative Unterrichtsmethode. Die Methode war auch geeignet, da die SchülerInnen die Möglichkeit hatten individuell über das Problem zu reflektieren und dann ihre eigenen Ergebnisse mit denen ihrer KlassenkameradInnen zu vergleichen. Das steigert die Neugierde der SchülerInnen und bringt sie dazu ihre kognitiven Fähigkeiten auf konstruktive Weise zu nutzen und damit das analytische und kritische Denken zu fördern.

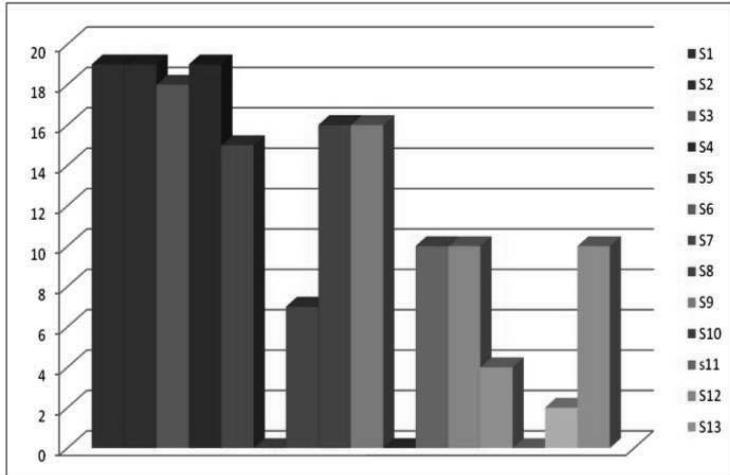
Die Aktivität ist auch einfach reproduzierbar. Der erforderliche Hintergrund und die didaktischen Werkzeuge sind elementar. Das ist ebenfalls ein wichtiger Punkt.

## ANHANG

Eine a priori Analyse des erwarteten SchülerInnenverhaltens wurde durchgeführt. In der folgenden Tabelle werden die relevanten Variablen angeführt

	A priori Analyse <i>Aufeinanderfolgende Zahlen</i>
S1	Er/sie weiß wie man mit natürlichen Zahlen rechnet
S2	Er/sie kennt aufeinanderfolgende Zahlen
S3	Er/sie weiß wie man mit Exponenten rechnet
S4	Er/sie kann Terme numerisch berechnen
S5	Er/sie können Terme der Gestalt $n(n + 1)(n + 2)$ formalisieren
S6	Er/sie können aufeinanderfolgende Zahlen der Form $a b c$ formalisieren
S7	Er/sie beschreibt den numerischen Prozess in natürlicher Sprache
S8	Er/sie beschreibt den Prozess für endliche $n$ -tupel numerisch
S9	Er/sie beschreibt den Prozess für endliche $n$ -tupel formal
S10	Er/sie beschreibt den numerischen Prozess in natürlicher Sprache für $n$ -tupel
S11	Er/sie entwickelt das Quadrat und das Produkt von Binomen
S12	Er/sie erkennt das Muster des ersten Grades (Binom) und begründet oder formalisiert diesen Fall
S13	Er/sie erkennt das Muster des zweiten Grades ( $n$ -tupel) und begründet oder formalisiert diesen Fall
S14	Er/sie arbeitet mit aufeinanderfolgenden Zahlen die immer mit 1 beginnen
S15	Er/sie hat die Aufgabe nicht gelöst
S16	Er/sie benutzt einfache Formen algebraischen Denkens und Variablen

Die folgende Abbildung zeigt das Auftreten der einzelnen Variablen in den Schülerprotokollen



## FALLSTUDIE 14

**Titel der Fallstudie** Bemalte Würfel

**Ursprungsland** IT Team

### **Beschreibung**

Aktivität über die Beziehung zwischen Form und Raum und algebraischer Verallgemeinerung.

**Zielpublikum** SchülerInnen, Alter 12-13 Jahre

**Schlüsselwörter** Form und Raum und algebraische Verallgemeinerung, Aufgabenbasierendes Lernen, Diskussion und Debatte

**Unterrichtsmethode** Aufgabenbasierendes Lernen, Diskussion und Debatte

### **Background**

Die Aktivität wurde mit 19 SchülerInnen der 3. Klasse Unterstufe der Schule „Publio Virgilio Marone“ in Palermo außerhalb des Regelunterrichts durchgeführt. Der Mathematiklehrer war während der gesamten Aktivität anwesend. Diese Klasse zählte zu den besten Klassen der Schule. Bisher wurden die Themen Arithmetik, Geometrie (Ebene und Raum), erste Eindrücke von algebraischen Konzepten behandelt.

### **Inhalt**

Untersuchen und Beweisen von Beziehungen zwischen Form, Raum und relativem Volumen, um Muster zu erkennen und die Ergebnisse zu verallgemeinern und zu Begründen.

*Ein Würfel mit Seitenlänge 4 cm besteht aus kleinen Würfeln mit Seitenlängen 1 cm. Dieser 4x4x4-Würfel wird in eine Farbdose getaucht und ist ganz mit roter Farbe bedeckt. Wie viele von den kleinen Würfeln haben: 3 rote Seiten?; 2 rote Seiten?; 1 rote Seite?; 0 rote Seiten?*

*Untersuche das Problem und erweitere Deine Untersuchung zum Beispiel auf einen 5x5x5-Würfel. Verallgemeinere das Ergebnis für einen  $n \times n \times n$ -Würfel und versuche Deine Ergebnisse zu begründen.*

## **Evaluation**

Der Lehrer verwendete die Unterrichtsmethode *Aufgabenbasierendes Lernen*, um die Fähigkeit der SchülerInnen zu entwickeln, Beziehungen zwischen Form, Raum und diesbezügliche Verallgemeinerungen zu finden. Die SchülerInnen arbeiteten in Einzelarbeit um die Aufgabe zu lösen. Später diskutierten sie unter Anleitung des Lehrers über ihre Lösungen. Am Ende der Diskussion wurde die allgemeine Regel entdeckt, auch wenn es bei der Verallgemeinerung Schwierigkeiten gab. Die Unterrichtsmethode war zwischen individueller und Gruppenarbeit aufgeteilt Während der Einzelarbeit erreichten die SchülerInnen verschiedene Verständnisniveaus und verwendeten verschiedene Strategien. Diese Aktivität wurde als sehr motivierend empfunden. Es hat ihnen auch gefallen selbst Regeln zu entdecken statt sie nur anzuwenden.

## **Empfehlungen und Hinweise:**

Diese Aktivität ist eine gute Übung weil sie die Fähigkeiten der SchülerInnen mit Form und Raum sowie mit algebraischem Denken entwickeln, adaptiert auf einen speziellen geometrischen Kontext. Außerdem war sie sehr motivierend und interessant für die SchülerInnen. Es wird empfohlen mit Einzelarbeit zu beginnen und mit Diskussion und Debatte unter der Anleitung der Lehrkraft fortzusetzen. Es wird ferner empfohlen tatsächliche  $n \times n \times n$ -Würfel zu verwenden um auch einen experimentellen Ansatz zu ermöglichen.

---

## **Bemalte Würfel**

### **Thema**

Untersuchen und Beweisen von Beziehungen zwischen Form, Raum und relativem Volumen, um Muster zu erkennen und die Ergebnisse zu verallgemeinern und zu Begründen.

### **Hintergrund**

Die Aktivität wurde mit 19 SchülerInnen (Alter 12-13 Jahre) der 3. Klasse Unterstufe der Schule „Publio Virgilio Marone“ in Palermo durchgeführt.

Diese Klasse zählte zu den besten Klassen der Schule. Mathematik wird in dieser Klasse in 3 Wochenstunden unterrichtet. Bisher wurden die Themen Arithmetik, Geometrie (Ebene und Raum), erste Eindrücke von algebraischen Konzepten (Variablen, einfache Gleichungen) behandelt.

### **Inhalt, Methodologie und Ergebnisse**

Der Lehrer verwendete die Unterrichtsmethode *Aufgabenbasierendes Lernen*, um die Fähigkeit der SchülerInnen zu entwickeln, Beziehungen zwischen Form, Raum und diesbezügliche Verallgemeinerungen zu finden.

Zunächst arbeiteten die SchülerInnen in Einzelarbeit an der folgenden Aufgabe: *Ein Würfel mit Seitenlänge 4 cm besteht aus kleinen Würfeln mit Seitenlängen 1 cm. Dieser 4x4x4-Würfel wird in eine Farbdose getaucht und ist ganz mit roter Farbe bedeckt. Wie viele von den kleinen Würfeln haben: 3 rote Seiten?; 2 rote Seiten?; 1 rote Seite?; 0 rote Seiten? Untersuche das Problem und erweitere Deine Untersuchung zum Beispiel auf einen 5x5x5-Würfel. Verallgemeinere das Ergebnis für einen  $n \times n \times n$ -Würfel und versuche Deine Ergebnisse zu begründen.*

Die SchülerInnen arbeiteten ernsthaft und zeigten Engagement und Interesse an der Aufgabe. Sie erreichten unterschiedliche Stufen an Verständnis und verwendeten verschiedene Strategien der Problemlösung.

Eine a priori Analyse des erwarteten SchülerInnenverhaltens wurde durchgeführt (siehe Anhang auf <http://www.motivatememathsscience.eu/>).

An diesen Daten ist bemerkenswert dass alle SchülerInnen wussten wie man mit der dargestellten geometrischen Form umgeht, durch einen graphischen Ansatz. Sie wussten auch wie man die Beziehung zwischen Form und Raum bei einem 4x4x4-Würfel findet. Nur einige wenige SchülerInnen wussten nicht wie man mit dem Würfel umgeht (und haben an, dass das Problem ein missverständlicher Text sei). Der graphische Ansatz ist die bevorzugte Strategie um den 4x4x4-Würfel zu untersuchen. Bei der Verallgemeinerung auf einen 5x5x5- bzw. einen  $n \times n \times n$ -Würfel tritt dieser Ansatz kaum mehr auf.

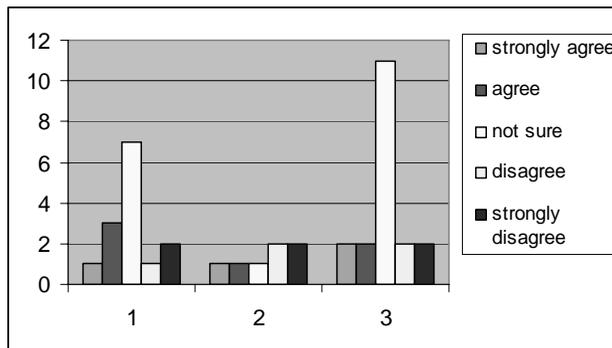
Beim zweiten Schritt wählte kein einziger Schüler einen algebraischen Ansatz für die Verallgemeinerung des Prozesses auf verschiedene Würfel. Zunächst hatten sie die Idee Variablen zu verwenden, dies führte allerdings zu den gleichen Schwierigkeiten wie bei der Formalisierung des 4x4x4-Würfels in algebraischer Form.

Später diskutierten sie unter Anleitung des Lehrers über ihre Lösungen. Dabei wurden die verschiedenen Strategien und Lösungen verglichen. Jeder Diskussionsbeitrag wurde akzeptiert, und viele Ideen entstanden und wurden weiterentwickelt in einer vom Lehrer unbeeinflussten Weise. Dabei war die begleitende Rolle des Lehrers sehr wichtig um ein gewisses Gleichgewicht in der Diskussion zu ermöglichen und die Diskussion in eine abschließende Richtung zu lenken. Der Lehrer brachte gewisse vorher überlegte Punkte in die Diskussion ein. Am Ende der Diskussion wurde die allgemeine graphische/algebraische Regel angeschrieben.

### Evaluation

Diese Aktivität wurde als sehr motivierend empfunden. Es gefiel den SchülerInnen selbst verschiedene Regeln zu entdecken und Würfel in der Phase der Verallgemeinerung und Begründung zu verwenden anstatt der einfachen Anwendung geometrischer „Formeln“, wie es sehr oft im Unterricht passiert.

Der MOTIVATE ME Fragebogen wurde den SchülerInnen ausgeteilt. Die folgende Abbildung zeigt das Resultat der ersten drei (geschlossenen) Fragen:



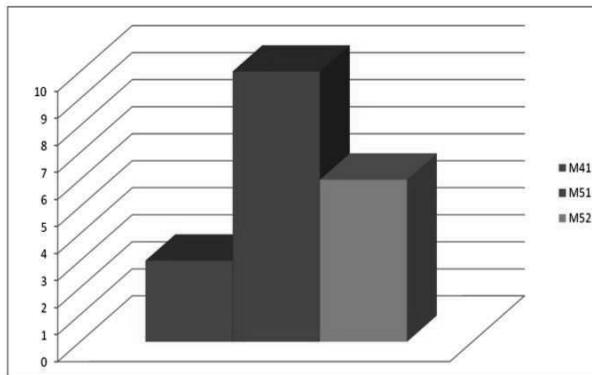
1. Mir hat die Einheit gut gefallen
2. Ich habe etwas Neues gelernt
3. Wir haben interessante Dinge in der Einheit gemacht

Die Abbildung zeigt dass nicht viele SchülerInnen diese Fragen beantwortet haben, besonders Frage 2. Die Mehrheit der SchülerInnen wählte bei den

Fragen 1 und 3 die Antwort „nicht sicher“. Dies kann mit dem speziellen mathematischen Kontext, der Geometrie, begründet werden, die für italienische SchülerInnen immer problematisch ist. Wie bereits oben erwähnt wussten einige SchülerInnen nicht mit einem  $4 \times 4 \times 4$ -Würfel umzugehen. Diese Schwierigkeit könnte mit dem Einsatz tatsächlicher Würfel behoben werden. Die SchülerInnen hatten auch Schwierigkeiten in der Phase der Verallgemeinerung zum  $5 \times 5 \times 5$ - und zum  $n \times n \times n$ -Würfel, die auf Probleme mit dem algebraischen Denken zurückzuführen sind. Diese Probleme könnten auch zu einer Abnahme der Motivation und des Interesses beim  $4 \times 4 \times 4$ -Würfel geführt haben. Die wenigen Antworten auf Frage 2 könnten durch Schwierigkeiten bei der Durchführung metakognitiver Prozesse des eigenen Wissens (Reflexion über das eigene Wissen) begründet sein. Die SchülerInnen haben zwar effizient gearbeitet, hatten aber nicht das Gefühl etwas Neues zu lernen.

Für die Fragen 4 und 5 des MOTIVATE ME Fragebogens wurde eine Analyse der signifikanten Antworten durchgeführt:

	<b>Frage 4: Was hat Ihnen am besten gefallen und warum?</b>
4.1	<i>Ich habe so was noch nie gemacht</i>
	<b>Frage 5: Was hat Ihnen am wenigsten gefallen und warum?</b>
5.1	<i>Die Sprache ist schwierig für mich. Ich sehe die drei Dimensionen des Würfels nicht, auch nicht beim einfachen Beispiel.</i>
5.2	<i>Ich habe die Aufgabe nicht verstanden</i>



Die Abbildung zeigt dass nur drei SchülerInnen noch nie so eine Aufgabe gemacht haben, während 10 von 19 Schwierigkeiten hatten, die Aufgabe von der natürlichen Sprache in die Sprache der Geometrie zu übersetzen und damit Schwierigkeiten, die Aufgabe überhaupt zu verstehen. (M52).

Aus einer verbalen Evaluation ging hervor dass es den SchülerInnen Spaß gemacht hat und sie es interessant fanden ihre eigenen Ideen mit denen Ihrer KlassenkameradInnen zu vergleichen. Diese Tatsache bestärkt die Brauchbarkeit von Diskussion und Debatte als Unterrichtsmethode, wenn in der Diskussion auch tatsächlich alle Meinungen zugelassen werden.

### **Empfehlungen und Hinweise**

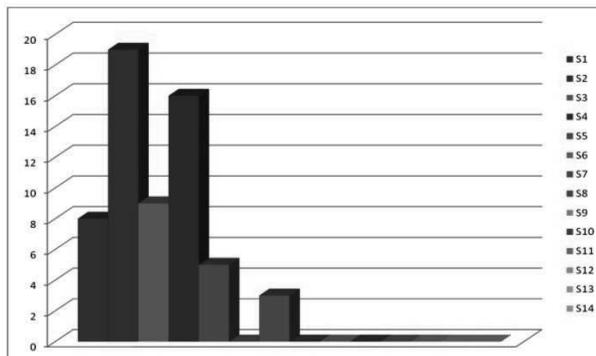
Diese Aktivität ist eine gute Übung weil sie für SchülerInnen ziemlich motivierend ist. Sie entwickelt auch die Fähigkeiten der SchülerInnen in geometrischen Aufgaben und algebraischem Denken in einem ungewöhnlichen Kontext. Im Vergleich zum normalen Unterricht handelt es sich um eine innovative Unterrichtsmethode. Die SchülerInnen konnten ihr eigenes Wissen in dynamischer Art und Weise anwenden. Die Methode war auch geeignet, da die SchülerInnen die Möglichkeit hatten individuell über das Problem zu reflektieren und dann ihre eigenen Ergebnisse mit denen ihrer KlassenkameradInnen zu vergleichen. Die Unterrichtsmethode wird daher sehr empfohlen. Das steigert die Neugierde der SchülerInnen und bringt sie dazu ihre kognitiven Fähigkeiten auf konstruktive Weise zu nutzen und damit das analytische und kritische Denken zu fördern. Die Aktivität ist auch einfach reproduzierbar. Der erforderliche Hintergrund und die didaktischen Werkzeuge sind elementar. Es wird ferner empfohlen tatsächliche nxnxn-Würfel zu verwenden um auch einen experimentellen Ansatz zu ermöglichen.

## ANHANG

Eine a priori Analyse des erwarteten SchülerInnenverhaltens wurde durchgeführt. In der folgenden Tabelle werden die relevanten Variablen angeführt

	A priori Analyse <i>Painted Cube</i>
S1	Er/sie versteht den Text der Aufgabe (verbale Diskussion darüber)
S2	Er/sie analysiert die $4 \times 4 \times 4$ -Aufgabe durch einen graphischen Ansatz mit „Kanten“, „Seiten“ ...
S3	Er/sie erklärt den Vorgang in natürlicher Sprache
S4	Er/sie versucht einige Beziehungen zwischen den verschiedenen Würfeln und ihrer entsprechenden Lage im Raum zu finden
S5	Er/sie zeigt, wenn auch ohne Formalisierung, einen ersten Ansatz zur Verallgemeinerung
S6	Er/sie formalisiert in algebraischer Sprache, wenn auch mit Fehlern bei den verwendeten Variablen
S7	Er/sie berechnet den $4 \times 4 \times 4$ Würfel, versucht den $5 \times 5 \times 5$ Würfel graphisch zu verallgemeinern
S8	Er/sie berechnet den $4 \times 4 \times 4$ Würfel, versucht den $5 \times 5 \times 5$ Würfel algebraisch zu verallgemeinern
S9	Er/sie berechnet den $4 \times 4 \times 4$ Würfel, versucht den $5 \times 5 \times 5$ Würfel induktiv am ersten Fall zu verallgemeinern
S10	Er/sie berechnet den $4 \times 4 \times 4$ Würfel, versucht den $n \times n \times n$ Würfel graphisch zu verallgemeinern
S11	Er/sie berechnet den $4 \times 4 \times 4$ Würfel, versucht den $n \times n \times n$ Würfel algebraisch zu verallgemeinern
S12	Er/sie berechnet den $4 \times 4 \times 4$ Würfel, versucht den $n \times n \times n$ Würfel induktiv am ersten Fall zu verallgemeinern
S13	Er/sie zeigt einen algebraischen Ansatz zur Verallgemeinerung
S14	Er/sie zeigt eine gute dreidimensionale Sicht des Problems

Die folgende Abbildung zeigt das Auftreten der einzelnen Variablen in den Schülerprotokollen:



## FALLSTUDIE 15

**Titel der Fallstudie**    **Der beschleunigte Treibhauseffekt und globale Erwärmung**

**Ursprungsland**        IT Team

### **Beschreibung**

Aktivität zum Treibhauseffekt und der globalen Erwärmung.

**Zielpublikum**            SchülerInnen, Alter 15 Jahre

**Schlüsselwörter**        Treibhauseffekt, globale Erwärmung,  
Computergestütztes Lernen, Diskussion und Debatte

**Unterrichtsmethode**    Computergestütztes Lernen, Diskussion und Debatte,  
Arbeitsblatt

### **Hintergrund**

Die Aktivität wurde mit 41 SchülerInnen (Alter 15 Jahre) an zwei Klassen der Oberstufe einer Sekundarschule im Regelunterricht durchgeführt. Der Physiklehrer war während der gesamten Einheit im Klassenzimmer anwesend. Es handelte sich um zwei Klassen mit mittlerem Leistungsniveau.

### **Inhalt**

Die SchülerInnen sollten die Website

[www.epa.gov/globalwarming/kids/global\\_warming\\_version2.html](http://www.epa.gov/globalwarming/kids/global_warming_version2.html) besuchen. Sie besteht aus einem Cartoon über einen Dialog zwischen einem neugierigen Burschen und einem pedantischen Mädchen über den Treibhauseffekt und die globale Erwärmung. Der Dialog, in Englischer Sprache, wurde durch bewegte Bilder unterstützt welche die Diskussion darstellten. Dieselbe Website bietet auch einen Online-Test zum Feststellen des Wissenserwerbs an.

### **Evaluation**

Die verwendete Unterrichtsmethode war *Computergestütztes Lernen*. Eine Website stellt dabei die Lernumgebung für diese Einheit dar. Während des Ansehens der Website wurde die Neugier der SchülerInnen geweckt und die Motivation zum Lernen erhöht. Danach wurde *Diskussion und Debatte* über den Inhalt der Website geführt. Dies war sehr erfolgreich für die SchülerInnen,

da sie sich gut konzentrieren und die wichtigsten Aspekte des Treibhauseffekts und der globalen Erwärmung angeben konnten. Dies erlaubte den SchülerInnen ihr Wissen zu teilen und unterschiedliche Kenntnisse auszugleichen. Jeder Diskussionsbeitrag wurde akzeptiert. Die koordinierende Rolle des Lehrers war sehr wichtig um Interventionen zu ermöglichen und bei der Navigation zu helfen.

Vor und nach den obigen Aktivitäten wurde das gleiche Arbeitsblatt ausgeteilt, welches aus neun offenen Fragen zum Thema der Einheit bestand. Lehrer und SchülerInnen konnten also ihr Wissen vor und nach dem Besuch der Website vergleichen. Diese Aktivität wurde als ziemlich motivierend empfunden, da die SchülerInnen aktiv in eine multimediale Lernumgebung eingebunden waren. Den SchülerInnen gefiel es auch ein interessantes und aktuelles Thema wie Umweltverschmutzung zu behandeln.

### **Empfehlungen und Hinweise**

Diese Aktivität ist eine gute Lernressource da sie es SchülerInnen ermöglicht aktuelle Themen in einer angenehmen und innovativen Art zu Lernen. Der Lernaufwand wird dabei durch den Multimedia-Einsatz reduziert. Es wird empfohlen, Diskussion und Debatte zu verwenden, um den Wissenstand auszugleichen.

---

## **Treibhauseffekt und globale Erwärmung**

### **Thema**

Die SchülerInnen sollten die Website

[www.epa.gov/globalwarming/kids/global\\_warming\\_version2.html](http://www.epa.gov/globalwarming/kids/global_warming_version2.html) besuchen. Sie besteht aus einem Cartoon über einen Dialog zwischen einem neugierigen Burschen und einem pedantischen Mädchen über den Treibhauseffekt und die globale Erwärmung. Der Dialog, in Englischer Sprache, wurde durch bewegte Bilder unterstützt welche die Diskussion darstellten. Dieselbe Website bietet auch einen Online-Test zum Feststellen des Wissenserwerbs an.

## **Hintergrund**

Die Aktivität wurde mit 41 SchülerInnen (Alter 15 Jahre) an zwei Klassen der Oberstufe der Sekundarschule „F. Scaduto“ in Bagheria (PA) im Regelunterricht durchgeführt. Die SchülerInnen haben bereits Umweltphänomene, thermische Phänomene, Gase und Strahlungsformen behandelt.

## **Inhalt, Methodologie und Ergebnisse**

Die verwendete Unterrichtsmethode war *Computergestütztes Lernen*. Eine Website stellt dabei die Lernumgebung für diese Einheit dar.

Während des Ansehens der Website wurde die Neugier der SchülerInnen geweckt und die Motivation zum Lernen erhöht. Die Hauptinhalte der Website sind: Treibhausgase, Entwaldung, Verschmutzung und globale Erwärmung.

Danach wurde *Diskussion und Debatte* über den Inhalt der Website geführt. Dies war sehr erfolgreich für die SchülerInnen, da sie sich gut konzentrieren und die wichtigsten Aspekte des Treibhauseffekts und der globalen Erwärmung angeben konnten. Dies erlaubte den SchülerInnen ihr Wissen zu teilen und unterschiedliche Kenntnisse auszugleichen. Jeder Diskussionsbeitrag wurde akzeptiert. Die koordinierende Rolle des Lehrers war sehr wichtig um Interventionen zu ermöglichen und bei der Navigation zu helfen. Während der Diskussion waren vor allem die Informationen was Treibhausgase eigentlich sind besonders wichtig, da die SchülerInnen darüber nicht genau bescheid wussten.

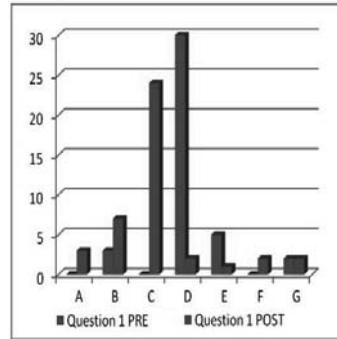
Vor und nach den obigen Aktivitäten wurde das gleiche Arbeitsblatt ausgeteilt, welches aus neun offenen Fragen zum Thema der Einheit bestand. Lehrer und SchülerInnen konnten also ihr Wissen vor und nach dem Besuch der Website vergleichen.

Die SchülerInnen arbeiteten ernsthaft und individuell an den Arbeitsblättern. Im Folgenden werden die Fragen und verschiedene Antworten gezeigt. Blaue Balken bedeuten dabei den Vortest, rote Balken den Nachtest.

### 1. Beschreibe zwei Dinge die mit Sonnenstrahlen geschehen

#### ANTWORTEN

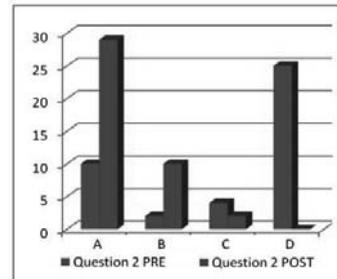
- A Sie werden reflektiert
- B Sie werden absorbiert
- C Sie werden zum Teil reflektiert, zum Teil absorbiert
- D Sie heizen die Erde und die Atmosphäre auf
- E Sie treffen auf die Erde und werden gleich reflektiert
- F Sie werden gebrochen
- G Keine Antwort



### 2. Name der Strahlung die von der Erde abgestrahlt wird:

#### ANTWORTEN

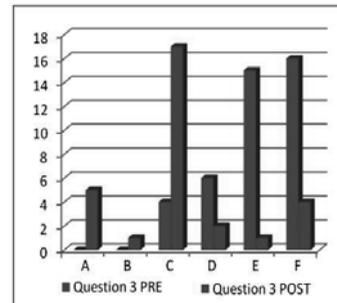
- A Infrarot
- B Ultraviolett
- C Röntgen
- D Hitze



### 3. Beschreibe zwei Dinge die mit der von der Erde abgestrahlten Strahlung geschehen:

#### ANTWORTEN

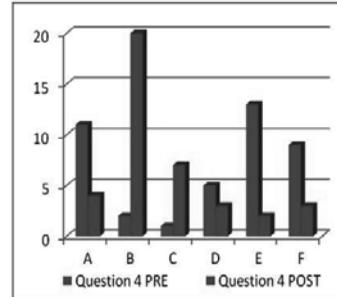
- A Sie werden reflektiert und vom in der Atmosphäre enthaltenen Wasser absorbiert
- B Sie sorgen dafür dass das Wasser in die Atmosphäre verdampft
- C Sie werden durch Treibhausgase absorbiert und erneut abgestrahlt
- D Sie werden in CO<sub>3</sub> verwandelt
- E Sie vergrößern das Ozonloch
- F Die heizen die Luft auf



#### 4. Erkläre warum die richtige Menge an Treibhausgasen wichtig ist:

ANTWORTEN

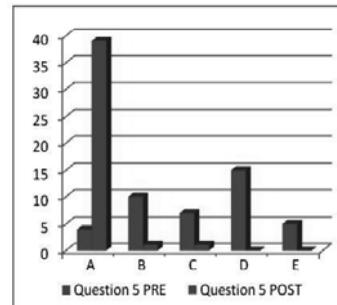
- A Weil sie Leben ermöglichen
- B Weil sie die Temperatur stabil halten
- C Weil sie Sonnenstrahlung/UV-Strahlung filtern
- D Weil sie die Erde beschützen
- E Weil sie die Erde erwärmen
- F Weil sie das Ozon in der Atmosphäre schützen



#### 5. Erkläre zwei Arten auf die der Mensch die Menge an Treibhausgasen in der Atmosphäre beeinflusst:

ANTWORTEN

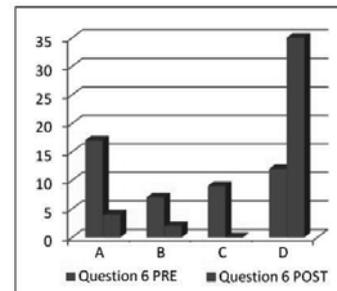
- A Durch Entwaldung und Schadgase
- B Durch Schadgase
- C Durch Entwaldung
- D Heizen/Verschmutzung
- E Keine Antwort



#### 6. Nenne und erkläre drei fossile Brennstoffe:

ANTWORTEN

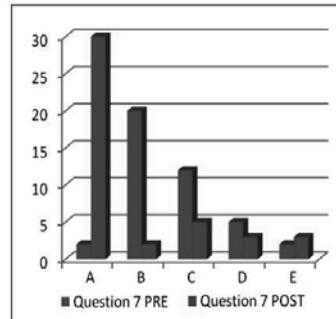
- A Autoabgase
- B Abgase aus Fabriken
- C CO<sub>2</sub>
- D Öl, Methan, Kohle



**7. Beschreibe zwei Dinge die eine globale Erwärmung um nur 10°C bewirken kann:**

ANTWORTEN

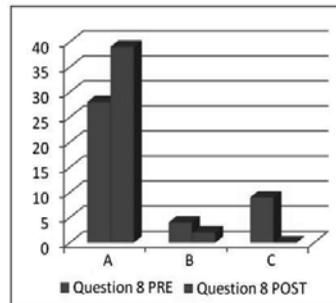
- A Der Wasserkreislauf wird erhöht, mit allen Konsequenzen
- B Abschmelzen der Gletscher
- C Schaden am Ökosystem
- D Steigende Meeresspiegel
- E Wüstenbildung



**8. Beschreiben sie zwei Aktivitäten, die Regierungen und Einzelpersonen zur Reduktion der globalen Erwärmung durchführen können:**

ANTWORTEN

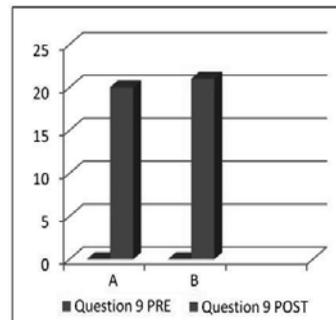
- A Reduktion von Verschmutzung und Entwaldung
- B Reduktion von Entwaldung
- C Reduktion von Verschmutzung



**9. Erkläre was Du beim Besuch dieser Website gelernt hast:**

ANTWORTEN

- A Besseres Verständnis eines bekannten Themas
- B Neue Konzepte und Ideen



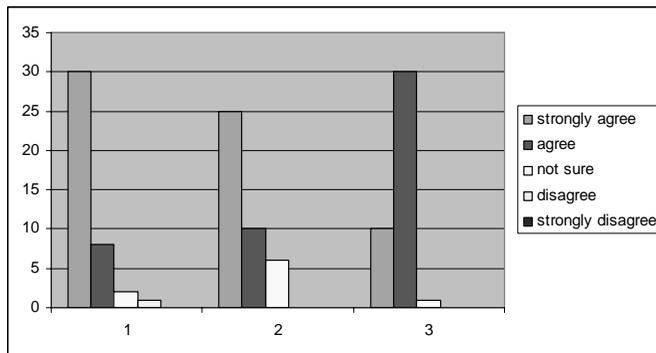
Die vorstehenden Abbildungen zeigen die starke Verbesserung der SchülerInnen in dem Thema der Unterrichtseinheit. Beispielsweise ist in der dritten Abbildung (also bei Frage 3) eine starke Erhöhung bei Antwort C zu bemerken.

## Evaluation

Diese Aktivität wurde als ziemlich motivierend empfunden, da die SchülerInnen aktiv in eine multimediale Lernumgebung eingebunden waren. Den SchülerInnen gefiel es auch ein interessantes und aktuelles Thema wie Umweltverschmutzung zu behandeln.

Sie zeigten ihre Begeisterung am Lernen während der *Diskussion and Debatte*. Die SchülerInnen haben sich besonders in der Diskussion engagiert. Es hat ihnen gefallen ihr neu erworbenes Wissen zu teilen.

Der MOTIVATE ME Fragebogen wurde den SchülerInnen ausgeteilt. Die folgende Abbildung zeigt das Resultat der ersten drei (geschlossenen) Fragen:



1. Mir hat die Einheit gut gefallen
2. Ich habe etwas Neues gelernt
3. Wir haben interessante Dinge in der Einheit gemacht

Die Ergebnisse zeigen dass der Mehrheit der SchülerInnen die Stunde gefallen hat, sie neue Dinge gelernt und interessante Aktivitäten durchgeführt haben.

Unter den interessanten Antworten auf Frage 4 „Was hat Ihnen am besten gefallen und warum?“ fanden sich:

- Mehr über Umweltverschmutzung und Entwaldung zu wissen
- Die verwendete Methode (Video)
- Informationen über Abgase und Verschmutzung

Frage 5 lautet „Was hat Ihnen am wenigsten gefallen und warum?“

Die relevanten Antworten waren:

- Die verwendete Sprache
- Wenig Interaktivität

Bei Frage 6 „Ich würde gerne mehr erfahren über:“ wurde unter anderem geantwortet:

- Umweltverschmutzung und Energie
- Wege die Umwelt zu retten
- Wege die Physik motivierend zu unterrichten

Diese Antworten zeigen dass den SchülerInnen die Argumente der Einheit gefallen haben und sie viel mehr darüber wissen möchten. Sie hatten allerdings einige Probleme mit der Verwendung der Englischen Sprache, so dass der Lehrer den Dialog während des Anschauens übersetzen musste.

### **Empfehlungen und Hinweise**

Diese Aktivität ist eine gute Lernressource da sie es SchülerInnen ermöglicht aktuelle Themen in einer angenehmen und innovativen Art zu Lernen. Der Lernaufwand wird dabei durch den Multimedia-Einsatz reduziert. Es wird empfohlen, Diskussion und Debatte zu verwenden, um den Wissenstand auszugleichen.

Die Aktivität ist auch einfach reproduzierbar. Der erforderliche Hintergrund und die didaktischen Werkzeuge sind elementar für eine Sekundarschule. Das ist ebenfalls ein wichtiger Punkt. Die hier verwendeten Methoden werden sehr empfohlen weil sie zu sehr guten Resultaten bei Inhalt und Motivation geführt haben. Für nicht-englischsprachige SchülerInnen wird empfohlen bei der richtigen Übersetzung der Website zu helfen. SchülerInnen würden sonst nicht alle Fachausdrücke kennen.

## FALLSTUDIE 16

**Titel der Fallstudie**    **Kondensator-Entladung**

**Ursprungsland**        IT Team

### **Beschreibung**

Eine Aktivität über Kondensatorentladung.

**Zielpublikum**        SchülerInnen, Alter 17-18 Jahre

**Schlüsselwörter**    Kondensator, Entladung, Aufgabenbasierendes Lernen, Diskussion und Debatte

**Unterrichtsmethode** Aufgabenbasierendes Lernen, Diskussion und Debatte

### **Hintergrund**

Die Aktivität wurde mit 30 SchülerInnen (Alter 17-18 Jahre) in der letzten Klasse einer Sekundarschule durchgeführt. Die Arbeit wurde im Regelunterricht ausgeführt. Der Physiklehrer war während der gesamten Einheit im Klassenzimmer anwesend. Es handelte sich um eine Klasse mit mittlerem Leistungsniveau.

### **Inhalt**

Die SchülerInnen mussten drei Diagramme, welche die Bildschirmausgabe eines Oszilloskops darstellten, interpretieren. Diese beschrieben drei verschiedene Entladungsvorgänge desselben Kondensators mit jeweils unterschiedlicher Eingangsspannung. Damit mussten die SchülerInnen einen Wert für die Zeitkonstante des Kreises finden und die Kapazität  $C$  des Kondensators berechnen.

### **Evaluation**

Der Lehrer übernahm die Unterrichtsmethode des *Aufgabenbasierenden Lernens*, um die Fähigkeit der SchülerInnen zu fördern, Graphen und Daten zu interpretieren und dabei ihr bereits gesammeltes Wissen einzusetzen. Zu Beginn arbeiteten die SchülerInnen in Einzelarbeit. Später wurde in Kleingruppen über die Aufgaben diskutiert. Am Ende gab es eine Diskussion der gesamten Klasse, in welcher die Rolle des Lehrers sehr wichtig war. Dies wurde verwendet um zu einem gemeinsamen Modell für die Interpretation der Daten zu kommen.

Die Unterrichtsmethode war zwischen individueller und Gruppenarbeit aufgeteilt. Während der Einzelarbeit erreichten die SchülerInnen verschiedene Verständnisniveaus und verwendeten verschiedene Strategien. Diese Aktivität wurde als ziemlich motivierend empfunden, da sie aktiv eingebunden waren, zunächst in der Datensammlung, dann in der Suche nach möglichen Interpretationen der Daten. Wir möchten ebenfalls darauf hinweisen, dass die SchülerInnen gerne die Möglichkeit genutzt haben, selbst nach Ergebnissen und Dateninterpretationen zu suchen, anstatt der üblichen Schulpraxis, die Ergebnisse und Interpretationen nur von der Lehrkraft präsentieren zu lassen.

### **Empfehlungen und Hinweise**

Die SchülerInnen hatten Schwierigkeiten, ihr theoretisches Wissen im realen Kontext anzuwenden. Ebenso fielen Ihnen Skalen und Maßeinheiten recht schwer. Die Aktivität benötigt daher mehr Unterstützung beim Lesen und Interpretieren der graphischen Daten. Die vorgeschlagene Unterrichtsmethode basiert sowohl auf Einzel- als auch auf Gruppenarbeit sowie Diskussion und Debatte, in welcher die Lehrkraft eine wichtige Rolle spielt.

---

## **Kondensator-Entladung**

### **Thema**

Die SchülerInnen mussten drei Diagramme, welche die Bildschirmausgabe eines Oszilloskops darstellten, interpretieren. Diese beschrieben drei verschiedene Entladungsvorgänge desselben Kondensators mit jeweils unterschiedlicher Eingangsspannung. Damit mussten die SchülerInnen einen Wert für die Zeitkonstante des Kreises finden und die Kapazität  $C$  des Kondensators berechnen.

### **Hintergrund**

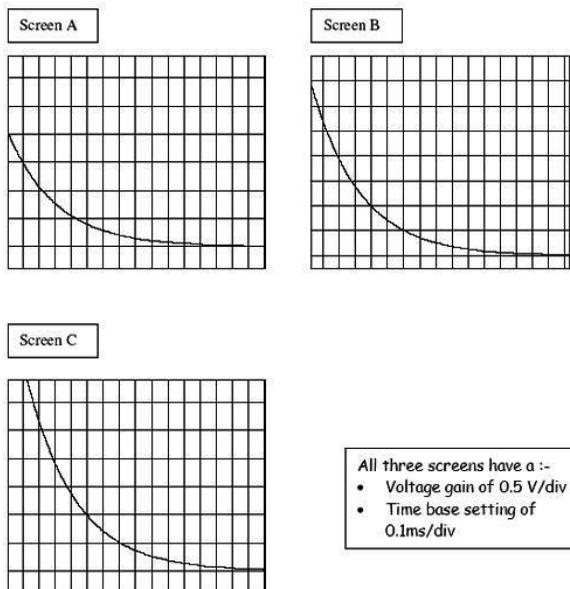
Die Aktivität wurde mit 30 SchülerInnen (Alter 17-18 Jahre) in der letzten Klasse einer Sekundarschule durchgeführt. Die Arbeit wurde im Regelunterricht ausgeführt. Der Physiklehrer war während der gesamten Einheit im Klassenzimmer anwesend. Es handelte sich um eine Klasse mit mittlerem Leistungsniveau. Die SchülerInnen hatten bisher die Themen Elektrostatik, elektrische Ladung, Kondensator, Spannung, und elektrischer Strom durchgenommen. Während des Physikunterrichts wurden gelegentlich

ein Oszilloskop und daraus entnommene Daten verwendet, aber nur vom Lehrer. Im Mathematikunterricht wurde die Konstruktion und Analyse von Graphen durchgenommen, ebenso wie die Anpassung mathematischer Funktionen an experimentelle Daten.

### Inhalt, Methodologie und Ergebnisse

Der Lehrer übernahm die Unterrichtsmethode des *Aufgabenbasierenden Lernens*, um die Fähigkeit der SchülerInnen zu fördern, Graphen und Daten zu interpretieren und dabei ihr bereits gesammeltes Wissen einzusetzen. Zu Beginn arbeiteten die SchülerInnen in Einzelarbeit an der folgenden Aufgabe:

Das Experiment wurde bereits durchgeführt, Sie müssen nur mehr die Daten analysieren. Ein Kondensator, überraschenderweise C genannt, wurde wiederholt über einen Widerstand mit einem Wert von  $297 \Omega$ , genannt R, entladen. Dabei wurde ein Signalgenerator mit einem Rechtecksignal verwendet. Die Eingangsspannung wurde anfangs auf  $2V$  gesetzt und dann zweimal um je  $1,5V$  erhöht. Der Entladungsvorgang wurde dabei mit einem Oszilloskop aufgezeichnet und sieht wie folgt aus:



Sie sollen die drei Graphen analysieren und:

- Den Wert für die Zeitkonstante des Schwingkreises finden
- Den Wert für die Kapazität von C finden

Die SchülerInnen arbeiteten ernsthaft und zeigten Engagement und Interesse an der Aufgabe. Aus unserer Analyse ergab sich, dass sie unterschiedliche Stufen an Verständnis erreichten und verschiedene Strategien der Problemlösung verwendeten.

Aus der Analyse der Protokolle und der Ergebnisse der anschließenden Diskussion und Debatte kristallisierten sich fünf typische Schülerschwierigkeiten heraus:

A: 12 SchülerInnen von 30 zeigten Schwierigkeiten mit dem Verstehen der Skalierung des Graphen.

Dies ist hauptsächlich bedingt durch:

- Wenig Selbstvertrauen in experimenteller Arbeit und Interpretation von Daten und Graphen;
- Wenig Selbstvertrauen im effektiven Einsatz der bereits bekannten Maßeinheiten.

B: 25 SchülerInnen von 30 zeigten Schwierigkeiten im Verständnis der Bedeutung der RC-Schwingkreis-Zeitkonstante, d.h.  $\tau$  als die Zeit welche der entladende Kondensator braucht um seine Spannung auf etwa  $2/3$  der Ursprungsspannung zu reduzieren (näherungsweise ist  $1/e$  etwa gleich  $1/3$ ).

Dies ist durch einen Mangel an kritischer und tieferer Herangehensweise an das Thema zu erklären, insbesondere des wissenschaftlichen Bereichs. Außerdem bedeutet es ein niedriges Selbstvertrauen in Bezug auf eine Situationsanalyse.

C: 18 SchülerInnen von 30 hatten Schwierigkeiten den tatsächlichen Wert für  $\tau$  aus den drei Graphen abzulesen.

Dies ist eine Folge der oben erwähnten Schwierigkeiten; Es ist nicht einfach das richtige Ergebnis zu erhalten ohne die genauen physikalischen Hintergründe zu verstehen.

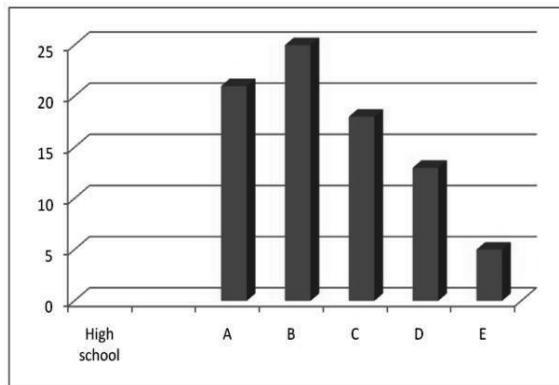
D: 13 SchülerInnen von 30 hatten Schwierigkeiten zu verstehen, dass die  $\tau$  Werte alle gleich sein müssen (von Messungenauigkeiten abgesehen), da es sich um den gleichen Schwingkreis handelt.

Wie in B lassen sich diese Schwierigkeiten durch unwissenschaftliches Denken erklären. Die SchülerInnen sind es nicht gewohnt, sich streng kohärent einem Thema zu nähern.

E 5 SchülerInnen von 30 hatten Rechenprobleme.

Dieser niedrige Prozentsatz zeigt einen guten mittleren Level von Rechenfähigkeiten in der Klasse; die fünf SchülerInnen hatten wahrscheinlich wenig mathematische Fähigkeiten und vielleicht auch eine schwache Verbindung zwischen theoretischem Wissen und der praktischen Anwendung.

Ein allgemeiner Überblick über die Schülerschwierigkeiten wird im folgenden Histogramm gegeben



Nach einem Einzeltest hatte die SchülerInnen Gelegenheit zu Diskussion und Debatte über das Thema des Tests. Während der Diskussion, in der die begleitende Rolle des Lehrers sehr wichtig war, verglichen die SchülerInnen ihre individuellen Ergebnisse mit der Arbeit und den Ergebnissen ihrer SchulkollegInnen. Alle genannten Schwierigkeiten traten zu Beginn der Diskussion auf und wurden vom Lehrer genau angesprochen.

Jeder Diskussionsbeitrag wurde akzeptiert, und viele Ideen entstanden und wurden weiterentwickelt in einer vom Lehrer unbeeinflussten Weise. Der Lehrer brachte gewisse vorher überlegte Punkte in die Diskussion ein.

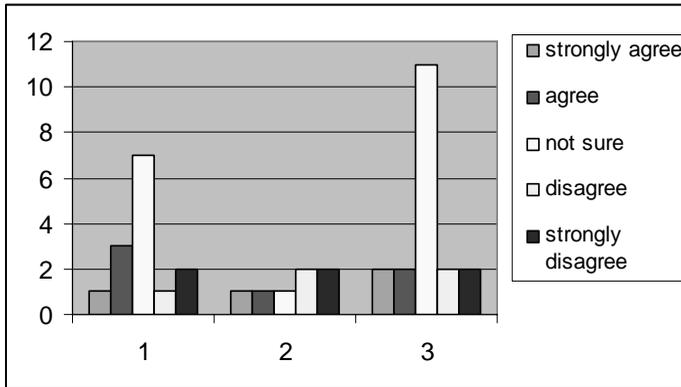
Am Ende der Diskussion wurden einige wichtige Punkte definiert:

- 1) Die Rolle und die Bedeutung der Zeitkonstanten  $\tau$  in der Analyse des Phänomens.
- 2) Die Interpretation der Diagramme als verschiedene Zustände des gleichen physikalischen Apparates mit unterschiedlichen Anfangszuständen.
- 3) Die Rolle der Messunsicherheit.
- 4) Die Verbindung zwischen dem Entladungsgesetz und der Berechnung von  $\tau$ .

### **Evaluation**

Der Lehrer übernahm die Unterrichtsmethode des *Aufgabenbasierenden Lernens*, um die Fähigkeit der SchülerInnen zu fördern, Graphen und Daten zu interpretieren und dabei ihr bereits gesammeltes Wissen einzusetzen. Zu Beginn arbeiteten die SchülerInnen in Einzelarbeit. Später wurde in Kleingruppen über die Aufgaben diskutiert. Am Ende gab es eine Diskussion der gesamten Klasse, in welcher die Rolle des Lehrers sehr wichtig war. Dies wurde verwendet um zu einem gemeinsamen Modell für die Interpretation der Daten zu kommen. Die Unterrichtsmethode war zwischen individueller und Gruppenarbeit aufgeteilt. Während der Einzelarbeit erreichten die SchülerInnen verschiedene Verständnisniveaus und verwendeten verschiedene Strategien. Diese Aktivität wurde als ziemlich motivierend empfunden, da sie aktiv eingebunden waren, zunächst in der Datensammlung, dann in der Suche nach möglichen Interpretationen der Daten. Wir möchten ebenfalls darauf hinweisen, dass die SchülerInnen gerne die Möglichkeit genutzt haben, selbst nach Ergebnissen und Dateninterpretationen zu suchen, anstatt der üblichen Schulpraxis, die Ergebnisse und Interpretationen nur von der Lehrkraft präsentieren zu lassen.

Der MOTIVATE ME Fragebogen wurde den SchülerInnen ausgeteilt. Die folgende Abbildung zeigt das Resultat der ersten drei (geschlossenen) Fragen:



1. Mir hat die Einheit gut gefallen
2. Ich habe etwas Neues gelernt
3. Wir haben interessante Dinge in der Einheit gemacht

Die Abbildung zeigt dass bei Frage 1 alle SchülerInnen mit „deutlicher Zustimmung“ oder „Zustimmung“ antworteten. Sie waren also motiviert und involviert in die Aktivität. Diese Arbeitsweise hat sich als innovativ im Vergleich zur üblicherweise verwendeten Unterrichtsmethode herausgestellt. Bei Frage 2 antworteten jedoch die meisten SchülerInnen mit „bin nicht sicher“ ob Neues gelernt wurde, was darauf hinwies dass keine neuen Inhalte behandelt wurden. Vielleicht hat ihnen auch das Vertiefen des physikalischen Verständnisses durch experimentelle Daten und Graphen nicht gefallen. Bei Frage 3 antwortete die Mehrheit mit „Zustimmung“. Ebenso wie in Frage 1 zeigt sich das Interesse an der Aufgabe.

Unter den interessanten Antworten auf Frage 4 „Was hat Ihnen am besten gefallen und warum?“ fanden sich:

- Daten aus Graphen finden
- Die Schwingkreiswerte aus den Daten berechnen

Die SchülerInnen fanden die Arbeit mit Daten und Graphen interessant, ebenso wie daraus physikalische Parameter abzuleiten. Wie in Frage 1 zeigte sich dass sie Tätigkeiten in der Schule bevorzugen bei denen sie aktiv involviert sind.

Frage 5 lautet „Was hat Ihnen am wenigsten gefallen und warum?“

Die relevanten Antworten waren:

- Die Berechnungen
- Skalierung verstehen
- Daten aus Graphen abzulesen

Es ist üblich für SchülerInnen, Rechnungen als langweilig zu empfinden, während das Verstehen von Skalierung und das Ablesen von Daten einen guten Umgang mit Maßeinheiten erfordert; SchülerInnen zeigten dabei Schwierigkeiten.

Frage 6 lautete „Ich würde gerne mehr erfahren über:“ Die häufigste Antwort war:

- Experimente in Elektrizitätslehre durchzuführen

Die SchülerInnen zeigten deutliches Interesse an experimenteller Arbeit.

Die SchülerInnen fanden es interessant mit Daten und Graphen zu arbeiten. Häufig wird in der Schule dem dynamischen Einsatz des eigenen Wissens zu wenig Aufmerksamkeit gezollt. Eine Aufgabenbasierende Lernmethode, wie sie in dieser Aktivität verwendet wurde, bereitet SchülerInnen auf kritisches und analytisches Denken vor. Während der Diskussion fanden es die SchülerInnen interessant ihre Ideen und Meinungen mit denen der anderen zu vergleichen. Diese Tatsache bestärkt die Brauchbarkeit von Diskussion und Debatte als Unterrichtsmethode, wenn in der Diskussion auch tatsächlich alle Meinungen zugelassen werden.

Die Antworten auf Fragen 4 und 6 zeigen dass SchülerInnen Interesse daran zeigen ihr theoretisches Wissen und ihre kognitiven Ressourcen zur Lösung neuer Probleme anzuwenden. Dies ist einer der Kernpunkte Aufgabenorientierten Lernens.

Diese Art von Aktivität gibt den SchülerInnen neue Motivation an Themen wie Kondensatoren zu arbeiten, was üblicherweise nicht so interessant für sie ist.

### **Schlussfolgerungen**

Diese Aktivität kann als gute Unterrichtspraxis bezeichnet werden, weil sie die Fähigkeit von SchülerInnen zur Diskussion und zum Interpretieren von experimentellen Daten ebenso stärkt wie die Motivation und das Interesse der

SchülerInnen am Problemlösen. Im Vergleich zum normalen Unterricht handelt es sich um eine innovative Unterrichtsmethode. Die SchülerInnen können ihr Wissen dynamisch anwenden. Die Methode war auch geeignet, da die SchülerInnen die Möglichkeit hatten individuell über das Problem zu reflektieren und dann ihre eigenen Ergebnisse mit denen ihrer KlassenkameradInnen zu vergleichen. Das steigert die Neugierde der SchülerInnen und bringt sie dazu ihre kognitiven Fähigkeiten auf konstruktive Weise zu nutzen und damit das analytische und kritische Denken zu fördern.

Die Aktivität ist auch einfach reproduzierbar. Der erforderliche Hintergrund und die didaktischen Werkzeuge sind elementar für die Abschlussklasse einer Sekundarschule. Das ist ebenfalls ein wichtiger Punkt.

Die hier verwendeten Unterrichtsmethoden werden sehr empfohlen, weil sie sehr gute Resultate in Hinblick auf Motivation und Inhalt gezeigt haben.



## FALLSTUDIE 17

<b>Titel der Fallstudie</b>	<b>Spiele mit Brüchen</b>
<b>Ursprungsland</b>	SK Team
<b>Beschreibung</b>	Die Fallstudie beschreibt eine Einheit in der drei verschiedene Aktivitäten durchgeführt wurden: diese verwendeten Einzelarbeit und zwei Spiele aus dem PROMOTE MSc Material.
<b>Zielpublikum</b>	SchülerInnen, Alter 13-14 Jahre
<b>Schlüsselwörter</b>	Motivation, Kompetenzen, Fallstudie, Brüche, unbewusstes Lernen, Gruppenarbeit, Partnerarbeit, motivierendes Material
<b>Unterrichtsmethode</b>	Frontalunterricht, Diskussion und Debatte, Fragendes Lernen, Spiele, Arbeit in Kleingruppen

### **Hintergrund**

Die Einheiten wurden von PaedDr. Lubica Korenekova am Gymnázium Levice (Sekundarschule in der Stadt Levice) durchgeführt. Sie unterrichtete zwei idente Einheiten in zwei verschiedenen Klassen.

### **Inhalt**

1. Einführung
2. Studie
3. Evaluation der Fragebögen
4. Schlussfolgerungen und Hinweise

### **Evaluation**

Nach der Analyse der Fallstudie *Spiele mit Brüchen* kann man sagen dass das Material das Interesse der SchülerInnen an den Aktivitäten in der Stunde positiv beeinflusst hat. Außerdem wurden die SchülerInnen motiviert mehr Informationen und Wissen zu erhalten. Sie lernten und entwickelten ihre mathematischen Fähigkeiten und die Fähigkeit schnell, taktisch und richtig zu

denken, obwohl das nicht alle realisierten. Es gab also auch unbewusstes Lernen. Sie mussten auch kommunizieren und zusammenarbeiten um die Spiele zu spielen.

### **Empfehlungen und Hinweise**

Das Material kann verändert und adaptiert werden, um dem Niveau der SchülerInnen zu entsprechen. Es ist auch für Didaktikseminare geeignet.

---

## **Spiel emit Brüchen**

### **Einführung**

Das Thema der beiden identischen Einheiten, die in zwei verschiedenen Klassen ausgeführt wurden, waren Brüche und mathematische Operationen mit Brüchen. Das Ziel der Einheit war das Üben und Stärken des Wissens der SchülerInnen über Brüche, durch Vergleichen und Ausführen verschiedener mathematischer Operationen. Die SchülerInnen sollten:

- Brüche so weit wie möglich kürzen,
- Brüche in Dezimalzahlen verwandeln,
- Brüche zu 1 addieren,
- Brüche vergleichen,
- Mathematische Operationen mit Brüchen durchführen: Addition, Subtraktion, Multiplikation, Division.

### **Studie**

Der Anfang der Stunde hat sich nicht sehr von einer **traditionellen Mathematikstunde** unterschieden. Nach dem Überprüfen der Hausübung sollten die SchülerInnen Aufgaben, die an der Tafel standen, in ihr Schulübungsheft schreiben und lösen. Diese Aufgaben behandelten Operationen mit Brüchen: Multiplikation, Division, Addition, Subtraktion.

Der nächste Teil der Einheit war aktiver, denn die SchülerInnen übten das Thema durch zwei mathematische Spiele. Diese Spiele wurden aus einer Reihe

von motivierendem Material des PROMOTE MSc Projekts entnommen und anhand einiger Methoden aus MOTIVATE ME durchgeführt.

Ein Spiel namens *Mathematisches Bingo* wurde benutzt. Nachdem die Regeln des **Spiele**s erklärt wurden, wurde die Klasse in zwei **Gruppen** geteilt. Die SchülerInnen mussten dazu nicht ihre Plätze verlassen, sondern blieben auf ihren Plätzen, da sie zu zweit nebeneinander saßen. Einer der beiden gehörte zur Gruppe A, der andere zur Gruppe B. Jeder Schüler erhielt ein **Arbeitsblatt** für das Spiel. Es bestand aus Tabellen mit vier Zeilen und vier Spalten. Diese Tabellen enthielten gewisse Aufgaben, welche das Ergebnis der zu lösenden Übungen aus der nächsten Stufe des Spiels darstellten. Das Spiel beginnt indem die Lehrkraft gewisse mathematische Operationen vorliest und die SchülerInnen diese im Kopf lösen sollen, das richtige Resultat in der Tabelle finden und ankreuzen. Schritt für Schritt kommen die SchülerInnen zu einem Punkt an dem sie vier zusammenhängende Kästchen horizontal, vertikal oder diagonal angekreuzt haben. Das ist „Bingo“ und der Augenblick, in dem sie dieses Wort rufen sollen. Die mathematischen Operationen die mit dem Bingo in der Fallstudie geübt wurden waren: Brüche zu 1 addieren, kürzen, und verwandeln in eine Dezimalzahl.

Ein zweites Spiel namens *Nur einen Bruchteil mehr* wurde ebenfalls verwendet. In der ersten Stufe wurden die SchülerInnen in Paare eingeteilt. Jedes Paar erhält einen Stapel Karten. Dies sind spezielle Karten: Auf jeder ist eine Bruchzahl abgedruckt. Die Zähler und Nenner sind dabei nur natürliche Zahlen von 1 bis 5. Jeder Schüler hat 5 Karten. Der Rest des Stapels liegt verdeckt in der Mitte. Der jüngere Spieler beginnt in dem er eine Karte ausspielt. Der andere Spieler versucht eine Karte auszuspielen die einen höheren Wert als die auf dem Tisch hat. Wenn die Karte einen höheren Wert hat, kann er beide Karten nehmen, ist die andere Karte höher, erhält der andere Spieler beide Karten. Wenn die Werte gleich sind, bleiben die Karten liegen und der erste Spieler spielt die nächste Karte aus, bis eine Entscheidung fällt. Man zieht aus dem Stapel in der Mitte nach, sodass man immer 5 Karten in der Hand hat. In der nächsten Runde spielt der zweite Spieler aus. Dies geht so lange weiter, bis der Stapel in der Mitte aufgebraucht ist und die SchülerInnen auch keine Karten mehr in der Hand haben. Dann werden die gewonnenen Karten gezählt, und der Spieler mit den meisten gewonnenen Karten gewinnt.

Nach zwei Spielrunden setzen sich zwei Paare zusammen und spielen das Spiel zu viert mit beiden Kartenstapeln zusammengemischt. Am Ende der Einheit evaluierten die SchülerInnen die Aktivitäten und füllten den Fragebogen aus.

## Evaluation der Fragebögen

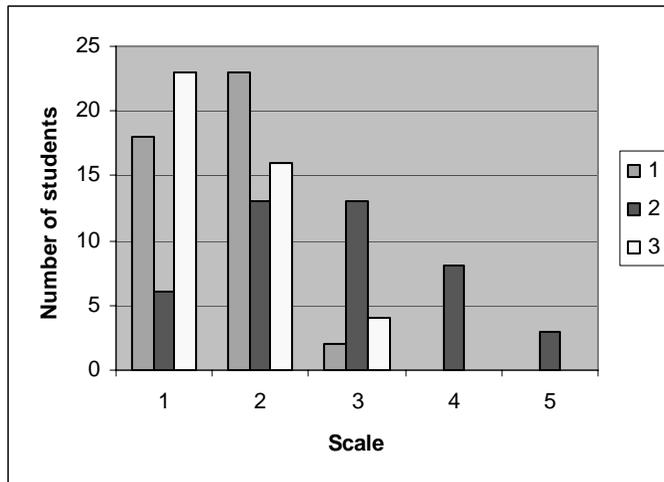
Die Fallstudie wurde als Aktivität im Rahmen des MOTIVATE ME Projekts durchgeführt, welches einen Fragebogen entwickelt hat um die Motivation der SchülerInnen während der Einheit zu überprüfen. Im ersten Teil des Fragebogens sollten die SchülerInnen die folgenden Aussagen nach der unten stehenden Skala evaluieren:

1. Mir hat die Einheit gut gefallen.
2. Ich hab etwas Neues gelernt.
3. Wir haben interessante Dinge in der Einheit gemacht.

Skala:

- 1 Deutliche Zustimmung   2 Zustimmung   3 Ich weiß nicht  
4 Ablehnung   5 Deutliche Ablehnung

Die folgende Abbildung zeigt die Resultate der Evaluation durch die SchülerInnen. Es nahmen 43 Personen teil.



Nach den Ergebnissen die in der Abbildung dargestellt sind kann man sehen dass die Mehrheit der SchülerInnen der ersten Aussage zustimmte, d.h. die Einheit hat ihnen gefallen. Obwohl die Einheit eigentlich nur eine Wiederholung und Übung war, gab fast die Hälfte der SchülerInnen an etwas Neues gelernt zu haben. Auch antwortete niemand auf die dritte Frage mit Ablehnung, d.h. alle dachten die Aktivitäten seien interessant gewesen.

Im zweiten Teil des Fragebogens sollten die SchülerInnen die folgenden offenen Fragen beantworten:

4. Was hat Ihnen am besten gefallen und warum?
5. Was hat Ihnen am wenigsten gefallen und warum?
6. Ich würde gerne mehr erfahren über:

Evaluation des zweiten Teils des Fragebogens:

Die Antworten der SchülerInnen auf die vierte Frage können in 3 Gruppen eingeteilt werden.

Die erste Gruppe sind Antworten von SchülerInnen die verstanden dass es das Ziel der Einheit war, etwas auf unterschiedliche Weise, aktiver und auf spielende Art, zu lernen. Hier einige Auszüge:

- ✓ *„Es hat mir gefallen das wir gespielt haben und gleichzeitig etwas gelernt.“*
- ✓ *„Bingo und ein Kartenspiel. Das war eine besondere Stunde, anders als sonst, und sie war trotzdem mit dem Thema verbunden.“*
- ✓ *„Ich wusste nicht dass man Mathematik auch so lustig machen kann. Das habe ich noch nie erlebt. Ich mochte es dass wir denken mussten und trotzdem Spaß hatten.“*

In der zweiten Gruppe waren SchülerInnen die dachten es sei eine Stunde in der sie einfach nicht lernen mussten:

- ✓ *„Bingo – weil ich nichts lernen musste.“*
- ✓ *„Bingo war am interessantesten weil wir nicht gelernt haben.“*
- ✓ *„Ich mochte das Kartenspiel weil wir nicht lernen mussten.“*

Die dritte Gruppe waren SchülerInnen die meinten die Einheit war interessant und entspannt:

- ✓ „Das Kartenspiel weil die Atmosphäre so locker war und wir gelacht haben.“
- ✓ „Als wir Bingo spielten weil das war lustig.“
- ✓ „Bingo weil wir endlich mal rausrufen durften.“

Nach der Analyse der Antworten auf Frage 5 können wir sagen dass die Mehrheit der SchülerInnen den ersten Teil der Stunde am uninteressantesten fanden. Das war der Teil mit der traditionellen Art und Weise. Ein paar gaben an alles sei interessant gewesen.

- ✓ „Die 10 Minuten in denen wir gelernt haben.“
- ✓ „So was gab es nicht.“
- ✓ „Ich mochte die ganze Stunde, also alles.“

Es gab verschiedene Antworten auf die letzte Frage. Diese waren von der Stimmung, dem Charakter oder den Hobbys der SchülerInnen ebenso wie vom Thema der Stunde beeinflusst.

- ✓ „Ich weiß nicht, vielleicht über Brüche.“
- ✓ „Über alles was geht.“
- ✓ „Über quadratische und kubische Gleichungen.“
- ✓ „Ich möchte gerne wissen ob andere Stunden auch so gehalten werden.“
- ✓ „Über das Verwenden von **Ausdrücken** im täglichen Leben.“

### **Schlussfolgerungen und Hinweise**

Nach der Analyse der Fallstudie *Spiele mit Brüchen* kann man sagen dass das Material das Interesse der SchülerInnen an den Aktivitäten in der Stunde positiv beeinflusst hat. Außerdem wurden die SchülerInnen **motiviert** mehr Informationen und Wissen zu erhalten. Sie lernten und entwickelten ihre mathematischen Fähigkeiten und die Fähigkeit schnell, taktisch und richtig zu denken, obwohl das nicht alle realisierten. Es gab also auch unbewusstes Lernen.

Das Material kann verändert und adaptiert werden, um dem Niveau der SchülerInnen zu entsprechen. Es ist auch für Didaktikseminare geeignet. Hier wird Mathematik auf alternative Weise unterrichtet. Es basiert auf unbewusstem Lernen, das auf spielerische Weise realisiert wird.

## FALLSTUDIE 18

**Titel der Fallstudie**    **Lehren und Lernen von grundlegenden Funktionen unter Verwendung eines interaktiven Tabellenkalkulationsmodells (EXCEL)**

**Ursprungsland**        SK Team

### **Beschreibung**

Die Fallstudie beschreibt zwei identische Mathematikstunden in zwei verschiedenen Klassen von Sekundarschulen in Nove Zamky and Nitra durch den Autor des interaktiven Tabellenkalkulationsmodells PaedDr. Jan Benacka, PhD.

**Zielpublikum**         SchülerInnen, Alter 18-19 Jahre

**Schlüsselwörter**     Interaktive Tabellenkalkulationsmodelle, elementare Funktionen, Visualisierung, Motivation

**Unterrichtsmethode**   Computerunterstütztes Lernen, Demonstration, Diskussion und Debatte, Fragendes Lernen

### **Hintergrund**

Die experimentellen Stunden wurden in zwei verschiedenen Slowakischen Städten (in einer Normalklasse in Nitra und einer mathematisch orientierten Klasse in Nove Zamky) durchgeführt. Beide Einheiten fanden im Klassenraum statt, mit einem Computer und einem Datenprojektor.

### **Inhalt**

1.     Einführung
2.     Interaktives Tabellenkalkulationsmodell
3.     Evaluation der Fragebögen
4.     Weitere Experimente

### **Evaluation**

Die Antworten auf die ersten drei Fragen waren hauptsächlich „Zustimmung“, was eine gesteigerte Motivation und Interesse an der Atmosphäre der Stunde

(Frage 1), der Neuerwerb oder das Wiederholen von existierendem Wissen (Frage 2) und die Evaluation der eigenen Aktivitäten während der Stunde (Frage 3) zeigt. Die Antworten auf Frage 4 bestätigten das Interesse an der Methode, Anwendung und dem Unterrichtsstil der Lehrperson. Einige Antworten auf Frage 5 lassen Zufriedenheit mit der Stunde erkennen. Um die Antworten auf Frage 6 zusammenzufassen können wir annehmen dass die SchülerInnen üblicherweise nicht kreativ in die Stundengestaltung eingreifen können. Die SchülerInnen-Beteiligung ist in der Sekundarschule nicht üblich. Der Mathematikunterricht ist weiterhin in den meisten Slowakischen Schulen lehrerzentriert ohne Anteilnahme der SchülerInnen.

### **Empfehlungen und Hinweise**

Demonstrationen mit einem Computer sind für große Klassenräume nicht geeignet, da die Sichtbarkeit von den hinteren Reihen sehr eingeschränkt ist.

Ein spezielles Klassenzimmer für Computerunterstütztes Lernen wäre zu empfehlen.

Arbeitsblätter mit Aufgaben auf verschiedenem Niveau wären gut.

---

## **Lehren und Lernen von grundlegenden Funktionen unter Verwendung eines interaktiven Tabellenkalkulationsmodells (EXCEL)**

### **Einführung**

Eine dynamische Computerumgebung für den Mathematikunterricht wird derzeit in der Slowakei entwickelt. Der häufigste Ansatz ist es den Computer als ein Werkzeug zur Demonstration, Erklärung, und Illustration mathematischer Elemente zu verwenden. **Interaktive Tabellenkalkulationsmodelle** für den Unterricht wurden von Jan Benacka als **spannendes Material** für **Computerunterstütztes Lernen** in Mathematik entwickelt.

### **Interaktives Tabellenkalkulationsmodell**

Die Idee ist es zu **visualisieren**, wie sich der Graph einer gewissen elementaren Funktion verändert wenn sich die Funktionsparameter ändern, und den Prozess

der Untersuchung von Graphen **dynamischer zu gestalten**. Dies erlaubt es, die Bewegung des Graphen **unmittelbar zu beobachten**, und die Veränderung der Form des Graphen durch Verändern seiner Parameter sehr schnell zu **kontrollieren**. Das interaktive Tabellenkalkulationsmodell kann eine große Anzahl von Graphen in wenigen Minuten zeichnen, sodass die SchülerInnen die typischen Formen **verstehen, sich daran erinnern** und sie im visuellen Gedächtnis behalten. Die SchülerInnen haben die Möglichkeit sich dem Konzept der elementaren Funktionsgraphen durch Verwendung des interaktiven Tabellenkalkulationsmodells auf eine **intuitive und dynamische Art** zu nähern. So ein Ansatz ist mit Papier und Bleistift alleine nicht möglich.

Zwei experimentelle Unterrichtseinheiten wurden realisiert, eine in einer dritten und eine in einer vierten (letzten) Klasse einer Schule der Sekundarstufe II, innerhalb einer Wiederholungsstunde. Die Stunden haben darauf abgezielt **fertiges Wissen** für die Matura (Reifeprüfung) zu liefern. Sie wurden in zwei verschiedenen Slowakischen Städten (einer Normalklasse in Nitra und einer mathematisch orientierten Klasse in Nove Zamky) durchgeführt. Beide Einheiten fanden in einem normalen Klassenzimmer mit einem **Computer** und einem **Datenprojector** statt.

Während des ersten Teils der Einheit erhielt jeder Schüler drei **Arbeitsblätter** mit Graphen elementarer Funktionen. Diese Graphen wurden auch projiziert. Die Formen der Graphen haben „nette“  $x$ -Werte für die Formeln ergeben, und der  $y$ -Wert wurde **im Kopf berechnet**. Die resultierenden Punkte wurden auf den projizierten Graphen gezeigt. Das Ziel der Einheit war es die Formen der Graphen ins **visuelle Gedächtnis** zu bringen um sie von dort in wenigen Sekunden abrufen zu können.

Im zweiten Teil der Einheit wurden interaktive Tabellenkalkulations-Anwendungen **projiziert** und die SchülerInnen aufgefordert mit den Parametern der Formeln **zu experimentieren** und deren Bedeutung herauszufinden.

Dann wurde den SchülerInnen das **Arbeitsblatt** mit den Graphen gegeben, und sie mussten die Gleichungen anschreiben die diesen Graphen produzieren. Am Ende wurden die Resultate mit Hilfe der Tabellenkalkulation überprüft.

Die Einheit ging mit einer Übungsphase weiter: Skizzieren von Graphen des zweiten Arbeitsblatts – eine Tabelle mit verschiedenen nicht-elementaren Funktionen mit abgestufter Schwierigkeitsgrad. Die SchülerInnen wurden aufgefordert diese Skizzen mit der Hand anzufertigen.

Die SchülerInnen wurden aufgerufen, die Aufgaben auf dem Whiteboard **zu lösen**. Nach dem fertig stellen des Graphen wurden sie **eingeladen die entsprechende Applikation zu öffnen und die Daten anzupassen** um den genauen Graph zu zeigen und **das Ergebnis zu überprüfen** (wir möchten anmerken dass die SchülerInnen überrascht waren wie genau ein handgezeichneter Graph mit diesem Modell sein kann). Im letzten Teil der Einheit wurden die Graphen mittels der Tabellenkalkulation unter **aktiver Beteiligung der SchülerInnen** gezeichnet. Als **Hausübung** wurden einige mit der Hand zu zeichnende Graphen aufgegeben.

### **Evaluation der Fragebögen**

Die SchülerInnen wurden aufgefordert die MOTIVATE ME Fragebögen nach der Einheit auszufüllen. **Die Persönlichkeit des Lehrers und sein Enthusiasmus waren die motivierendsten Faktoren bei beiden Einheiten.** Der erzählende Vortrag des Lehrers spielte ebenfalls eine Rolle, z.B. in den Antworten „*der schönste Punkt der ganzen Welt*“, „*geformt wie ein Kamin*“, „*V-Form*“, „*der nette Punkt*“. Tabelle 1 zeigt die erhaltenen Ergebnisse. Fragen 1-3 sind quantitative mit der Skala: 1(deutliche Zustimmung) bis 5 (deutliche Ablehnung).

Die Antworten auf die ersten drei Fragen waren hauptsächlich „Zustimmung“, was eine **gesteigerte Motivation** und **Interesse** an der Atmosphäre der Stunde (Frage 1), der **Neuerwerb oder das Wiederholen von existierendem Wissen** (Frage 2) und die **Evaluation** der eigenen Aktivitäten während der Stunde (Frage 3) zeigt. Die Antworten auf Frage 4 **bestätigten das Interesse** an der Methode, Anwendung und dem Unterrichtsstil der Lehrperson. Einige Antworten auf Frage 5 lassen **Zufriedenheit** mit der Stunde erkennen. Um die Antworten auf Frage 6 zusammenzufassen können wir annehmen dass die SchülerInnen üblicherweise nicht kreativ in die Stundengestaltung eingreifen können. Die SchülerInnen-Beteiligung ist in der Sekundarschule nicht üblich. Der Mathematikunterricht ist weiterhin in den meisten Slowakischen Schulen lehrerzentriert ohne Anteilnahme der SchülerInnen.

**Tabelle 1 Ergebnisse der experimentellen Einheiten in der Sekundarschule**

	Frage	Nitra	n	%	Nove Zamky	n	%
			12	100		27	100
4	Was hat Ihnen am besten gefallen und warum?	Die Methode	7	58	Die Methode	12	44
		Die Anwendungen	5	42	Stil des Lehrers	11	41
		Genaue Graphen	1	8	Die Anwendungen	2	7
5	Was hat Ihnen am wenigsten gefallen und warum?	Keine Antwort	9	75	Alles war OK	13	48
		Wusste ich schon	2	17	Keine Antwort	8	30
		Langeweile	1	8	War in der letzten Reihe, sah die Graphen nicht	3	11
6	Ich würde gerne mehr erfahren über	Keine Antwort	9	75	Keine Antwort	11	41
		Nicht-elementare Funktionen	2	17	Logarithmen	3	11
		Die Anwendungen	1	8	Kombinatorik	3	11
					Ableitungen	3	11
					Nicht-elementare Funktionen	1	4
1	Mir hat die Einheit gut gefallen	2,00	Durchschnitt von 1 – 5	1,74	Durchschnitt von 1 – 5		
2	Ich habe etwas Neues gelernt	2,33		1,96			
3	Ich habe interessante Dinge gemacht	2,17		1,81			

### Weitere Experimente

Die Experimente werden fortgesetzt mit Lehramtsstudierenden und konzentrieren sich auf das Präsentieren des Tabellenkalkulationsmodells und darauf, die Studierenden zu motivieren das beschriebene Unterrichtsmaterial auch einzusetzen.

Die Hauptidee der Experimente mit den Lehramtsstudierenden ist:

- Den Lehramtsstudierenden das Tabellenkalkulationsmodell als praktisches Material für ihren zukünftigen Unterricht in der Schule zu zeigen,
- sie damit vertraut zu machen wie eine Tabellenkalkulation funktioniert und wie man sie in bestimmten Mathematikstunden einsetzen kann,

- sie aufzufordern einen Teil von Mathematikstunden mit dem gezeigten Modell vorzubereiten und ihren StudienkollegInnen vorzuführen,
- sie aufzufordern eine Mathematikstunde mit dem gezeigten Modell vorzubereiten und während des Unterrichtspraktikums an der Schule durchzuführen,
- die Fragebögen an Lehramtsstudierende als Studierende (Fragebogen 1) und als Lehrende (Fragebogen 2) auszuteilen und die Ergebnisse zu vergleichen – vor allem im Hinblick auf die Motivation.

## FALLSTUDIE 19

**Titel der Fallstudie**    **Wie ist es, LehrerIn zu sein – Meteorologie**  
**Ursprungsland**        SK Team

### **Beschreibung**

SchülerInnen versuchen eine Physik-Lehrkraft zu sein. Diese Situation erhöht ihre Motivation Physik zu lernen und auch das Interesse an physikalischen Themen – in diesem Falle Meteorologie.

**Zielpublikum**        SchülerInnen, Alter 12-13 Jahre

**Schlüsselwörter**     Motivation, Meteorologie, Einzelarbeit, Selbstständiges Lernen

**Unterrichtsmethode**   Präsentation, Einzelarbeit, Selbstständiges Lernen

### **Hintergrund**

Die Fallstudie wurde von PaedDr. Lubomira Valovicova, PhD, durchgeführt, einer Assistentin des Physikinstituts die regelmäßig an einer Primarschule in Nitra unterrichtet. Sie verwendete das PROMOTE MSc Material Wie ist es, LehrerIn zu sein – Meteorology. Die zwei Stunden wurden von PaedDr. Jan Sunderlik, Doktoratsstudent, auf Video aufgezeichnet.

### **Inhalt**

1.      Einführung
2.      Studie mit Detailbeschreibung der Methode und Zeittafel
3.      Evaluation
4.      Schlussfolgerungen und Hinweise
5.      Anhang (nur online): Video

### **Evaluation**

Die SchülerInnen in ihre Rolle als Lehrkräfte waren sehr motiviert zu Lehren und zu Lernen. Die wählten verschiedene Arten von Einheiten – Demonstration, Gruppenarbeit, Einzelarbeit. Dies wurde intuitive gemacht, sehr oft imitierten sie den Stil ihrer echten Lehrkräfte, nicht nur der Physiklehrer.

Die Idee LehrerIn zu sein verursacht sehr starke Emotionen bei jenen welche die Rolle der Lehrkraft übernehmen – sie sind in der Lage interessantes Material aus verschiedenen Quellen vorzubereiten – nicht nur aus den Schulbüchern.

Der MOTIVATE ME Fragebogen wurde hier nicht benutzt.

### **Empfehlungen und Hinweise**

Das Thema sollte auf 2 SchülerInnen aufgeteilt werden, damit eine Präsentation nicht länger als 20 Minuten dauert.

Die Vorbereitungszeit für die SchülerInnen in der Lehrrolle sollte ein Monat betragen.

Eine Konsultation mit der Lehrkraft über die Methoden und Themen oder Materialien vor der Stunde ist notwendig.

Die Lehrkraft sollte nur ein Beobachter sein und nur im Notfall eingreifen.

Nach der Einheit wird ein Kontrolltest empfohlen.

### **Einführung**

Einer der wichtigen Faktoren, der die Einstellung der SchülerInnen zur Physik beeinflusst, ist die Motivation. Für eine gute Motivation ist es notwendig dass den SchülerInnen die Physik gefällt und sie die Chance haben jedes einzelne Thema zu verstehen. Die SchülerInnen verlieren das Interesse wenn die nicht aktiv Wissen erwerben können und nehmen dann sehr oft Zuflucht zum Auswendiglernen.

Aus diesem Grund haben wir versuch eine passende und interessante Form von Motivation zu finden. Wir fanden das **Rollenspiel**, bei dem die SchülerInnen LehrerIn werden, eine mögliche Motivationsquelle.

Wir haben uns für diese Studie für das Thema **Meteorologie** entschieden. Das ist ein Thema, welches sich einfach in verschiedene Teile aufteilen lässt die nicht notwendigerweise eng miteinander verbunden sind, im Vergleich zu anderen Themen des Lehrplans. Ein anderer wichtiger Punkt ist die große Bandbreite der Materialien welche die SchülerInnen benutzen können, z.B. Buch oder eine große Anzahl von Websites, die sich mit Meteorologie beschäftigen. Die SchülerInnen haben die Möglichkeit **verschiedene Quellen** zu benutzen. Das Thema Meteorologie ist auch zeitlich geeignet. Die Lehrkraft kann damit ungefähr einen Monat verbringen, somit haben fast alle SchülerInnen die Möglichkeit einer **individuellen Präsentation**.

### **Studie mit Detailbeschreibung der Methode und Zeittafel**

Die Hauptquelle zur Erstellung der Themen für die einzelnen Unterrichtseinheiten war der Lehrplan für die 7. Schulstufe im Slowakischen Schulsystem.

1. Unterrichtseinheit: Grundbegriffe, Klima und Wetter
2. Unterrichtseinheit: Atmosphärenschichten
3. Unterrichtseinheit: Kondensation von Wasserdampf
4. Unterrichtseinheit: Luftfeuchtigkeit
5. Unterrichtseinheit: Wolken und Niederschlag
6. Unterrichtseinheit: Wind und seine Richtung
7. Unterrichtseinheit: Wetterkarte
8. Unterrichtseinheit: Wetterstation
9. Unterrichtseinheit: Luftverschmutzung
10. Unterrichtseinheit: Unwetterkatastrophen

### ***Verteilung der einzelnen Themen auf einzelne SchülerInnen***

Die Lehrkraft kann sich für eine von zwei Arten entscheiden:

Art 1: Die Lehrkraft benutzt zwei Urnen mit Karten und entscheidet **zufällig** über SchülerInnen und Themen. In der ersten Urne sind die Namen der SchülerInnen, in der zweiten die Titel der einzelnen Unterrichtseinheiten. Die Lehrkraft zieht Namen und Themen aus den Urnen, wie bei einer Auslosung einer Sportveranstaltung.

Art 2: Die Lehrkraft lässt die SchülerInnen Gruppen bilden und diese können dann bieten (wie bei einer Auktion). Die Lehrkraft liest den Titel der Einheit vor und die Gruppe die sich dafür interessiert meldet sich. Gibt es mehrere Interessenten findet ein Duell statt: Die Gruppen müssen Fragen aus dem entsprechenden Thema beantworten.

Nach dem Zuteilen der Unterrichtseinheiten erhält jede Gruppe eine Karte mit dem Titel und mit einer Frage welche die MitschülerInnen nach der Stunde beantworten könnten.

## ***Karten***

Unterrichtseinheit 1: Grundbegriffe, Klima und Wetter. (Erkläre was das Wetter ist, was ist damit gemeint. Was Klima bedeutet, und welche Arten von Klima es gibt).

Unterrichtseinheit 2: Atmosphärensichten. (Erkläre die einzelnen Schichten der Atmosphäre – Du kannst interessante Dinge darüber finden).

Unterrichtseinheit 3: Kondensation von Wasserdampf. (Wie entstehen Wolken? Was ist Bewölkung?)

Unterrichtseinheit 4: Luftfeuchtigkeit. (Was ist die Luftfeuchtigkeit? Wie kann sie gemessen werden? Erkläre das Konzept des Taupunkts, absolute und relative Feuchtigkeit).

Unterrichtseinheit 5: Wolken und Niederschlag. (Benenne die Grundarten von Wolken. Was ist Tau und Nebel? Was ist Niederschlag und wie entsteht er? Wie wird der Niederschlag gemessen?)

Unterrichtseinheit 6: Änderungen des Luftdrucks. Wind und Windrichtung. (Wie entstehen die Luftdruckänderungen? Unterscheide zwischen Hoch- und Tiefdruck. Was ist Wind und wie entsteht er? Was ist die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit?)

Unterrichtseinheit 7: Wetterkarte. (Was ist eine Wetterkarte – Front (kalt und warm). Was ist die Wettervorhersage?)

Unterrichtseinheit 8: Wetterstation. (Wofür sind Wetterstationen gut? Welche Geräte gibt es in einer Wetterstation?)

Unterrichtseinheit 9: Luftverschmutzung. (Natürliche und künstliche Luftverschmutzung (Treibhauseffekt, Ozonloch))

Unterrichtseinheit 10: Naturkatastrophen die von Wetter verursacht werden. (Erwähne einige Naturkatastrophen – Tornados, Hurrikans, Schneekatastrophen, Überschwemmungen).

Nach der Themenverteilung kann die Lehrkraft den SchülerInnen Hinweise wie die Adressen verschiedener Websites mit Informationen zu den entsprechenden Themen geben. Es wäre gut nur Adressen zu verwenden mit denen die Lehrkraft vertraut ist um die Kontrolle zu vereinfachen (die Lehrkraft sollte darauf drängen mehrere Quellen zu verwenden). Wenn Zeit bleibt können auch Fragen der SchülerInnen beantwortet werden.

### ***Die Zeit zwischen der Themenverteilung und der Unterrichtseinheit***

In der Zeit zwischen der Themenverteilung und der entsprechenden Unterrichtseinheit sollte die Lehrkraft **individuelle Konsultationen** oder andere Formen der **Kooperation mit den SchülerInnen** suchen, um die Einheiten vorzubereiten.

In dieser Zeit sollten die SchülerInnen die Einheit der Lehrkraft zur Verfügung stellen. Die Lehrkraft sollte die SchülerInnen auch erinnern nicht die Wiederholung zu vergessen (etwa in Form eines Kreuzworträtsels oder ähnliches). Die SchülerInnen sollten auch aufgefordert werden Notizen für ihre KollegInnen zu machen mit Schlussfolgerungen aus der Einheit. Sie müssen dabei allerdings vorsichtig sein und die Stunde nicht nur als ein Diktat von Notizen organisieren. Die Lehrkraft kann auch **andere Unterrichtsmethoden** die für die Stunden passend sind erwähnen, wie etwa **Experimente** oder andere **innovative Methoden**.

### ***Unterrichtseinheiten der SchülerInnen***

Es ist sehr wichtig für die Lehrkraft zu realisieren dass er/sie in dieser Einheit ein Schulkind ist, und das Verhalten entsprechend anzupassen. Die Lehrkraft sitzt an einem hinteren Tisch und beobachtet die Stunde. Sie verhält sich wie ein Schulkind, schreibt mit, beantwortet eventuelle „Lehrer“-Fragen, oder passt auch nicht auf (gut wäre es dasselbe Verhalten an den Tag zu legen wie der/die unterrichtende SchülerIn sich üblicherweise verhält). Die SchülerInnen können in diesem **Rollenspiel** herausfinden wie es ist eine Lehrkraft zu sein, auch wie es manchmal ungemütlich und schwierig sein kann, nicht nur in dieser speziellen Klasse. Die Lehrkraft braucht nicht einzugreifen wenn SchülerInnen stören, sondern nur in Notsituationen.

Das die Lehrkraft mitschreibt hat auch einen wichtigen Nebeneffekt. Er/sie weiß was erklärt und auch was ausgelassen wurde. Die Rolle der Lehrkraft beschränkt sich in dieser Einheit auf die Evaluation der Einheit am Ende.

Die Lehrkraft sollte dabei evaluieren ob die unterrichtenden SchülerInnen:

- den ganzen Lehrplan für diese Einheit abgedeckt haben;
- mehr getan haben (interessante Aktivitäten wie Kreuzworträtsel);
- Experimente oder Bilder verwendet haben;
- die Notizen für die SchülerInnen vorbereitet haben;
- die Disziplin aufrecht erhalten haben;
- die Einheit verantwortungsbewusst vorbereitet haben.

## Evaluation

Aus der Analyse ergibt sich dass wir annehmen können dass die SchülerInnen Methoden verwendet haben die sie von verschiedenen Lehrkräften bereits gesehen haben. Wir erkannten den Unterrichtsstil nicht nur der Physik-Lehrkraft, sondern auch von anderen Lehrkräften die an dieser Schule unterrichten.

Die SchülerInnen waren hauptsächlich motiviert weil sie die Möglichkeit hatten eine Zeitlang eine Lehrkraft zu sein. Sie hatten die Kompetenzen einer Lehrkraft: zu prüfen, ermahnen, Lob oder Tadel zu vergeben.

Es gab eine große Vielfalt an Methoden, deren Anwendung stark von der gewählten Form der Stunde abhing. Diese Auswahl von Form und Methode war eher intuitiv.

Wir nehmen an dass diese Form des Unterrichtens nützlich ist, hauptsächlich weil die SchülerInnen **unbewusst lernen**, und sie für die Vorbereitung der Stunden mehr lernen als üblich (wo sie Notizen oder das Schulbuch benutzen).

## Schlussfolgerungen und Hinweise

Wir können aus dieser Fallstudie folgende Schlussfolgerungen ziehen.

- Es ist empfehlenswert ein Thema mindestens an zwei SchülerInnen zu vergeben – um zu vermeiden dass ein Kind länger als 20 Minuten spricht;
- Die Lehrkraft muss den SchülerInnen genug Zeit für die Vorbereitung ihrer Stunden lassen, passend ist etwa ein Monat. Dieser lange Zeitraum ist wichtig wegen der Konsultationen und potentieller Verbesserungen der Einheit;
- Während der Schüler-Geleiteten Einheit soll die Lehrkraft hinten in der Klasse sitzen und beobachten (dieser Platz ist zu bevorzugen wegen des guten Überblicks und der relativen Ruhe);
- Es ist gut für die Klassenatmosphäre wenn sich die Lehrkraft wie ein Schulkind benimmt: Mitschreiben, die Fragen des „Lehrers“ beantworten, das übliche Verhalten des vortragenden Schülers kopieren;
- Die Lehrkraft sollte die Vorbereitung und den Unterricht der SchülerInnen nicht sehr stark beeinflussen. Sie sollte mitschreiben um zu wissen was in der Klasse erklärt wurde;
- Es ist zu empfehlen bekanntzugeben dass es einen Test gibt nach dem gesamten Meteorologie-Thema, damit die SchülerInnen verstehen dass sie die einzigen Lehrkräfte zu diesem Thema sind, es niemand nochmals erklärt, und sie die Themen also so erklären müssen dass sie von den anderen verstanden werden und diese sich die notwendigen Fakten und Fähigkeiten auch merken.

## FALLSTUDIE 20

<b>Titel der Fallstudie</b>	<b>ICT in neuen Themen der Chemie zur Motivation von SchülerInnen der Primarstufe und der Sekundarstufe I</b>
<b>Ursprungsland</b>	SK Team
<b>Beschreibung</b>	Die Studie beschreibt innovative Methoden für den Chemieunterricht unter ICT-Einsatz: PowerPoint-Präsentation, Applets und Arbeitsblätter während einer regulären Chemiestunde
<b>Zielpublikum</b>	SchülerInnen 8. – 9. Klasse Alter: 14-16 Jahre, Lehrkräfte und Lehramtsstudierende in Chemie.
<b>Schlüsselwörter</b>	Motivation, Kompetenzen, Präsentation, Demonstration mit ICT-Einsatz, Arbeitsblätter
<b>Unterrichtsmethode</b>	Aktives Lernen – Demonstration, Diskussion und Debatte, schriftliche Kurzarbeit, Rollenspiel, Arbeitsblätter

### **Hintergrund**

Die Einheit wurde von PaedDr. Zita Jenisová und prof. Martin Bílek für SchülerInnen und Lehrkräfte der Regionen Nitra und Trenčin, sowie für Studierende der Constantine the Philosopher University in Nitra entworfen.

### **Inhalt**

1. Einführung
2. Thema der Fallstudie
3. Beschreibung der Unterrichtseinheit
4. Schlussfolgerungen und Hinweise
5. Anhang: Evaluation der Fragebögen

## **Evaluation**

SchülerInnen und Studierenden hat die Einheit gefallen, sie mochten die PowerPoint-Präsentation, und die Einheit wurde als sehr interessant bewertet.

Die Lehrkräfte vermissten Chemie-Experimente.

Die Studierenden waren mit Inhalt und Methoden zufrieden.

## **Empfehlungen und Hinweise**

Demonstration mit dem Computer ist nicht praktische für große Klassenzimmer wegen der schlechten Sichtbarkeit der Präsentation von den hinteren Reihen.

Es wäre gut spezielle Klassenräume für Computerunterstütztes Lernen mit Arbeitsplätzen für SchülerInnen zu haben.

Begabte SchülerInnen hatten mehr Schwierigkeiten mit dem Arbeitsblatt.

---

# **ICT in neuen Themen der Chemie zur Motivation von SchülerInnen der Primarstufe und der Sekundarstufe I**

## **Einführung**

Die Fallstudie wurde in Primar- und Sekundarschulen in der Slowakei in den Jahren 2008 und 2009 durchgeführt. Die teilnehmenden SchülerInnen waren 14 bis 16 Jahre alt. Nach jeder Unterrichtseinheit wurden die MOTIVATE ME Fragebögen ausgefüllt, insgesamt von 408 PrimarschülerInnen und 384 SekundarschülerInnen. Der Lehrkraft-Fragebogen wurde von 42 LehrerInnen ausgefüllt. Von diesen haben 17 die Einheit selbst unterrichtet, den anderen wurde sie während eines jährlichen Fortbildungskurses präsentiert. Außerdem wurden die Fragebögen auch von Lehramtsstudierenden der Chemie ausgefüllt, denen die Einheit im Rahmen eines Didaktikseminars vorgestellt wurde. 77 Studierende der Fakultät für Naturwissenschaften in Nitra waren hier involviert, alle zukünftige Chemie-Lehrkräfte, die sich entweder im dritten Jahr ihres Bachelor-Studiums oder im ersten, vierten oder fünften Jahr ihres Master-Studiums befanden.

## Thema der Unterrichtseinheit

Die Einheit hatte das übergeordnete Thema „Vorgänge in der Chemie“. Die Lehrkräfte konnten eines der folgenden Themen auswählen: „Chemische Reaktionen“, „Protolytische Reaktionen“, „Chemische Kinetik“.

Die folgenden Unterrichtsmethoden wurden in der Einheit verwendet:

- **Frontalunterricht** – um den SchülerInnen zu helfen das Thema mittels einer PowerPoint-Präsentation zu verstehen. Während des Frontalunterrichts wurden motivierende Elemente wie **Diskussion** und **Demonstration** verwendet.
- **Verstärkung** und **Wiederholung** des vorgestellten Themas. **Arbeitsblätter**, basierend auf dem vorgestellten Thema, wurden in diesem Teil der Unterrichtseinheit verwendet.

Ein Computer (des Lehrers) und ein Datenprojektor wurden eingesetzt um das Thema zu präsentieren, nicht nur während des Frontalunterrichts, sondern auch während der Wiederholungsphase beim Arbeiten mit den Arbeitsblättern. 25 % der Arbeitsblätter waren elektronisch, 75 % waren gedruckt. Die gedruckte Version wurde besonders von den Primarschülern bevorzugt, weil sie darauf auch zusätzliche Anmerkungen machen konnten und sie auch als Informationsquelle zum **selbstständigen Arbeiten** und zur **Hausübung** besser geeignet waren.

Diese Art der Themenpräsentation ermöglichte es den Lehrkräften verschiedene Motivationsformen zu inkludieren:

- **Motivierende Exposition** – mit Hilfe eines Computers; das war begeisternd, abwechslungsreich und dynamischer.
- **Motivierende Einführung** – Das Vorwissen der SchülerInnen zu nutzen um neues Wissen zu vermitteln; die Theorie war mit Anwendungen aus dem täglichen Leben verknüpft.
- **Motivierende Demonstration** – es gab mindestens eine Folie in der Präsentation mit interessanten Fakten über das Thema und einem Vorschlag ein Experiment mit Fotobeweis durchzuführen. Wo die Klasse Zugang zum **Internet** hatte, wurden die Links zu **Websites** mit dynamischen chemischen Reaktionen oder Vorgängen als **Video** und **Flash-Animationen** gezeigt.

Durch Verwenden der **Arbeitsblätter** konnten die Lehrkräfte die Motivation aufrecht erhalten während das Thema auf folgende Weise wiederholt wurde: Den Inhalt auf neuesten Stand bringen, Lob, Kritik, **Didaktische Spiele**

(Lückenfüllen und Puzzle) und **Problemlösen**, **Drama-Methoden**, **Feedback** über die Ergebnisse der Arbeit.

Die Einheit über Chemische Reaktionen wurde von Lehrkräften in 17 Schulen unterrichtet.

Das Ziel der Einheit war das Entwickeln der Schülerfähigkeiten, verschiedene Arten chemischer Reaktionen zu unterscheiden und Grundkonzepte zu definieren wie: Reaktant, Produkt, Ausgangssubstanz, Redox-Reaktion, protolytische Reaktion usw. Chemie-Experimente helfen ihnen, chemische Reaktionen und ihren Einfluss auf das tägliche Leben zu verstehen.

### **Beschreibung der Unterrichtseinheit**

Die Einheit begann mit typischen administrativen Tätigkeiten der Lehrkraft. 80% der Lehrkräfte wiederholten das Thema dann mit der gesamten Klasse, 20% mit einzelnen SchülerInnen (die benotet wurden). Im zweiten Teil der Einheit wurde das neue Thema vorgestellt. Dieser Teil wurde nicht traditionell unterrichtet, er verwendete **Computer**, **Datenprojektor**, **Laserpointer** und **Projektionsleinwand** statt Tafel, Kreide, Buch und Schulübungsheft. Jede Lehrkraft machte sich mit der Präsentation vertraut und adaptierte die Exposition nach eigenen Ideen und Notwendigkeiten.

Chemické reakcie v prírode:

Pri fotosyntéze - vzniká kyslík a ďalšie látky pre život

Pri trávení

Pri dýchaní

Pri korózii kovov

Pri kvasení



gäbe einen Mangel an Möglichkeiten des ICT-Einsatzes im Unterricht wegen ungenügender Ausstattung und ungeeigneten Klassenräumen. Spezialklassen für computerunterstütztes Lernen sind meist (zu) klein, so dass nur etwa die Hälfte einer Klasse dort arbeiten kann. Wenn Notebook und Projektor in einer normalen Klasse verwendet werden ist die Projektionsqualität nicht sehr gut, besonders die Sichtbarkeit und die Lesbarkeit, sodass man nicht mit elektronischen Arbeitsblättern arbeiten kann.

## **Anhang**

### **Evaluation der Fragebögen**

Diese Untersuchung wurde als eine Aktivität im Rahmen des Projekts *MOTIVATE ME in Mathematics and Science* durchgeführt, in dem drei Fragebögen entwickelt wurden: Einer für SchülerInnen, einer für Lehrkräfte, und einer für Lehramtsstudierende.

Das Ziel der Fragebögen ist die Evaluation der Motivation von SchülerInnen und Studierenden, in diesem Beispiel beim Lernen von Themen der Chemie mit ICT-Einsatz, vom Standpunkt der SchülerInnen, der Lehrkräfte, und der Lehramtsstudierenden.

#### Die Evaluation der SchülerInnen:

Im ersten Teil des Fragebogens sollten die SchülerInnen die folgenden Aussagen mit Hilfe der unten angegebenen Skala evaluieren:

1. Mir hat die Einheit gut gefallen.
2. Ich hab etwas Neues gelernt.
3. Wir haben interessante Dinge in der Einheit gemacht.

1 Deutliche Zustimmung    2 Zustimmung    3 Ich weiß nicht  
4 Ablehnung    5 Deutliche Ablehnung

Der folgende Graph (Abbildung 3) zeigt die Ergebnisse der SchülerInnen. 408 SchülerInnen der 8. und 9. Klasse von Primarschulen wurden evaluiert.

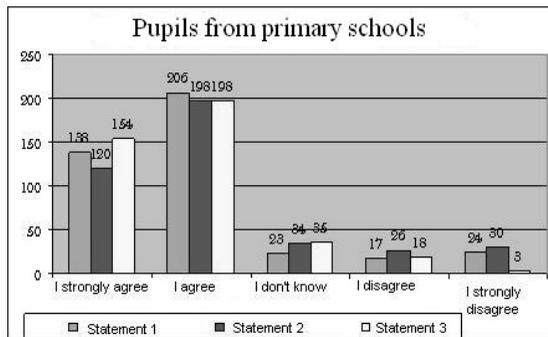


Abbildung 3 Antworten der Primar-SchülerInnen auf die ersten drei Fragen

Die gleichen Aussagen wurden durch die SchülerInnen der 1., 4., und 5. Klasse der Sekundarschule beurteilt. Der Graph zeigt das Ergebnis von 384 SchülerInnen.

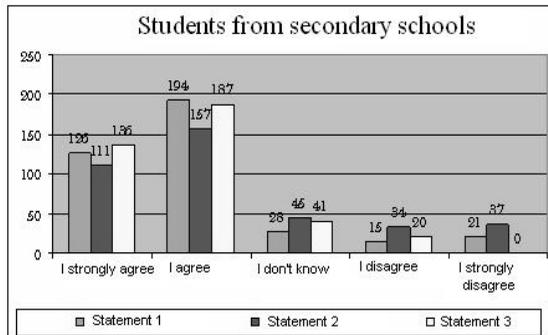


Abbildung 4 Antworten der Sekundar-SchülerInnen auf die ersten drei Fragen

Nach den Ergebnissen beider Graphen kann man sagen dass das PROMOTE MSc Material positiv beurteilt wurde und die Motivation der SchülerInnen gesteigert hat. Wenn man das Ergebnis in die Kategorien Zustimmung, weiß nicht, und Ablehnung einteilt, kann man die Evaluation aller 792 SchülerInnen wie folgt zusammenfassen:

- Zustimmung – etwa 85 % stimmten allen drei Aussagen zu
- Weiß nicht – etwa 6.5 bis 10% beurteilten alle drei Aussagen so
- Ablehnung – etwa 5.2 % (dritte Aussage) bis 16 % (zweite Aussage)

Im zweiten Teil des Fragebogens sollten die SchülerInnen die folgenden offenen Fragen beantworten:

4. Was hat Ihnen am besten gefallen und warum?
5. Was hat Ihnen am wenigsten gefallen und warum?
6. Ich würde gerne mehr erfahren über:

Die Antworten der Primar- und SekundarschülerInnen waren sehr ähnlich. Hier die häufigsten und interessantesten Antworten:

*Frage No. 4. Was hat Ihnen am besten gefallen und warum?*

- Präsentation (26 %)
- Weiß nicht (13 %)
- Arbeitsblätter (11 %)
- Bilder in der Präsentation (10 %)
- Nichts (9 %)
- Interessante Fakten (7 %)
- Das ich keine Notizen machen muss; wir haben Arbeitsblätter (6 %)
- Die Lehrkraft konnte das Thema perfekt erklären (4 %)
- Experiment, auch wenn es nur auf einem Foto war (3 %)

Einige Meinungen wurden in mehreren Fragen geäußert, daher ist die Summe der Prozentsätze nicht 100. In 5% der Fragebögen wurde diese Frage nicht beantwortet. Der Rest der Antworten hatte nichts mit der Frage zu tun.

*Frage No. 5. Was hat Ihnen am wenigsten gefallen und warum?*

- Nichts (34 %)
- Alles war interessant (11 %)
- Viel Theorie (6 %)
- Dinge die ich schon wusste (6%)
- Theoreme (4 %)
- Frontalunterricht (3 %)
- Videos von den Experimenten (3 %)
- Es gab mehrere Dinge (2 %)
- Das Thema (2 %)

Etwa 7 % der SchülerInnen haben diese Frage nicht beantwortet. 2 % antworteten “anders”, etwa “der Fragebogen hat mir am wenigsten gefallen” oder “alles” oder “Das Läuten”.

*Frage No. 6. Ich würde gerne mehr erfahren über:*

- Experimente (31 %)
- Chemie im wirklichen Leben (14 %)
- Die neuesten Forschungsergebnisse aus Chemie und interessante Fakten (6 %)
- Geschichte (4 %)
- Alles was ich herausfinden kann ( 3 %)
- Sprengstoff (3 %)

Auch diese Frage wurde von 5 % der SchülerInnen nicht beantwortet. Etwa 7 % sagten “nichts” oder “weiß nicht”. Diese Frage zeigt deutlich dass es (für die SchülerInnen) zu wenig Experimente in der Schule gibt.

*Die Evaluation der Lehrkräfte und Lehramtsstudierenden:*

Im ersten Teil des Fragebogens sollten die folgenden Aussagen anhand der unten stehenden Skala beurteilt werden:

- 1. Ich fand die PROMOTE Aktivität brauchbar.**
- 2. Ich fand die Unterrichtsmethoden passend.**
- 3. Die SchülerInnen haben sich gut mit der Aktivität auseinandergesetzt.**
- 4. Die SchülerInnen wurden durch die Unterrichtsmethoden aktiviert.**
- 5. Ich fühlte mich wohl beim Benutzen des Materials.**
- 6. Ich fühlte nicht wohl beim Benutzen der Unterrichtsmethode.**

Die Skala war wieder von 1 bis 5:

1 Deutliche Zustimmung    2 Zustimmung    3 Ich weiß nicht  
4 Ablehnung                5 Deutliche Ablehnung

Abbildung 5 zeigt das Ergebnis der Lehramtsstudierenden, Abbildung 6 jenes der Lehrkräfte.

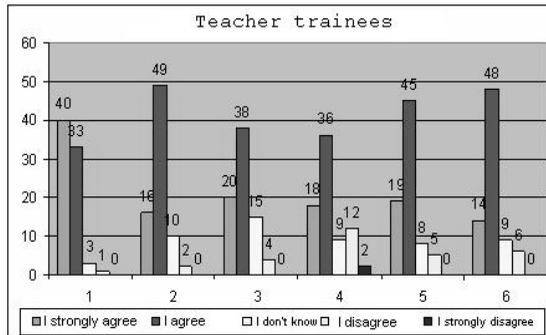


Abbildung 5 Evaluation der Lehramtsstudierenden

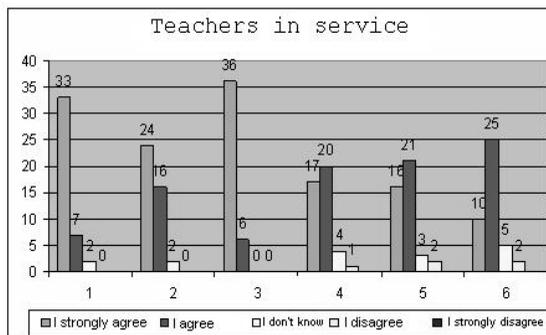


Abbildung 6 Evaluation der Lehrkräfte

Nach den Ergebnissen der Fragebögen kann man sagen dass 90 % der Lehrkräfte und der Lehramtsstudierenden diesen Aussagen zustimmen. Sie denken dass das Material sehr motivierend ist, ebenso die Unterrichtsmethoden.

Im zweiten Teil des Fragebogens sollten zwei offene Fragen beantwortet werden:

- 7. Was war positive bei den gewählten Material und Unterrichtsmethode?
- 8. Was sollte geändert werden? (bei Material und Unterrichtsmethode)

*Frage No. 7. Die Auswahl des Materials und der Methode war gut weil ...*

Es gab eine große Bandbreite an Antworten. Sie können wie folgt zusammengefasst werden:

- Sie ermöglichen es mehr Bilder zu zeigen
- Sie unterstützen die Vorstellungskraft
- Je besser die Konzentration der SchülerInnen ist, desto besser werden sie sich das Thema merken.
- Sie aktivieren und stimulieren die SchülerInnen.
- Wiederholung ist effizienter mit Arbeitsblättern.
- Mehr Visualisierung, es war gut Video und Flash-Animationen benutzen zu können.
- Während sie mit den Arbeitsblättern arbeiten können die SchülerInnen ihre Präsentationen noch mal überprüfen (wenn E-Learning benutzt wird, können sie es auch von zu Hause aus machen).

Die Mehrheit erwähnte positive einige grundlegende Vorteile des ICT-Einsatzes im Unterricht während einer Erklärung: Visualisierung von Phänomenen, Einfachheit und Motivation. Im zweiten Teil der Einheit, als die Arbeitsblätter verwendet wurden, wurde deren Einfachheit, Deutlichkeit der Fragen, Vielfalt an Aufgaben, sowie die Tatsache erwähnt, dass Wiederholen und Lernen interessanter für die SchülerInnen war. Ebenso waren ihre Aktivitäten und ihre Konzentration auf einem höheren Niveau.

*Frage No. 8. Es wäre gut ... zu verändern.*

Hier sind einige interessante Antworten:

- Es öfter in der Schule zu verwenden.
- Nichts.
- Eine Auswahl an Material zu haben damit den SchülerInnen nicht langweilig wird.
- Einen speziellen Klassenraum zu haben, in dem Naturwissenschaft mit ICT-Hilfe unterrichtet werden kann.
- Genügend Ausstattung für den ICT-Einsatz an der Schule.
- Genug Material dieser Art, auf das man auch einfach zugreifen kann.
- Mehr Aufgaben in den Arbeitsblättern für begabte SchülerInnen.
- Es ist gut so wie es ist.
- Aufgaben zum Problemlösen.

## **Motivating and Exciting Methods in Mathematics and Science – Fallstudien**

Editors: Andreas Ulovec, Ph.D., doc. PaedDr. Soňa Čeretková, Ph.D.,  
Alex Dockerty, Ph.D., doc. RNDr. Josef Molnár, CSc.,  
Filippo Spagnolo, Ph.D.

Executive Editor prof. RNDr. Tomáš Opatrný, Dr.

Responsible Editor Mgr. Lucie Loutocká

Layout doc. RNDr. Oldřich Lepil, CSc.

Cover Design Mgr. Petr Jančík

Published and printed in the cooperation Palacký University, Olomouc,  
Křížkovského 8, 771 47 Olomouc, and University of Vienna, Austria

[www.upol.cz/vup](http://www.upol.cz/vup)

E-mail: [vup@upol.cz](mailto:vup@upol.cz)

Olomouc 2009

First Edition

ISBN 978-80-244-2333-3

Not for resale