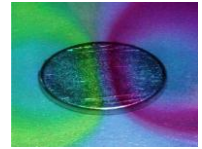




IMST – Innovationen machen Schulen Top
Themenprogramm: Kompetenzen im mathematischen
und naturwissenschaftlichen Unterricht



ELEKTRIZITÄT UND ELEKTRONIK VOM PHYSIKALISCHEN EXPERIMENT ZUR ANWENDUNG AN SELBSTGEBAUTEN WERKSTÜCKEN

ID 645

Herbert Gnigler

Elisabeth Joas

Bundesgymnasium Vöcklabruck

Vöcklabruck, Juli 2012

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| ABSTRACT | 5 |
| 1. EINLEITUNG | 5 |
| 1.1. Ziele des Projektes | 5 |
| 1.2. Inhaltliche Begründung der Themen | 5 |
| 1.2.1. Allgemein | 5 |
| 1.2.2. Pädagogisch-didaktisch | 5 |
| 1.2.3. Lehrplan „technisches Werken“ | 7 |
| 1.3. Bedingungen | 7 |
| 1.3.1. Schule | 7 |
| 1.3.2. Klasse | 8 |
| 1.3.3. Bedingungen und Methoden im Physik-Unterricht | 9 |
| 1.3.4. Ausstattung des Werkraumes | 9 |
| 1.3.5. Dienstgeber | 10 |
| 1.3.6. Besonderheiten des Faches technisches Werken | 11 |
| 1.3.7. Alltagsleben und Öffentlichkeit | 12 |
| 2. ABLAUF DES PROJEKTES | 13 |
| 2.1. Didaktisches Konzept | 13 |
| 2.1.1. Inhaltliche Aufbereitung im Fach Physik: | 13 |
| 2.1.2. Verknüpfung mit technischem Werken | 13 |
| 2.2. Chronologischer Ablauf | 14 |
| 2.2.1. Erster Themenbereich: LED-Leselampe | 14 |
| 2.2.2. Zweiter Themenbereich: Magnetismus | 18 |
| 2.3. Organisatorische Besonderheiten | 22 |
| 3. EVALUATION UND VERBREITUNG | 23 |
| 3.1. Auswertung Fragebögen | 23 |
| 3.1.1. Vor Beginn des Projektes | 23 |
| 3.1.2. Nach Abschluss des Projektes | 26 |
| 3.2. Verbreitung | 28 |
| 3.2.1. Information der Energie-AG | 28 |
| 3.2.2. Information der Fachkollegen bei der Fachtagung | 28 |
| 3.2.3. Homepage der Schule | 29 |

| | |
|---|-----------|
| 4. ZUSAMMENFASSUNG | 30 |
| 4.1. Resümee aus der Sicht des Faches Physik | 30 |
| 4.2. Zusammenfassung aus den Beobachtungen im technischen Werken | 30 |
| 4.3. Verbesserungs- und Erweiterungsmöglichkeiten..... | 31 |
| 4.4. Anwendung des vorgeschlagenen Kompetenzmodelles | 32 |
| 4.5. Schlussbemerkung | 32 |
| 5. MATERIALIEN | 34 |

ABSTRACT

Mit dem vorliegenden Projekt wurde versucht, die Bedeutung der Projekthalte in Alltag und Wirtschaft für die Schüler erkennbar zu machen und ihr Interesse für die sich in der Zukunft daraus ergebenden Möglichkeiten zu wecken.

Als Themen wurden einerseits elektrische Grundschaltungen in Verbindung mit elektronischen Bauteilen, andererseits die Formen des Magnetismus und seine Anwendungen gewählt.

Die grundlegende Struktur des Unterrichtes bestand aus zielorientiertem Experimentieren, Formulieren gewonnener Erkenntnisse und das Umsetzen in Werkaufgaben durch Planung, Entwurf und praktische Arbeit. Durch die fächerübergreifende Zusammenarbeit mit Physik sollen einige theoretischen Inhalte dieses Faches durch weiterführende Experimente begreifbar und dadurch besser verständlich gemacht werden und wichtige praktischen Anwendungsmöglichkeiten auch durch Zerlegen, Analysieren erfahrbar gemacht werden.

Als konkrete Werkaufgaben wurden neben den ausgeführten Experimentierserien eine LED-Leselampe, ein Mini-Elektromotor und ein elektrisch betriebenes Bootsmodell hergestellt.

Methodisch wurde neben den sich aus den inhaltlichen Bereichen und den allgemeinen Bedingungen ergebenden Möglichkeiten besonders auch auf das vorgeschlagene Modell kompetenzorientierten Unterrichtes geachtet.

Die Evaluation bestand in jeweils einem Schülerfragebogen vor Beginn und nach Abschluss des Projektes. Aus den Beobachtungen bei der Durchführung des inhaltlich zweiteiligen Projektes wurden Folgerungen gezogen und Änderungs- und Weiterführungsvorschläge angeführt. Neben dem ausführlichen Bericht sind Materialien und Bilder in eigenen Dateien zusammengefasst.

Schulstufe: 6

Fächer: Physik, technisches Werken

Kontaktperson: Herber Gnigler

Kontaktadresse: Bundesgymnasium Vöcklabruck, Schlossstraße 31a, 4840 Vöcklabruck

Verfasser des Berichtes:

Das Fach Physik betreffend:

Elisabeth Joas

Das Fach „technisches Werken“ und das Gesamtkonzept betreffend:

Herbert Gnigler

Schlagworte: Experiment, Fächerübergreifend, Praktisches Arbeiten

1. EINLEITUNG

1.1. Ziele des Projektes

Die Schüler sollen die Bedeutung der Projektinhalte für Alltag und Wirtschaft erkennen, ihre Faszination für die sich in der Zukunft ergebenden Möglichkeiten soll geweckt werden. Dies soll durch zielorientiertes Experimentieren, Formulieren gewonnener Erkenntnisse und das Umsetzen in Verkaufsaufgaben durch Planung, Entwurf und praktische Arbeit erfolgen. Durch die fächerübergreifende Zusammenarbeit mit Physik sollen einige theoretischen Inhalte dieses Faches durch konkrete Anwendungen an selbst hergestellten Werkstücken besser verstehbar werden.

Als Verkaufsaufgabe dafür ist der Bau einer Leselampe mit den neuartigen sehr hellen weißen LEDs vorgesehen, wobei die besonderen Eigenschaften und der ökologische Vorteil der LEDs im Vergleich zu traditionellen Glühlampen durch eine Experimentierreihe erreicht werden soll.

Weiters soll der inhaltliche Bereich Magnetismus durch weiterführende Experimente begreifbar und dadurch besser verständlich gemacht werden und wichtige praktischen Anwendungsmöglichkeiten durch Zerlegen, Analysieren sowie durch das konkrete Umsetzen eines Werkstückes mit experimentellem Charakter erfahrbar gemacht werden

Folgende Kompetenzen können die Schüler dabei erwerben: Selbständigkeit und Sachlichkeit beim Informationserwerb, sprachlich angemessene Beschreibungen und korrekte Formulierung von Sachverhalten, Beschreibung und Interpretation von Messergebnissen, vorausschauendes und planendes Entwerfen und Handeln, Entwickeln von Raumvorstellung und Abstraktionsvermögen.

1.2. Inhaltliche Begründung der Themen

1.2.1. Allgemein

Die Entwicklungen der Elektronik beeinflussen den Alltag der Menschen und insbesondere den der Schüler in immer rasanerem Tempo. Besonders der Bereich der Lichterzeugung hat sich durch die Entwicklungen der letzten Jahre fast sprunghaft verändert. Neben der Entwicklung von LED mit blauer und weißer Farbe stehen vor allem die drastische Erhöhung der Helligkeit und die Vielfalt von Bauformen im Zentrum der Entwicklung. Diese Ausweitung der Bauformen zielt sowohl auf neuartige Anwendungen wie sehr kleine oder flächige Leuchten als auch auf die Anpassung an bestehende Lampenformen mit den herkömmlichen Leuchtmittelfassungen. Gegenwärtig sind Taschenlampen, Fahrradlampen, Regal- und Vitrinenleuchten schon sehr oft mit Leuchtdioden ausgeführt. Diese Entwicklung wird offenbar noch weitergehen, und es ist zu erwarten, dass mit der Erhöhung der Herstellungsmenge auch sehr schnell eine deutliche Preisreduzierung erfolgen wird. Um die Nachfrage nach LED-Leuchtmitteln und ihre Akzeptanz zu erhöhen, wurde beispielsweise von der oberösterreichischen Energiegesellschaft im Jänner 2012 eine Verbilligungsaktion gestartet.

Ein klassischer physikalischer Inhaltsbereich ist der Magnetismus, der seit den Anfängen seiner Erforschung auch für viele Geräte und Maschinen, teilweise bis in die Gegenwart im Prinzip unverändert, eingesetzt wird. Daher erscheint es naheliegend, neben den physikalischen Grundlagen und Phänomenen auch typische praktische Anwendungsmöglichkeiten zu behandeln. Dabei wird versucht, sowohl Anwendungen mit langjähriger Tradition (Lautsprecher) als auch eine ganz aktuelle (Festplatte) begreiflich zu machen.

1.2.2. Pädagogisch-didaktisch

Gelegentlich wird von Fachkollegen die Meinung geäußert, der Bau von elektrischen und elektronischen Schaltungen im Werkunterricht stelle keine kreative Leistung der Schüler dar, es gäbe zu wenig gestalterischen Freiraum und die Werkergebnisse hätten keinen typischen Werkcharakter. Die Werkergebnisse der Schüler seien einheitlicher als bei anderen Werkarbeiten, der theoretische Anteil des Werkunterrichtes sei höher. Auch müsse der Lehrer den Schülern einiges an Fakten

vorgeben und seine Vorbereitungen seien arbeitsaufwendiger. Deshalb habe dieser Sachbereich im Werkunterricht keine Berechtigung.

Meiner Meinung nach sollte man aber die großen Vorteile nicht übersehen, welche überzeugend für Elektrik und Elektronik als Themen des Werkunterrichtes sprechen. Folgende Argumente können leicht die pädagogische Bedeutung dieser Themenbereiche belegen:

- Die Schüler sind im allgemeinen von elektrischen Schaltungen fasziniert, besonders von den Möglichkeiten, Licht, Geräusche und Bewegungen zu steuern.
- Es besteht eine Vielfalt von Möglichkeiten, elektrische Schaltungen als eigenständige Werkaufgaben oder in Verbindung mit anderen Werkaufgaben anzuwenden.
- Elektrizität wird im Alltag in vielfältigster Art auf unterschiedlichsten Gebieten angewendet, sie lässt sich von daher als Inhalt des Werkunterrichtes sehr gut begründen und an Eltern und Kollegen "verkaufen".
- Arbeitsaufwand, Material- und Platzbedarf für die Werkstücke lassen sich leicht planen und kalkulieren, denn die benötigten Teile sind in der Mehrzahl klein und lassen sich ohne viel Aufwand bei Werkversandfirmen (Winkler, Opitec, Conrad-Elektronik, Elektronikum,) bestellen.
- Die von den Schülern in diesen Bereich zu lösenden Aufgaben und Probleme sind nicht so "kreativitätshemmend", wie oft unterstellt wird: Es gibt viele Möglichkeiten, Fehler zu machen, zu finden und zu verbessern, manuelle Geschicklichkeit wird gefördert und trainiert (abisolieren, löten, Schaltungsaufbau), Variations- und Kombinationsmöglichkeiten sind auch bei elektrischen Schaltungen gegeben, vorausschauendes Denken und genaues Arbeiten sind für ein gutes Funktionieren der Schaltungen nötig.
- Es stimmt zwar, dass es bei elektrischen Schaltungen nicht so viele formale Gestaltungsmöglichkeiten gibt, allerdings ist es leicht, Schaltungen zu finden, die in einem Gehäuse oder einer weiteren Gestaltung ihre Bedeutung finden.
- Die "Schülerselbsthilfe" für langsame, fehlende und untalentierte Schüler durch die "schnellen" Mitschüler ist sehr leicht möglich.
- Verbindungen zu den Fächern Physik und Mathematik sind naheliegend, fächerübergreifender Unterricht ist relativ leicht möglich.

Wegen dieser vielen Vorteile sollte man sich meiner Meinung davon nicht abhalten lassen, die für die Schüler faszinierenden Möglichkeiten der Elektrizität im Werkunterricht zu erproben, auch wenn das eine oder andere fachideologische oder werkpädagogische Dogma dabei vielleicht etwas angekratzt wird. Einige dieser Dogmen sind m. E. eigentlich längst überholt und sollten gestrichen oder an die schulische Realität angepasst werden.

Viele pädagogische Laien nehmen offenbar an, dass heutzutage quasi „von Natur aus“ die Schüler viel über Elektrizität, Elektronik und Computertechnik wissen. Die Rede ist dann oft von den „Computerkids“, welche sowieso mehr als die Lehrer können, die dann gern als rückständig und gar als innovationsfeindlich dargestellt werden.

Aus meiner Erfahrung mit Schülern verschiedener Altersstufen weiß ich, dass das Gegenteil stimmt. Die meisten Schüler kennen nur die alleroberflächlichsten Funktionen und Aspekte dieses Inhaltsbereiches, fragt man als Lehrer nach einem nur geringen Verständnis von Funktionen, so stößt man auf gravierendes Unwissen bis hin zu ausgesprochenem Unwillen, sich vertieft und auf Verständnisebene damit auseinander zu setzen.

Daher ist es durchaus ratsam, die Schüler über die oben angeführten Inhalte genauer zu informieren, auch wenn dies vielleicht anstrengender ist als z.B. ein Referat mit Hilfe eines schnellen Downloads einer Internetseite zu erstellen und vorzulesen, bei welchem die kopierten Inhalte meistens von vielen Schülern gar nicht mehr inhaltlich reflektiert, geschweige denn geistig verarbeitet und behalten werden.

1.2.3. Lehrplan „technisches Werken“

Im gültigen Lehrplan findet man sowohl in den allgemeinen Grundsätzen als auch in den inhaltlichen Beschreibungen sehr viele Bezüge auf das Thema dieses IMST-Projektes.

Hier können nur einige dieser zutreffenden und relevanten Formulierungen angeführt werden:

Diese dienen zur Begründung des gesamten Themenbereiches Elektrizität und Elektronik in der Werkerziehung, es wird allerdings nicht angestrebt, bei den folgenden Einzelaufgaben des Projektes alle genannten Lehrplaninhalte und Lehrplanziele zu verwirklichen.

Liest man die im Kapitel 5.1. angeführten Lehrplanauszüge, so wird leicht klar, dass die Projektthemen dem Lehrplan sowohl von den allgemeinen Unterrichtsprinzipien als auch von den konkreten Inhalten auf vielfache Weise sehr gerecht werden.

Allerdings muss zu den angeführten Lehrplanbezügen gesagt werden, dass durch die fächerübergreifende Zusammenarbeit der ästhetisch-gestalterische Anteil der Aufgaben reduziert werden musste, damit die nötige Unterrichtszeit für die Mess- und Experimentierphasen des Projektes zur Verfügung stand.

Inhalte der 3. und 4.Klasse wurden angeführt, weil sie zum Projektinhalt sehr genau passen. Da die verwendeten physikalischen Inhalte lehrplanmäßig schon für die 2. Klasse AHS vorgesehen sind, kann auch angenommen werden, dass diese auch im „Technischen Werken“ umgesetzt werden können, wenn die Schüleraufgaben in ihrer Komplexität reduziert und methodisch an das Alter der SchülerInnen angepasst werden.

Dies Lehrplan als Ganzer ist in der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit nur zu erfüllen, wenn manche Bereiche und Inhalte nur gestreift oder summarisch abgehandelt werden. Weiters wirkt er insgesamt relativ inhomogen, viele seiner Formulierungen sind sehr offen formuliert.

1.3. Bedingungen

Wesentlich für die Umsetzung neuer Bildungsprinzipien und Unterrichtskonzepte sind die Bedingungen, unter denen sie in der Praxis ausgeführt werden müssen. Neue Konzepte können noch so wohlbegründet, nachvollziehbar und ausformuliert sein, sie werden im Schulalltag nicht andocken können, wenn die konkreten, praktischen, vom Dienstgeber oder von anderen Seiten gegebenen Bedingungen nicht für Neuerungen ausgerichtet sind.

Es könnten sich sogar Unvereinbarkeiten und Widersprüchlichkeiten aus den vorgegebenen Bedingungen und aktuell gewünschten Neuerungen ergeben. Hier wäre wohl in erster Linie der Zeitfaktor zu nennen, denn das Schuljahr und die Unterrichtszeit werden ja nicht länger.

Weitere Bereiche, aus denen Unvereinbarkeiten erwachsen könnten, sind die Formen der Leistungsbeurteilung, Ausstattungen der benötigten Sonderunterrichtsräume sowie Klassen- und Gruppengrößen.

Aus diesem Gründen werden diese Bedingungen hier relativ ausführlich beschrieben.

1.3.1. Schule

Das Projekt wird an einem Gymnasium durchgeführt, das Fach technisches Werken ist in diesem Schultyp nur in den 1. und 2. Klassen vorgesehen. Technisches und Textiles Werken werden als wählbare Pflichtfächer mit einem Ausmaß von einer Doppelstunde pro Woche geführt.

Das Interesse der Schüler und Schülerinnen für das Fach ist generell relativ groß, bei den meisten Schülern kann man besonders den Wunsch nach traditionellen Werkstücke vor allem in die Richtungen dekorativen Gestaltens und modellhaften Aneignens der Realität beobachten. Auch die Faszination für konkret erfahrbares Werkmaterial, Werkzeuge und Bearbeitungsmöglichkeiten ist vorhanden.

Allerdings kann man auch beobachten, dass manche Schüler hier eine gemütliche Stunde zum Ausrasten und Schwätzen erwarten.

An der Schule liegt der Schwerpunkt auf den Sprachen einerseits und den musischen Fächern andererseits. Deshalb ist das Verhältnis von Knaben zu Mädchen ca. 1 : 3. Die Anmeldungen für technisches und textiles Werken bleiben aber im Verhältnis von ca. 1 : 1, was zur Folge hat, dass viele technische Werkgruppen einen hohen Mädchenanteil aufweisen.

Das Fach technisches Werken wird von den meisten der am Schulalltag beteiligten Personen als typisches Nebenfach gesehen, in welchem ernsthaftes, konzentriertes und zielgerichtetes Arbeiten und Lernen nicht vorgesehen sei, hingegen ein freies und relativ ungebundenes Gestalten die Kreativität der Schüler hervorrufen solle. Der Lehrer hätte dabei die Rolle des Motivators, Betreuers sowie des Ideenlieferanten.

Obwohl die tatsächliche Bedeutung des Faches also nicht vollständig erkannt wird, ist es an der Schule besonders von der Schulleitung trotzdem geschätzt, da in diesem Fach häufig mit anderen Fächern zusammengearbeitet wird, z.B. mit Biologie beim Bau von Nisthilfen, mit Musikerziehung beim Bau von einfachen Musikinstrumenten, außerdem immer wieder bei Bühnenprojekten Requisiten und Bühnenbilder entworfen, hergestellt und aufgebaut werden.

Vom Elternverein der Schule wurde vor Jahren gefordert, dass die Werkmaterialien für die Schüler von den Werklehrern besorgt werden sollen. Dies führt zu deutlich erhöhtem Vorbereitungsaufwand, weiters zu einem starken Erwartungsdruck zur Fertigstellung der Werkstücke durch alle Schüler von Seiten der Eltern. Daher ist es sehr oft erforderlich, auf langsame Schüler Rücksicht zu nehmen, was natürlich in jedem Fall zu erhöhtem Zeitaufwand für den Werkunterricht führt.

Trotz einheitlichem Schultyp AHS und mittelgroßen Werkgruppen sind in den verschiedenen Klassen immer große bis sehr Unterschiede in Leistungsfähigkeit, Leistungsbereitschaft, körperlicher und intellektueller Entwicklung sowie sozialen Fähigkeiten zwischen den einzelnen Schülern erkennbar.

1.3.2. Klasse

Die Klasse umfasste im Wintersemester 15 Schülerinnen und 4 Schüler, seit Beginn des Sommersemesters 16 Schülerinnen und 5 Schüler, die Gruppe technisches Werken 8 Schülerinnen und 5 Schüler. Sie gilt als eher schwierige Klasse mit vielen leicht ablenkbaren Schülerinnen und Schülern, außerdem beeinflussen unterschwellige Rivalitäten und Konflikte zwischen einzelnen Personen und Gruppen das Klassenklima. Manche Schülerinnen fallen durch vorlautes und altkluges Gerede auf, die Werkgruppe ist manchmal nur schwer zu bewegen, auf die Erklärungen, Hilfestellungen und Anweisungen des Lehrers einzugehen. Gelegentlich haben manche Schüler benötigte und eingeforderte Materialien nicht mit, was zu deutlichen Verzögerungen führt.

Auch die Schulordnung wird von selbst nicht immer eingehalten, besonders die oftmaligen Privatgespräche zwischen den Schülerinnen und Schülern erfordern häufig Ermahnungen und entsprechende Hinweise des Lehrers.

Im Fall einer Schülerin trat seit der 1.Klasse eine Mobbingproblematik auf, was dazu führte, dass sich die Schülerin mit Ende Wintersemester in eine andere Klasse versetzen ließ. Von einer anderen Schule kam mit Beginn des Sommersemesters ein Schüler in die Klasse, der von der Klasse eher reserviert empfangen wurde und selbst ein sehr eigenwilliges Verhalten an den Tag legte. Besonders forderte er vom Lehrer ein überdurchschnittlich hohes Maß an persönlicher Betreuung, was besonders in den ersten Wochen nach dem Schulwechsel zusätzlichen Zeitaufwand bedeutete.

Die körperliche Entwicklung der Schülerinnen und Schüler ist sehr unterschiedlich weit fortgeschritten, einige befinden sich schon am Beginn der Pubertät, während andere noch recht kindlich wirken.

Auch der Stand intellektuellen Entwicklungen und vorhandene Begabungen und Interessen ist sehr unterschiedlich. Von Seiten der Mädchen liegt das Interesse eher in kunsthandwerklich-gestalterischen Bereichen und recht wenig bei technischen Inhalten. Bei den Burschen ist generell ein hohes Interesse an Technik zu beobachten, was gelegentlich zu Konflikten zwischen den Geschlechtern bezüglich der inhaltlichen Ausrichtung der Werkaufgaben führte. Allerdings korreliert die technische Begabung, was manuelle Geschicklichkeit, vorausschauendes Denken, das Erkennen mathematischer und geometrischer Zusammenhänge sowie Raum- und Bewegungsvorstellung betrifft, nicht bei jedem

Schüler mit dem geäußerten Grundinteresse an technischen Inhalten. Hier sind sogar extrem große Unterschiede zwischen einzelnen Schülern zu erkennen.

Der Unterricht im technischen Werken findet stundenplanmäßig an Donnerstagen in der dritten und vierten Unterrichtseinheit statt, der Zeitrahmen für den Werkunterricht wurde im Sommersemester durch die Donnerstagfeiertage etwas gekürzt. Die Schüler sowie der Lehrer befanden sich jeweils zu unterschiedlichen Terminen auf einer Projektwoche. Dies führte auch manchmal zu mehrwöchigen Pausen zwischen den Unterrichtsstunden, was einen erhöhten Aufwand für Wiederholungen erforderte.

Im Fach Physik wurde durch nicht beeinflussbare Unterrichtsausfälle häufig supliert.

Ein geringer Zeitverlust entstand auch dadurch, dass der Werkunterricht im Werkraum der Nachbarschule stattfand und dadurch trotz rechtzeitiger bester Vorbereitung zusätzliche Wegzeiten für Material-, Werkzeug- und Gerätetransporte anfielen.

Schulbücher wurden in dieser Klasse weder im Fach Physik noch im Technischen Werken verwendet. Die Gründe dafür liegen in Physik in der Knappheit des für Schulbücher vorgesehenen Budgets und in Technischem Werken auch in der geringen Brauchbarkeit vorhandener Unterrichtsbehelfe. Ausschnitte von Schulbüchern für Technisches Werken wurden allerdings für Supplierungen verwendet.

1.3.3. Bedingungen und Methoden im Physik-Unterricht

In der 2. Klasse wird in unserer Schule nur eine Stunde Physik unterrichtet.

Dabei ist es fast unmöglich, mehr als die unabdingbaren theoretischen Voraussetzungen durchzunehmen. Vor allem kommen die Versuche meist zu kurz, es fehlt Zeit und Material für Schülerversuche.

Trotz aller Einschränkungen einen interessanten Unterricht zu gestalten ist nicht immer einfach. Es fehlt an Schülerversuchsmaterial, das wegen der nötigen Anzahl (bis zu 30) teuer ist. Wir versuchen das mit einfachen Versuchen zu umgehen, für die man Haushaltsgegenstände verwendet. (Stecknadeln, Gummiringe, Joghurtbecher).

Durch die Zusammenarbeit mit dem Gegenstand technisches Werken kann diese Situation entschärft werden. Allerdings sind in der Klasse auch Schüler, die Textiles Werken gewählt haben, dies betrifft immer noch vor allem die Mädchen, welche traditionell technisch wenig interessiert sind. Also haben nicht alle SchülerInnen die praktische Erweiterung des physikalischen Wissens erfahren.

Die Arbeitsbedingungen sind insgesamt gesehen nicht ideal.

Die Ausstattung des Physiksaales ist veraltet und viele Geräte funktionieren nicht. Eigeninitiative ist notwendig, um das Nötigste zu ergänzen.

Dazu kommt, dass die Schüler nur wenig Interesse und Konzentration aufbringen. Die theoretischen Inputs müssen sehr kurz und einfach gehalten werden, damit die Aufmerksamkeit der Schüler nicht nachlässt.

Gruppeninterne Prozesse wie Mobbing machen das Lernumfeld ebenfalls schwierig. Insgesamt gibt es viel Ablenkung für die SchülerInnen dieses Alters und die Einsicht in die Notwendigkeit des Lernaufwandes ist nicht oder nur sehr wenig vorhanden.

1.3.4. Ausstattung des Werkraumes

Die von der Schulleitung zur Verfügung gestellten finanziellen Mittel sind für die vorbildliche und umfassende Ausstattung des Werkraumes ausreichend. Vom Kustos für technisches Werken wird sehr gut auf Übersichtlichkeit und Brauchbarkeit der Werkzeuge und Geräte gesorgt, was sich positiv auf die Effektivität des Werkunterrichtes auswirkt.

Nicht ausreichend sind allerdings die Räumlichkeiten für das technische Werken. Offenbar berücksichtigen hier die planerischen Normen für die Raumgrößen nicht den tatsächlichen Bedarf für das technische Werken. Dieser wird ja nicht nur für das Aufbewahren von Werkzeugen, Geräten und Maschinen benötigt, sondern vor allem für das Lagern von den in Arbeit befindlichen Werkstücken

jedes Werkschülers. Etwas großformatigeres Arbeiten wird damit unmöglich. Juristisch streng genommen müssten für den Fall eines Noteneinspruches alle Werkergebnisse bis zum Abschluss des Schuljahres aufbewahrt werden, was allerdings räumlich völlig unmöglich ist.

Für einen abwechslungsreichen Werkunterricht wäre auch ein Materialdepot, auf das die Lehrer bei Bedarf zurückgreifen können, wünschenswert. Ein solches Depot kann leider nur geführt werden, weil der Lehrer umfangreiche private Raumressourcen seit Jahren der Schule unentgeltlich zur Verfügung stellt.

Aus stundenplantechnischen Gründen wird der Werkraum der Nachbarschule, ein Realgymnasium, und der Werkraum unserer Schule gemeinsam benutzt, was eine deutlich aufwendigere Vorbereitung erfordert, weiters sind gelegentliche Zeitverluste durch Material- und Werkstücktransporte von einer Schule in die andere zu beobachten, weil ja nicht jeder Werklehrer an jeder Schule ausreichend Lagermöglichkeit zur Verfügung hat.

1.3.5. Dienstgeber

Die vom Dienstgeber vorgegebenen Bedingungen umfassen neben dem Lehrplan, die zeitmäßige Bewertung der verschiedenen Fächer und die Größe der Klassen bzw. Gruppen im Physik- und Werkunterricht auch die Details der Leistungsbeurteilung.

Von der zeitlichen Bewertung der Fächer liegt technisches Werken an einer der niedrigsten Stellen, der Umrechnungsfaktor liegt bei 0,905. Das bedeutet bei einer vollen Lehrverpflichtung ein deutlich höheres Stundenausmaß für den Unterricht als z.B. in Physik.

Da die für das technische Werken vorgesehenen Methoden der Leistungsbeurteilung nicht so bekannt sind, sollen hier einige Aspekte, welche den Unterricht im Fach beeinflussen, ausführlicher erwähnt werden:

Zulässig für das Fach sind nur die Feststellung der Mitarbeit sowie die praktische Leistungsfeststellung. Unzulässig ist hingegen die Durchführung von mündlichen Prüfungen, Tests oder Schularbeiten. Die Beurteilungsstufen für die Benotung sind die gleichen wie in jedem anderen Fach.

Etwas unklar ist der Modus der praktischen Leistungsfeststellung formuliert. So sagt die LB-VO § 9, dass praktische Prüfungen durchzuführen sind, die das Ergebnis der lehrplanmäßig vorgesehenen Arbeiten und sonstigen praktischen Tätigkeiten der Schüler als Grundlage haben. Diese praktischen Prüfungen dürfen aber nur durchgeführt werden, wenn die Feststellung der Mitarbeit des Schülers im Unterricht für eine sichere Leistungsbeurteilung für ein Semester oder für eine Schulstufe nicht ausreicht. Es bleibt unklar, ob praktische Prüfungen nur bei einzelnen Schülern durchzuführen sind oder ob einzelne praktische Aufgabenstellungen bei allen Schülerinnen und Schülern der Werkgruppe in einem Durchgang beurteilt werden dürfen.

Die Erfahrung aus der Anwendung dieser beiden Formen der Leistungsbeurteilung zeigt, dass es sehr schwierig ist, die permanente Mitarbeitserfassung lückenlos und gerecht durchzuführen. Da die Feststellung der Mitarbeit nicht mit Einzelnoten erfasst werden darf, kann den Schülern nicht sofort ihr jeweiliger notenmäßiger Mitarbeitungsstand mitgeteilt werden, wozu der Lehrer aber von anderer Stelle der Verordnung verpflichtet wäre!!! Dies führt fast immer dazu, dass die für die Zeugnisnote wichtige Mitarbeit von den Schülerinnen und Schülern nicht die nötige Beachtung erfährt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Leistungsbeurteilung resultiert aus LB-VO § 11, Absatz 9, welcher besagt, dass bei der Beurteilung der Leistungen eines Schülers in (...) Werkerziehung (Technisches Werken, Textiles Werken) mangelnde Anlagen und mangelnde körperliche Fähigkeiten bei erwiesenem Leistungswillen zugunsten des Schülers zu berücksichtigen seien.

Leider ist nicht genauer ausgeführt, wie das in der konkreten Praxis der Leistungsbeurteilung zu erfolgen habe. Vor allem ist nicht gesagt, auf welche Weise „mangelnde Anlagen und mangelnde körperliche Fähigkeiten“ überhaupt verbindlich zu erkennen seien und wie sich dann diese Mängel konkret in der Anwendung der Beurteilungsstufen auswirken sollen.

Generell besteht durch diese Unklarheiten und Probleme bei der Leistungsbeurteilung also die Gefahr, dass die Lehrkräfte, um Konflikte mit Schülern und Erziehungsberechtigten zu vermeiden, im Zweifelsfall eher deutlich besser Beurteilungen abgeben. Dies hat natürlich zur Folge, dass die Schüler über ihre tatsächlichen Leistungen falsch informiert sind und ihre Leistungsbereitschaft darunter leidet.

1.3.6. Besonderheiten des Faches technisches Werken

Im Unterschied zu den meisten anderen Fächern steht hier das Herstellen von konkreten Werkstücken im Vordergrund. Das sorgt einerseits für hohe Motivation bei den Werkklassen, bedingt allerdings, dass langsame arbeitende Schülerinnen und Schüler oft Verzögerungen des Unterrichtsablaufes hervorrufen, die durch Interventionen und besondere Betreuung durch den Lehrer nicht immer vollständig kompensiert werden können, da ja der Schüler letztendlich selbstständig die Aufgaben lösen soll.

Im Werkunterricht dominieren die Phasen der praktischen Arbeit, besonders wichtig ist das Umgehen mit unterschiedlichen Werkmaterialien, das Verwenden entsprechender Werkzeugen und die damit verbundene Selbsterfahrung. Systematischer Wissenserwerb steht nicht im Vordergrund, hingegen gibt es die Vorstellung, dass durch das Lösen von konkreten, mit Materialumgang verbundenen werkstückorientierten Aufgaben sich für die Schüler auch der Sinn für Inhalte anderer Fächer wie z.B. Mathematik oder Physik besser erschließt.

Konkrete Inhalte und Wissensbereiche werden so vermittelt, wie sie ihre praktische Umsetzung erfordert, eine abgeschlossene Systematik behandelter Inhalte kann nicht angestrebt werden.

Aufmerksamkeit wird auf das Training manueller feinmotorischer Fähigkeiten und auf sorgfältige Ausführung von Werkstücken gelegt.

Besonders durch die gegenwärtige zunehmende Virtualisierung von Sachverhalten und dem Verlagern von Wissensinhalten ins Internet und dem damit verbundenen Sinnverlust von Bildung kommt diesem konkreten Tun meines Erachtens zunehmende Bedeutung zu. Beobachtet man die Schüler beim Werken, so fällt sehr häufig eine kreatürliche Lust an Materialbearbeitung und Werkzeugbewältigung auf, die gerade auch in der Altersgruppe bis 14 Jahren nicht einfach zugunsten weitere Theoriefächer aufgegeben oder eingeschränkt werden sollte, sondern in höhere Alterstufen hinein beibehalten werden sollte.

Große Auswirkungen auf den Werkunterricht hat eine besondere Eigenheit der Leistungsbeurteilung: Aus Fachliteratur und Fachzeitschriften, Gesprächen sowie der konkrete Praxis vieler Fachkollegen ist erkennbar, dass es offenbar landesweit oder sogar bundesweit üblich geworden ist, die Leistungsbeurteilungsstufen im technischen Werken auf „Sehr gut“ und „Gut“ einzuschränken. Falls Lehrkräfte die Stufen „Befriedigend“ oder gar „Genügend“ anwenden, wie begründet sie auch immer sein mögen, so treffen sie häufig auf Unverständnis bei Schülern, Erziehungsberechtigten und Kollegen und haben auch nicht selten Anfeindungen und Diffamierungen zu ertragen.

Diese langjährige und weit verbreitete Praxis hat natürlich zur Folge, dass für die Schülerinnen und Schüler im technischen Werken Förderunterricht niemals zustande kommen kann, denn mit dem Notenstand „Gut“ oder „Befriedigend“, wie unzutreffend dieser auch sein mag, wird kein Schüler für solchen Förderunterricht in die Schule kommen und kein Schulleiter die entsprechenden Förderstunden bewilligen und finanzielle Mittel dafür frei geben.

Außerdem werden dadurch die Anforderungen im Werkunterricht von vielen Schülerinnen und Schülern nicht so ernst genommen werden, wie es der Bedeutung und den Möglichkeiten des Faches entsprechen sollte.

Sehr häufig tritt im Technischen Werken eine deutliche erkennbare Ablenkung der SchülerInnen auf, etwa wenn Tests oder Schularbeiten in anderen Fächern ins Spiel kommen.

Bemerkenswert ist auch, dass für das Fach technisches Werken von Schüler-, Eltern- und auch Kollegenseite eine besondere Art „kreativer Arbeit“ der Schüler im Unterricht gefordert wird. Die dabei geäußerten Vorstellungen von „Kreativität“ muten allerdings äußerst volkstümlich, oft sogar recht esoterisch und naiv an. In der wissenschaftlichen pädagogischen und didaktischen Literatur sind solche Vorstellungen von „Kreativem Unterricht“ nicht zu finden.

1.3.7. Alltagsleben und Öffentlichkeit

Stark spürbar ist eine veränderte Erwartungshaltung der Erziehungsberechtigten an den schulischen Unterricht, die meines Erachtens durch viele von den Medien kolportierten angeblichen Aussagen und Anforderungen von Seiten einiger Bildungsexperten hervorgerufen wurde. So wird besonders der Eindruck erweckt, der schulische Erfolg eines einzelnen Schülers sei ausschließlich vom Lehrer zu verantworten. Es ist deutlich zu erkennen, dass in den letzten Jahren von Schülern und Erziehungsberechtigten die Ansprüche an Lehrer gestiegen sind und gleichzeitig aber die Bereitschaft der Schülerinnen und Schüler zu eigenen bildungs- und unterrichtsfördernden Aktivitäten gesunken ist.

In den letzten Jahren ist eine deutliche Abnahme von Ausdauer und Konzentrationsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler zu erkennen, weiters sinkt die Bereitschaft zur Einhaltung von Spielregeln. Die Ursache dafür ist umstritten, vermutet werden ein stark zugenommener Konsum von Fernsehen, Internet, Computerspielen und Kommunikationsmedien. Unabhängig vom wirklichen Grund beeinflusst diese Abnahme natürlich den Unterricht und seine Ergebnisse.

2. ABLAUF DES PROJEKTES

2.1. Didaktisches Konzept

2.1.1. Inhaltliche Aufbereitung im Fach Physik:

Im Physikunterricht wurden die Themen Magnetismus und Elektrizität theoretisch besprochen und einige grundlegende Versuche durchgeführt, vorwiegend solche, die von den Schülern selbst vorgenommen werden konnten.

Magnetkraft wurde an verschiedenen Materialien ausprobiert, die Durchdringungsfähigkeit der Magnetkraft, Wechselwirkung von Magneten, Abstoßung und Anziehung der Pole, Darstellung der Magnetlinien.

Der Zusammenhang von Magnetismus und Elektrizität wurde mit einer Spule aus Draht und einer Flachbatterie dargestellt.

In der Elektrizitätslehre wurde verschiedene Materialien auf Leitfähigkeit überprüft, der Schaltplan mit einfachen Steckelementen nachgebaut und das Prinzip des Schalters ausprobiert.

Dazu wurde Strom im Haushalt und die Verbundleitung durchgenommen.

2.1.2. Verknüpfung mit technischem Werken

Die Verbindung von Inhalten aus dem Fach Physik mit den Arbeitsmöglichkeiten des Technischen Werkens wird in zwei Themenbereichen versucht.

Der erste Themenbereich besteht im Bau einer Leselampe, wobei acht sehr helle weiße LEDs verwendet werden. Die Verschaltung der LEDs mit Schalter und Spannungsquelle wird erleichtert durch das physikalische Wissen um die Grundprinzipien des Stromkreises. Dieses Wissen wird im technischen Werken durch eine Serie von Experimenten und Erprobungen vertieft und praktisch erfahrbar gemacht, abschließend soll dieses vertiefte Wissen die praktische Umsetzung des Stromkreises mit seiner Verdrahtung und Verlötlung für die Schüler erleichtern. Hier wird von einer konkreten Werkaufgabe ausgegangen, dazu passende Inhalte aus Physik werden dieser Werkaufgabe dienstbar gemacht. Diese Inhalte dienen also der Durchführung eines wichtigen Bereiches der Werkaufgabe.

Im zweiten thematischen Bereich wird der entgegen gesetzte Weg gegangen: Ein wichtiger physikalischer Inhalt, der Bereich Magnetismus, wird im Fach Physik von seiner Struktur und seinen Grundphänomenen durchgenommen und im technischen Werken durch zusätzliche Experimente, Analysen und Kurzaufgaben, die in dieser Form nur in diesem Fach möglich sind, vertieft und besser begreifbar gemacht. Die im Werken in diesem Zusammenhang durchgeführten Experimente und Analysen stehen also nicht unmittelbar in Zusammenhang mit einer konkret auszuführenden Werkaufgabe, sondern dienen dem besseren Verständnis des physikalischen Inhaltes und sollen auch seine Bedeutung für Technik und Alltag begreiflich und besser verständlich machen.

Der Begriff „Experiment“ ist hier nicht in einem streng naturwissenschaftlichen Sinn zu verstehen, da im schulischen Bereich eher von angeleiteten und gründlich vorbereiteten Demonstration durch die Schüler in Verbindung mit vom Lehrer geleiteten Reflexionen die Rede sein kann.

Das vorgeschlagene Kompetenzmodell, besonders die Bereiche E1, E2 und E4, können mit diesem Projekt in dieser Alterstufe hier sicher zu einem großen Teil umgesetzt werden. Allerdings will ich dabei nicht auf werkpädagogische Ideale und werkpraktische Anforderungen, besonders die Zeitökonomie und die Ausrichtung auf die werkmäßige Umsetzbarkeit, verzichten werden, auch wenn dann nicht alle experimentellen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler in gleicher Weise gefördert werden können.

2.2. Chronologischer Ablauf

2.2.1. Erster Themenbereich: LED-Leselampe

Beginn im Technischen Werken Anfang November 2011:

Kurze **Information** der Werkgruppe über Leuchtdioden: Wesentliche Vorteile und Eigenheiten dieser modernen Bauteile wurden angesprochen.

Die nötige **Bauteile des Werkstückes** werden als prinzipielle Tafelskizze mit Erklärungen, also ohne Details, vorgegeben:

Grundplatte mit Batteriehalterung, Schalter und Schwenkarmlagerung.

Schwenkarm: Aluminiumrohr mit Holzlagerstücken zur schwenkbaren Befestigung auf Grundplatte und Lampenschirm. Durchmesser ca. 6 mm, bei welchem die Kabel innen geführt werden können, wodurch ein ästhetischer Vorteil erreicht wird.

Lampenschirm: LED-Schaltung mit den Vorwiderständen, individuelle Ausarbeitung der LED-Abdeckung, falls Zeit dafür bleibt.

Mit Tafelbild, Tafeltext und Eintrag ins Werkheft wurde diese Grundinformation zur Werkaufgabe fixiert.

Praktische Arbeit der Schüler

Vorbereiten der Grundplatte, Bau einer Batteriehalterung für die 9V – Batterie durch selbständiges Messen der Batteriemeße, Zuschneiden, Versäubern und Aufleimen von Holzleisten auf der Grundplatte.

Generell wenden die Schüler dabei selbständig Arbeitsvorgänge an, die aus der ersten Klasse bekannt sind. Neue Materialien oder Werkzeuge werden jeweils erklärt und Vorgänge geübt. Die Schüler arbeiten großteils sehr sorgfältig.

Ende November erfolgt eine Supplierung des Werkunterrichts durch fachfremde Kollegen, bei dem Informations- und Arbeitsblätter zum Thema Elektrizität aus dem Werkbuch für „Technisches Werken“, Eckl, Band 1, S. 31, 32, Bd. 2, S. 43, 45 von den Schülern ausgearbeitet werden. Diese stellen eine Wiederholung und Ergänzung zu den parallel im Physikunterricht behandelten Inhalten dar.

Dezember 2011:

Bestellen der Experimentiergeräte und der Materialien für das geplante Werkstück LED-Leselampe mit 8 ultrahellen weißen LEDs, insbesondere drei Multimeter sowie fünf regelbare, stabilisierte und kurzschlussfeste Netzgeräte 15 Volt mit entsprechenden Experimentierkabeln und Strippen.

Es stellte sich heraus, dass die Netzgeräte der Fa. Electronicum Enns zwar am billigsten sind, aber eine für die geplanten Experimente eine zu ungenaue und kleine Zeigeranzeige aufweisen. Drei der besorgten vier Netzgeräte wurden daher zurückgeschickt. Dadurch wurde es nötig, Netzgeräte mit Digitalanzeige und sensiblerer Spannungsregulierung der Fa. Opitec zu besorgen, die allerdings doppelt so teuer sind wie die Geräte der Fa. Electronicum. Es ergab sich eine Zeitverzögerung von ca. 1 Woche.

Überprüfen und Konfigurieren der geplanten Experimente, erstellen des Arbeitsblattes mit entsprechenden Anleitungen und Schaltplänen.

Weitere praktische Arbeiten werden von den Schülern durchgeführt:

Bau des Schwenkarmes: Anreißen, Zuschneiden, Versäubern und Bohren der Anschlussstücke aus Weichholz, die für die Lagerung nötig sind. Die Länge des Schwenkarmes kann in gewissen Grenzen von den Schülern individuell gewählt werden. Die Schüler lernten als neues Werkmaterial mit

höherem Bearbeitungswiderstand Aluminium kennen, welches entgratet und an den Klebestellen rau angeschliffen werden muss.

Wiederholung der Sicherheitshinweise für das Arbeiten an der Standbohrmaschine.

Das Überprüfen der Festigkeit der an den Schwenkarm geleimten Holz-Anschlussstücke zeigte, dass bei einigen Schülern war ein Nachleimen nötig. Anschließend wurden das Gelenk zwischen Grundplatte und Schwenkarm durch eine Verschraubung hergestellt.

Jänner und Februar 2012:

Experiment: Kennenlernen des Multimeters als Durchgangsprüfer:

Der Werkgruppe wurde die richtige Einstellung des Messgerätes und das korrekte anschließen der Messkabel erklärt und gezeigt. Die Schüler stellten in Partnerarbeit (5 Partnergruppen) fest, welche zwei Anschlüsse des für das Werkstück verwendeten 6-poligen Schiebeschalters zum Aus- und Einschalten in Fragen kommen. Anfertigen einer Erinnerungsskizze ins Werkheft.

Anschließend werden die nötigen Bauteile des Bausatzes für die eigentliche LED-Schaltung vorgestellt und besprochen. Kennenlernen des neuen Bauteiles „Widerstand“, Begründung für den Farbcode dieser Bauteile. Weiters wird auf die Vorteile des Schaltungsaufbaues auf einem Kartonstück hingewiesen. In Einzelarbeit werden Bestückungs- und Lötplan aufgeklebt und die Montagelöcher für die Bauteile gestochen.

Auf ein Erstellen eines individuellen Schaltplanes durch jeden Schüler wurde verzichtet, da dies zu viel Zeit kosten würde und vor allem sehr große Zeitunterschiede in der Planerstellung zu erwarten waren. Diese unterschiedlichen Arbeitszeiten hätten zur Folge gehabt, dass aus Gründen der Zeitökonomie letztendlich sowieso schnellere Mitschüler oder der Lehrer für die langsamen Schüler die Lösung vorgeben hätten.

Material- und Werkzeugkunde: Weichlöten.

Information über die wichtigsten Merkmale der Verbindungstechnik: Arten, Temperaturen, Anwendungen, Materialien, Bedeutung von Flussmitteln. Tafeltexte werden ins Werkheft notiert.

Vorstellen des LötKolbens und des Elektronik-Lötzinnes durch den Lehrer, besonderer Hinweis auf die Verbrennungsgefahr sowie die Notwendigkeit des Händewaschens nach dem Löten durch die Bleihaltigkeit des Lötzinnes.

Beschreibung des richtigen Lötvorganges beim Weichlöten, Hefttext.

Erklären der Abisolierzange mit ihren Einstellmöglichkeiten, Vorzeigen des Weichlöten am Beispiel des Verlöten von abisolierten Kabelenden.

Aufbau von drei Lötstationen, jeder Schüler führt diese Abisolier- und Lötübung durch und überprüft die Festigkeit der Verlötung durch eine Belastungsprobe der Kabel.

Anwendung der Erfahrung der vorangegangenen Übung durch das Verlöten von den Kabeln durch den Schwenkarm, zum Batterieclip für 9-Volt-Batterie sowie zu zwei passenden Kontakten des Schiebeschalters, wobei die Ergebnisse des Experimentes mit dem Schiebeschalter kurz wiederholt werden.

Experimente zu Spannung und Strom, Leuchtdioden sowie deren Grundsaltungen.

Einstieg: Wiederholung der physikalischen Inhalte zum Thema Elektrizität.

Durchführung: Es sind vom Lehrer sechs Stationen aufgebaut, bei welchen jeweils alle Partnerteams die am Arbeitsblatt erklärten Experimente durchgeführt werden.

Die einzelnen Experimente sind aus dem Arbeitsblatt für die Schüler ersichtlich.

Partnerarbeit in sechs Gruppen: Die verschiedenen Experimente mussten von jeder Gruppe ausgeführt werden, um die durch die Experimente gewonnenen Informationen später bei der praktischen Arbeit anwenden zu können. Die Aufgaben wurden gemeinsam besprochen, besonders wurde auf die richtige Handhabung von Netzgeräten und Multimetern hingewiesen.

Der Lehrer stand bei Bedarf für Fragen, zu Problemlösungen oder für Wiederholungen der Aufgabenstellungen zur Verfügung.

Es stellt sich heraus, dass die meisten Experimente von den Schülern gut verstanden und durchgeführt werden konnten. Einzig das Experiment Nr. 6 wurde von einigen Schülern nicht vollständig verstanden. Aus didaktischen Gründen der Übersichtlichkeit und Abgeschlossenheit sind die Experimente notgedrungen etwas unterschiedlich in der Durchführungsdauer. Dadurch und durch die sehr unterschiedlichen Arbeitsgeschwindigkeiten ergeben sich auch kurze Wartephase für einzelne Partnergruppen, die hier nicht durch Zwischenaufgaben gefüllt werden konnten, da solche die Schüler ablenken würde. Außerdem würden die Schüler die Verpflichtung zur Durchführung solcher Zwischenaufgaben schnell als Bestrafung empfinden, was für die ganze Experimentierphase demotivierend wäre.

Die Durchführung verlief für die Schüler ohne Probleme. Manchen Schülern passierten gelegentlich erwartbare Pannen, die durch kurze Hinweise vom Lehrer behoben werden konnten: LEDs brannten aufgrund zu hoher Spannung durch, Polungen wurden nicht beachtet oder ungenau angeschlossene Verbindungsleitungen führten zu Kurzschlüssen.

Anschließend wurde das Experiment Nr. 6, welches nicht von allen Schülern verstanden wurde, vom Lehrer vorgeführt. Mit Hilfe eines Taschenrechners wurde dann die Leistungsaufnahme von Glühlämpchen und weißer LED bei gleicher Helligkeit errechnet und verglichen. Der beträchtliche Unterschied wurde von den Schülern mit großem Erstaunen quittiert und am Arbeitsblatt notiert:

Lämpchen: 4,5 Volt, 0,19 Ampere, Leistungsaufnahme 0,85 Watt

Weißer LED bei gleicher Helligkeit: 3,2 Volt, 0,01 Ampere, Leistungsaufnahme 0,032 Watt.

Ein Glühlämpchen benötigte also im Vergleich mit einer LED ca. das 26-fache der elektrischen Energie.

Anschließend erfolgte eine gemeinsame Analyse des vorgesehenen Schaltplanes im Lehrer-Klasse-Gespräch: Es wurde besprochen, wo seriell geschaltete Bauteile im Schaltplan auftauchen. Dabei wurde geklärt, dass die vier Serienstränge jeweils zur Stromversorgung parallel geschaltet sind. Dies gelang gut, da die Serien- und Parallelanordnungen im Schaltplan visuell sehr gut zu erkennen sind.

Praktische Arbeit der Schüler:

Dann wurde als Aufgabe gestellt, jeweils eine Strecke von den in Serie geschalteten Bauteilen auf der Kartonplatine zu montieren, zu verlöten und zu überprüfen, um eventuelle Fehler gleich zu korrigieren zu können.

Erklärung der Möglichkeit der Überprüfung jedes der vier Schaltungsstränge.

Dabei wurde mündlich wiederholt:

- Merkmale der Polung von LED sowie deren richtigem Einbau,
- Hinweis: Bei den Widerständen muss keine Polung beachtet werden.
- Richtiges Löten, Hinweise auf die Verletzungsgefahr, Möglichkeit der Überhitzung der LEDs und Lötfehler.

Der Lehrer zeigte an einem Beispiel den Arbeitsvorgang vor.

Hinweis auf das genaue Unterscheiden der richtigen Bauteilanschlüsse auf der Lötseite der Kartonplatine, hier dürfen keine Verwechslungen passieren. Weil das Kürzen und Zurechtbiegen der Anschlussdrähte einige Sorgfalt erfordert, um Kurzschlüsse zu vermeiden, wurde besonders darauf hingewiesen.

Verlöten der Schaltung an vier vorbereiteten Lötarbeitungsplätzen, dadurch können immer vier Schüler gleichzeitig Löten, während die anderen die als nächstes einzufügenden Bauteile in die Karton-Platine einsetzen.

Der nächste Arbeitsgang bestand im parallelen Verbinden der vier seriellen LED-Widerstands-Strecken.

Vor allem bei dieser Aufbauarbeit der konkreten Schaltung war es für die Schülerinnen und Schüler nötig, nach einigen Bestückungs- und Lötvorgängen ihre Schaltungen immer wieder zu testen sowie etwaige Fehler zu erkennen und zu korrigieren. In mehreren Durchgängen mussten die Schüler hier durch Testen, Beobachten, ggf. Fehlersuche und Korrektur das richtige Funktionieren der Gesamtschaltung zu erreichen. Als relativ große Schwierigkeit für einige Schüler stellte sich die richtige Zuordnung der Anschlussdrähte der Bauteile auf der Rückseite der Platine heraus. Hier griff aber die Schülerelbsthilfe recht gut, indem die schnelleren Schüler die langsamen unterstützen.

Bei der Durchführung dieser Aufgabe machten, vom Lehrer auch durchaus erwartet, einige Schüler die Erfahrung, dass typische Schlampigkeitsfehler auftauchten. Diese waren in erster Linie schlechte Lötstellen und Fehlverbindungen durch sich berührende Verbindungsdrähte. Aufgrund der Einfachheit und relativer Übersichtlichkeit der Schaltung sowie der sehr gründlichen Vorbereitung der einzelnen Arbeitsgänge hielt sich die Fehleranzahl aber in Grenzen. Die schnelleren Schüler wurden aufgefordert, den langsameren zu helfen, wobei beobachtet werden konnte, dass dadurch der Fehler meist gefunden und behoben wurde.

In einigen wenigen Fällen musste ich als Lehrer die Schaltungsfehler feststellen und dem jeweiligen Schüler einzeln Hinweise zur Behebung geben.

Bis auf einen Schüler schafften es alle, die vier Leitungs-Stränge zu bestücken, zu verlöten und zu testen. Dieser Schüler hatte offenbar große Probleme, die Anschlussdrähte der Bauteile auf der Lötseite der Kartonplatine, den richtigen Bauteilen zuzuordnen, obwohl auf dieser Rückseite nicht nur die Richtung dieser Anschlüsse, sondern sogar die Lötstellen eingezeichnet sind. Auch mehrmaliges persönliches Erklären, Hinweisen und sogar einzelnes Vorzeigen und Demonstrieren von Seiten der Mitschüler und des Lehrers halfen nichts, sodass letztlich der Lehrer selbst diese Aufgabe für den Schüler ausführte, da sonst der Schüler ja keine Chance gehabt hätte, ein funktionierendes Werkstück zu erhalten. Dieser Schüler hat offensichtlich Probleme bei Konzentration auf Zusammenhänge und ist auch relativ ungenau und sehr langsam in der Durchführung seiner Arbeitsaufträge. Weiters vermutet der Lehrer eine Schwäche dieses Schülers im räumlichen Vorstellungsvermögen, da bei ihm Schwierigkeiten dieser Art auch bei anderen vergleichbaren Werkaufgaben schon auftraten.

März 2012:

Nachdem alle Schaltungen überprüft worden sind, wurde der weitere Aufbau des Werkstückes fortgesetzt, indem der Schwenkarm mit der Grundplatte so verschraubt wurde, dass ein manuelles Schwenken noch möglich wird.

Bau der Lampenhalterung:

Hier bekamen die Schüler den Auftrag, die Schwenkverbindung zum Lampenarm mit Hilfe von Schrauben in gleicher prinzipieller Art wie bei der Grundplatte auszuführen, aber sowohl Maße der Teile als auch nötige Bohrdurchmesser selbständig zu überlegen. Damit wurde eine Übertragungsleistung gefordert, bei der die Schüler ein bekanntes Prinzip (gelenkige Verbindung durch Schrauben) auf einen anderen Bauteil mit gleicher Funktion, aber anderen Ausmaßen übertragen mussten. Dies fiel den Schülern anfangs sehr schwer, weil diese Art des selbständigen, selbstverantwortlichen Arbeitens im Werkunterricht mangels Zeit eher selten vorkommt. Die Schwierigkeiten hatten vor allem diejenigen Schüler, welche bei der Ursprungsaufgabe nicht versucht hatten, meine Erklärungen zu verstehen, sondern sich von Mitschülern die Information während der praktischen Arbeit holten, also durch Partner- oder Teamarbeit ein Ergebnis ohne Erkenntnis erreichten.

Die Lampenhalterung wurde mit der Kartonplatine mit Montagekleber aus der Kartusche verbunden, da Holzleim dafür nicht fugenfüllend genug ist.

Dann erfolgte das Einfädeln des Verbindungskabels in den Schwenkarm. Die Schüler mussten herausfinden, wie lange die Anschlusskabel aus dem Schwenkarm sein mussten, um das Schwenken der Lampenhalterung zu ermöglichen. Nach dem Ablängen und Abisolieren wurden diese Kabel an die Platine gelötet und die elektrischen Verbindungen abschließend getestet, indem der Schiebeschalter mit Heißkleber fixiert und eine 9 Volt Batterie eingesetzt wurde. Mit der Werkgruppe wurde vorher kurz des Arbeitsprinzips dieser schon bekannten Verbindungstechnik mit Hinweisen auf Verletzungsgefahr und Klebefehler wiederholt.

2.2.2. Zweiter Themenbereich: Magnetismus

April bis Mai 2012:

Beginn des nächsten Werkstückes im Zusammenhang mit dem IMST-Projekt:
Bootsmodell mit Elektroantrieb.

Der Bau des Bootsrumpfes mit einem einstellbarem Ruder erfolgte aus Hartschaum durch raspeln, schleifen und lackieren und weiteren werktypischen Arbeitsvorgängen entsprechend der räumlichen Möglichkeiten. Die Länge der Boote betrug maximal 40 cm, ihre Breite maximal 15 cm. Diese Maße ergaben sich aus den Handelmaßen der verwendeten 5 cm starken Dämmplatten, die in der Vorbereitungszeit möglichst materialsparend vom Lehrer an der Bandsäge zugeschnitten wurden.

Besonderes Augenmerk wurde auf den Bau von Motor- und Batteriehalterung gelegt, wobei die Maße der Antriebsstromquelle, eine 4,5 Volt Flachbatterie, ihre Auswechselbarkeit sowie die Anordnung der Batteriekontakte von den Schülern und Schülerinnen besonders berücksichtigt werden mussten.

Weil das Gewicht der Batterie auch die Lage des Bootsrumpfes im Wasser beeinflusst, wurde von den Schülerinnen und Schülern bei einem großen Waschbecken experimentell herausgefunden, wie sich verschiedene Batteriepositionen auf die Bootslage auswirken. Im Vorbereitungsgespräch zu dieser kurzen Experimentierphase wurden gemeinsam zwei Kriterien für eine gute Bootslage im Wasser erarbeitet und festgelegt:

- Das Boot darf nicht umkippen oder entlang der Längsachse schräg im Wasser liegen.
- Der Bug des Rumpfes soll etwas höher liegen als sein Heck, damit Wellen nicht so leicht auf das Bootsdeck schlagen können.

Nach dem Experimentieren wurde von den Schülerinnen und Schülern die jeweils am besten geeignet erscheinende Batterieposition auf ihren Bootsrümpfen markiert. Dabei fiel einigen Schülern auf, dass die Batterie zwar bei allen Rümpfen genau mittig auf der Längsachse liegen musste, ansonsten aber durchaus unterschiedliche Positionen auf der Längsachse beobachtet werden konnten. Nachdem die Werkgruppe aufgefordert wurde, die Rümpfe genauer zu betrachten, kamen die Schüler dahinter, dass nicht nur die Position der Batterie, sondern auch die unterschiedlichen Formen der Rümpfe für die Bootslage im Wasser verantwortlich waren.

Das Gewicht des Elektromotors wurde nicht berücksichtigt, weil er im Vergleich zur Batterie nicht so schwer war und bautechnischen Gründe (schlechte Fixiermöglichkeit des Motors am Rumpf, Wasserempfindlichkeit) dies zu langwierig gemacht hätte.

Auf die naheliegenden und durchaus möglichen weiterführenden Experimente zum physikalischen Phänomen des Auftriebes in Flüssigkeiten wurde bei diesem Projekt allerdings aus folgenden Gründen verzichtet:

- Die Fertigstellung des Werkstückes als motivierender Zielpunkt des Unterrichts wäre zu sehr verzögert worden.
- Der gewählte physikalische Schwerpunkt sollte inhaltlich nicht zu sehr erweitert werden, weil das die SchülerInnen wahrscheinlich eher verwirrt hätte.

Zeitlich parallel zum Bau des Bootsrumpfes wurden im Physikunterricht die Grundprinzipien des Magnetismus behandelt.

Nach der Fertigstellung von Bootsrumpf, Ruder, Batterie- und Motorhalterung wurde die ausführliche Experimentierphase zum Bereich Magnetismus im technischen Werkunterricht durchgeführt, wie sie im Folgenden ausführlicher beschrieben wird:

Wiederholung:

Zuerst wurden kurz die wesentlichen Aspekte des Themas aus dem Physikunterricht wiederholt. Es konnte nach einigem Nachfragen festgestellt werden, dass die Gruppe die vereinbarten Kenntnisse hatte:

- Offensichtliche Wirkung von Permanentmagneten auf andere Permanentmagneten oder eisenhaltige Metalle.
- Magnetisierbare und nicht magnetisierbare Metalle.
- Verlängerung eines Permanentmagneten durch einen Nagel: Was geschieht, wenn man mit dem Nagel einen anderen Nagel berührt? Was passiert, wenn auf ein Blatt Papier Eisenfeilspäne gestreut werden und verschieden geformte Permanentmagnete darunter gelegt werden?
- Pole der Magnete, frühe Anwendung als Kompass, Anziehung und Abstoßung.

Anknüpfend an diese kurze mündliche Wiederholung führten die Schüler in Partnerarbeit Experimente zu Elektromagnetismus mit Hilfe vorbereiteter Anordnungen und Lautsprechern durch. (Siehe Arbeitsblatt 1).

Die Vermutungen, Beobachtungen und Versuchsergebnisse werden von den einzelnen Gruppen der gesamten Werkgruppe vorgestellt und vom Lehrer zusammengefasst. Anschließend erfolgte die Eintragung ins Arbeitsblatt durch jede/n SchülerIn in Stichworten.

Besprechung der Ergebnisse zu den Experimenten:

1. Gesamtspannung an der Spule beträgt in Serienschaltung der beiden 4,5 V-Batterien 9 Volt. Die Eisenfeilspäne richten sich innerhalb der Wicklung in Linien aus. Die Wicklung aus Kupferlackdraht erzeugt folglich ein Magnetfeld. Da die Bewegung der Feilspäne nicht von selbst und auch beim rütteln nicht sehr schnell erfolgt, kann man sagen, dass das Magnetfeld im Vergleich zum Feld eines Permanentmagneten eher schwach ist.
2. Eine höhere Windungsanzahl der Wicklung erzeugt ein stärkeres Magnetfeld. Die angezogenen Eisenfeilspäne konzentrieren sich auf die Enden des Nagels. Man kann daher sagen, dass das Magnetfeld durch den Eisenkern geformt und gebündelt wird.
3. Beim An- und Abklemmen der Batteriespannung ertönt ein deutliches Knacken, außerdem kann man eine Bewegung der Lautsprechermembrane sehen. Liegt die Batteriespannung ohne Änderung am Lautsprecher, so ist nichts zu hören. Wird die Krokoklemme nicht festgeklemmt, sondern über den Batteriekontakt gezogen, so hört man ein Rauschen im Lautsprecher. Dieses lässt sich damit erklären, dass durch die leichte Berührung der Kontakte die Batteriespannung immer wieder ganz kurz unterbrochen wird.
4. Der Lautsprecher gibt ein lautes Brummgeräusch von sich und vibriert auch deutlich sichtbar sehr stark. Dieses Geräusch kann sogar als Luftbewegung gespürt werden, wenn man die Hand knapp über die Lautsprechermembrane hält. Information: Die Tonhöhe des Brummgeräusches entspricht der Netzfrequenz, beträgt also 50 Hertz. Frage an die Schüler nach Frequenz des Kammertones a: 440 Hertz. Dies wusste noch keiner der Schüler.

5. Wenn der Dynamo kräftig gedreht wird, hört man ein Brummgeräusch im Lautsprecher. Je schneller die Drehung ist, umso höher ist die Tonhöhe. Man kann also sagen, dass der Dynamo eine Wechselspannung erzeugt, dessen Frequenz von seiner Drehzahl abhängig ist.

Anschließend an diese Experimentserie wurde eine klassische Anwendung von Permanent- und Elektromagnetismus von den SchülerInnen in Partnerarbeit untersucht: Billiglautsprecher in Gruppenanzahl wurden analysiert. Diese wurden gemäß dem Arbeitsblatte bis zum Permanentmagneten zerlegt. Anschließend stellen die SchülerInnen Vermutungen über die Funktion eines Lautsprechers an und fixierten diese schriftlich.

Im unvollständigen vorgegebenen Schnittbild wurden die fehlenden Teile eingezeichnet und beschriftet.

Besprechung der Funktion in vom Lehrer geleiteten Reflexionen, es wird vor allem an die zum Verständnis dienenden Experimente erinnert. In dieser Phase stellte der Lehrer die Frage, wo das Magnetfeld des Lautsprecherpermanentmagneten am stärksten sei. Einige Schüler kamen nach kurzer Zeit von selbst auf die Idee, dies mit Hilfe von Eisenfeilspänen auf einem Papierblatt herauszufinden, so wie sie das in Physik gesehen hatten.

Dies stellt eigentlich schon ein eigenständig erstelltes kleines Experiment dieser Gruppen mit einer schon im Fach Physik gelernten Methode dar. Sehr leicht konnten die SchülerInnen dabei erkennen, dass sich die Eisenfeilspäne im Bereich des ringförmigen Spaltes des Permanentmagneten konzentrierten und somit das Magnetfeld dort am stärksten sein musste.

Es konnte bei dieser „Zerlegeaktion“ also noch gezeigt werden, dass die Form eines Magnetfeldes stark von der Form der Wicklung bzw. der Metallkerne oder Metallhüllen bestimmt wird.

Ende Mai 12: Beginn Mini-E-Motor.

Dieses Werkstück mit Übungscharakter musste jeder Schüler ausführen, weil hier nicht nur Beobachtungen und Erfahrungen bezüglich magnetischer sowie technisch-räumlicher Wirkungen gemacht werden, sondern auch die manuellen Fertigkeiten und die Feinmotorik trainiert werden sollen. Basis für diese Aufgabe war das Arbeitsblatt 2.

Die Schüler sollen ein vorgelegtes funktionierendes Demonstrationsmodell mit den bereitgestellten Materialien nachbauen und dabei die Maße abnehmen und die erkannte Funktionsweise bei ihrem eigenen Modell verwirklichen. Großes Augenmerk wurde auf die Funktionsbeschreibung des Minimotors gelegt: Als Einstieg wurde nochmals auf das wichtigste Detail, die halb abisolierten Achsstummel der Wicklung hingewiesen und die Schüler dann aufgefordert, in Einzelarbeit den Motor zu bauen.

Auf weitere wichtige Funktionsdetails wurde bei Bedarf durch den Lehrer hingewiesen, da natürlich aus Zeitgründen nicht gewartet werden konnte, bis dies jeder Schüler selbständig herausgefunden hätte.

Auch in dieser Projektphase musste die Werkgruppe Kenntnisse und Erfahrungen aus dem Physikunterricht anwenden:

Die Drähte für die Lagerstücke bzw. für die Wicklung sahen fast gleich aus, bestanden aber aus unterschiedlichem Material: Die Wicklung sollte aus Kupferlackdraht 0,8 mm Dm. ausgeführt werden, die Lagerstücke aus verkupfertem Stahldraht mit 1 mm Dm. Es stellte sich also sehr schnell die Frage, wie diese Materialien zu unterscheiden seien.

Nach kurzer Zeit kamen die ersten Schüler dahinter, dies mit dem zur Verfügung gestellten Permanentmagneten zu testen, denn Stahldraht wird vom ihm angezogen, der ähnlich aussehende und fast gleich dimensionierte Kupferlackdraht hingegen nicht. Außerdem fand ein Schüler beim spielerischen Umgang mit Stahldrahtresten heraus, dass die Magnetisierbarkeit des Eisenwerkstoffes sehr schön erkannt werden konnte, weil kurze Stahldrahtstücke magnetisch wurden und für kurze Zeit aneinander haften blieben.

Weil durch die sehr unterschiedliche Leistungsfähigkeit nicht alle Schüler die Aufgabe gleich gut verstanden bzw. gleich schnell umsetzen konnten und sich ein sehr hoher Zeitaufwand bzw. Wartezeiten für schnellere Schüler ergab, war es für den Lehrer nötig, kräftig zu intervenieren und für die langsamen Schüler Wiederholungs- und Hilfsphasen einzuschieben.

Anschließend an den Bau des Mini-Motors sollte die Funktionsweise des Motors in drei Phasen zu beobachten und beschreiben werden. Von Schülern, die keinen zuverlässig laufenden Motor zu Verfügung hatte, wurde bei Bedarf das Demonstrationsmodell des Lehrers herangezogen. Die Grundfunktion des Zusammenspiels von Elektro- und Permanentmagneten wurde von den meisten Schülern in seinen Grundzügen verstanden, korrekte Funktionsbeschreibungen fielen aber den meisten Schülern schwer, sodass eine von Lehrer geleitete Phase der Reflexion und Zusammenfassung diesen Teil des Projektes abschloss.

Leider brauchte die Gruppe länger als angenommen für den Bau des Mini-Motors, die Ursache dafür liegt in recht unterschiedlich entwickelten manuellen Fähigkeiten einzelner Schüler und in einer gewissen Unaufmerksamkeit einzelner Schüler, die beim Besprechen der Aufgabe nicht genau zugehört haben. Dass anfangs keine Lösungen vorgegeben wurden, führte bei diesen Schülern zu beträchtlichen Frustrationen. Dadurch wurden letztendlich mehr Input und Erklärungen sowie Wiederholungen vom Lehrer nötig als ursprünglich vorgesehen.

Immerhin schafften es nach 3 Einheiten die ersten SchülerInnen, den Motor zum Laufen zu bringen. Da die Schüler vor der Aufgabenstellung darauf hingewiesen wurden, dass das Funktionieren oder Nicht-Funktionieren der Motore keine Auswirkung auf die Note haben würde, war bei einzelnen Schülern ein eher geringes Engagement zu merken.

Aus Zeitmangel wurde auf das Zerlegen und die Analyse eines echten Gleichstrommotors verzichtet und nach drei Einheiten diese Bau- und Experimentierphase beendet, um Zeit für nötige Klebearbeiten am Bootsmodell, dem hauptsächlichem Werkstück, zu haben. Mit Montagekleber wurden der Elektromotor und der Schalter befestigt.

Abgeschlossen wurde das Thema Magnetismus durch das gemeinsame Besprechen von seinen wichtigen Anwendungen in Technik und Alltag behandelt und von den Schülern das Informations- und Abbildungsblatt dazu ausgefüllt. Der Lehrer demonstrierte dabei an einer geöffneten Festplatte das Schwenken des Lesearmes, wenn eine Batteriespannung an die geeigneten Kontakte angelegt wurde.

Nach dem Abschluss der Experimentier- und Informationsphase wurde das eigentliche Werkstück fertig gestellt. Der einfache Schaltplan des Elektroantriebes wurde durch Wiederholung aus Physik und dem vorhergegangenen Werkstück gemeinsam von der Werkgruppe entwickelt und als Tafelskizze fixiert. Dann erfolgte die Verdrahtung und Verlötlung mit entsprechend abgelängten Kabeln, was die SchülerInnen schon gut beherrschten. Probleme hatten die SchülerInnen, welche sich die Belegung der sechs Kontakte des Schiebeschalters mit den beiden nötigen Anschlüssen nicht notiert hatten. Hier griff aber die Selbsthilfe durch die Werkgruppe, eine Intervention durch den Lehrer war nicht nötig.

Bei der abschließenden Bewertung des Werkstückes wurde besonders darauf geachtet, dass die Batterie beim Ausschalten des Motors nicht kurzgeschlossen wird. Dieser nicht so seltenen Fehler ist nämlich auf den ersten Blick für die SchülerInnen schwer erkennbar, da die Schaltung ja offensichtlich richtig funktioniert. Wird eine neue Batterie aber versehentlich kurzgeschlossen, so kann sie sich in einigen Stunden so stark erwärmen, dass das Rumpfmateriale schmilzt.

2.3. Organisatorische Besonderheiten

Im gesamten Schuljahr mussten im „Technischen Werken“ 3 Doppelstunden supplied werden, und zwar jeweils eine im September, November und Februar. Für jede davon wurde natürlich eine Fachvorbereitung für die supplyierenden Kollegen erstellt.

Da die Wahrscheinlichkeit gering war, dass FachkollegenInnen für Supplyierungen eingeteilt werden, mussten die Supplyvorbereitungen so gestaltet sein, dass sie auch von fachfremden Kollegen durchgeführt werden konnten. Ebenso war Wahrscheinlichkeit gering, dass die Supplyierung im Werkraum durchgeführt wird, da fachfremde Kollegen keinen Schlüssel für diesen Raum haben und sich darin auch nicht auskennen würden. Außerdem wurde pro Unterrichtseinheit ein eigener Supplylehrer eingeteilt, sodass die Supplyunterlagen so unterteilt werden mussten, dass sie in jeweils einer Einheit von der Werkgruppe abgeschlossen werden konnten.

Als Supplyaufgaben konnten aus den oben angeführten Gründen also nur eher kurze Arbeitsaufträge mit einfachen Inhalten erstellt werden, welche die Schüler vollständig ohne Hilfe durchführen können. Praktische Aufgaben konnten dabei nicht durchgeführt werden.

Zwei Doppelstunden davon betrafen den Projektablauf, daher wurden als Supplyunterlagen Arbeitsblätter aus Schulbüchern für technisches Werken zum Thema Elektrizität verwendet, welche die vorgesehenen Projekthinhalte teilweise ergänzen konnte.

Einige Unterrichtstermine entfielen wegen: Projektwoche der Klasse, Teilnahme des Lehrers an einer anderen Projektwoche, Feiertagen.

3. EVALUATION UND VERBREITUNG

3.1. Auswertung Fragebögen

3.1.1. Vor Beginn des Projektes

Oktober 2011:

Erstellung des Eingangs-Fragebogens zur Evaluierung.

3. Nov. 2011:

Ausfüllen des Eingangsfragebogens durch die Schüler. Vorgesehene Zeit: 1 Einheit.

Auswertung der Gruppe „Technisches Werken“:

Fragebogen 2G für IMST-Projekt Ende Oktober 2011

Männlich: 4

Weiblich: 8

Technisches Werken 12

Textiles Werken 0

Warum hast du den Unterrichtsgegenstand Technische bzw. textile Werkerziehung gewählt?
Mehrfachnennungen sind möglich.

O- Persönliches Interesse: _____ 6

O- Hat sich zufällig so ergeben: _____ 2

O- Weil ich nicht ins andere Werken gehen möchte: _____ 6

O- Weil ein Freund/Freundin sich dafür gemeldet hat: _____ 3

O- Weil ich gerne mit verschiedenen Materialien und Werkzeugen umgehe: _____ 7

O- Weil ich die Werkstücke gerne haben möchte: _____ 2

O- Weil es im technischen bzw. textilen Werken gemütlich ist: _____ 1

O- Weil es im Technischen bzw. textilen Werken keine Prüfungen oder Tests gibt: _____ 2

Wie schätzt du dein Interesse derzeit am Physikunterricht ein?

Sehr hoch 2

Hoch 9

Gering 1

Sehr gering 0

Wie schätzt Du derzeit dein Interesse am technischen bzw. textilen Werkunterricht ein?

Sehr hoch 5

Hoch 7

Gering 0

Sehr gering 0

Findest du, dass Physik wichtig für deine Allgemeinbildung ist.

Sehr wichtig 2

Wichtig 8

Weniger wichtig 2

Unwichtig 0

Glaubst Du dass technisches bzw. textiles Werken wichtig für dein späteres Leben ist?

Sehr wichtig 0

Wichtig 4

Weniger wichtig 8

Unwichtig 0

Welcher Inhalt aus Physik interessiert dich besonders:

Experimente _____ 4

Strom _____ 5

Physikalische Gesetze _____ 1

Universum _____ 1

Alles ist voll lustig _____ 1

Welcher Inhalt aus Physik interessiert dich gar nicht:

Schreiben _____ 6

Strom _____ 1

Welcher Inhalt aus techn. bzw. text. Werken interessiert dich besonders:

Verzieren _____ 1

Umgehen _____ 1

Metallarbeiten _____ 2

Werkstücke _____ 3

Holzwerkstücke _____ 1

Alles _____ 1

Kleine Werkgegenstände _____ 2

Welcher Inhalt aus techn. bzw. text. Werken interessiert dich gar nicht:

Schreiben _____ 2

Papierhausmodelle _____ 1

Schleifen, Papier _____ 2

Erklären _____ 3

Sägen _____ 1

Interessiert dich der Bereich Elektrizität und Elektronik?

Ja, sehr 3 Ziemlich hoch 6 Weniger hoch 3 Gar nicht 0

Interessiert dich unser Projekt, in Physik und techn. Werken
fächerübergreifend zusammen zu arbeiten?

Ja, sehr 2 Ziemlich hoch 8 Weniger hoch 2 Gar nicht 0

Ich freue mich darauf, physikalische Experimente zu machen.

Ja, sehr 9 Ziemlich hoch 3 Weniger hoch 0 Gar nicht 0

Hast du Interesse am Thema „Licht aus Leuchtdioden“

Ja, sehr 2 Ziemlich hoch 6 Weniger hoch 4 Gar nicht 0

Bei mir daheim werden Lampen mit Leuchtdioden eingesetzt: Ja 7 Nein 4 Weiß nicht 1

Kennst Du Vorteile von Leuchtdioden gegenüber anderen Lichtquellen? Ja 2 Nein 10

Sind Mädchen deiner Meinung nach für Physik und Technik besser begabt als Burschen?

Viel besser 1 Etwas besser 6 Etwas weniger 5 Viel weniger 0

Glaubst Du, dass Mädchen sich für Physik und Technik interessieren sollten?

Ja, sehr stark 1 Ziemlich stark 7 Nicht so sehr 4 Gar nicht 0

Sollten sich Mädchen in Studium und Beruf mit Physik und Technik befassen?

Ja, sehr stark 0 Ziemlich stark 6 Nicht so sehr 6 Gar nicht 0

Was sollte deiner Meinung nach in der Schule gemacht werden, um Physik und Technik für Mädchen
attraktiver zu machen?

Versuche und Experimente _____ 6

Wenig schreiben _____ 1

Mit weniger Holz arbeiten _____ 2

Werkstück zur Wahl stellen _____ 2

Kästchen für Schminke _____ 1

Werkstücke für beide Geschlechter _____ 2

Experimentier für beide Geschlechter ___ 1

Auswertung der Gruppe „Textiles Werken“:

Fragebogen 2G für IMST-Projekt Ende Oktober 2011

Männlich: 0 Weiblich: 8

Technisches Werken 0 Textiles Werken 8

Warum hast du den Unterrichtsgegenstand Technische bzw. textile Werkerziehung gewählt?
Mehrfachnennungen sind möglich.

O- Persönliches Interesse: _____ 6
O- Hat sich zufällig so ergeben: _____ 1
O- Weil ich nicht ins andere Werken gehen möchte: _____ 2
O- Weil ein Freund/Freundin sich dafür gemeldet hat: _____ 0
O- Weil ich gerne mit verschiedenen Materialien und Werkzeugen umgehe: _____ 1
O- Weil ich die Werkstücke gerne haben möchte: _____ 1
O- Weil es im technischen bzw. textilen Werken gemütlich ist: _____ 1
O- Weil es im Technischen bzw. textilen Werken keine Prüfungen oder Tests gibt: _____ 1

Wie schätzt du dein Interesse derzeit am Physikunterricht ein?

Sehr hoch 2 Hoch 3 Gering 3 Sehr gering 0

Wie schätzt Du derzeit dein Interesse am technischen bzw. textilen Werkunterricht ein?

Sehr hoch 3 Hoch 4 Gering 1 Sehr gering 0

Findest du, dass Physik wichtig für deine Allgemeinbildung ist.

Sehr wichtig 1 Wichtig 5 Weniger wichtig 2 Unwichtig 0

Glaubst Du dass technisches bzw. textiles Werken wichtig für dein späteres Leben ist?

Sehr wichtig 0 Wichtig 0 Weniger wichtig 7 Unwichtig 0

Welcher Inhalt aus Physik interessiert dich besonders:

Strom, Magnetismus _____ 4
Haben nicht viel gemacht _____ 1

Welcher Inhalt aus Physik interessiert dich gar nicht:

Erdanziehungskraft _____ 2
Elektrik _____ 1
Galileo _____ 1

Welcher Inhalt aus techn. bzw. text. Werken interessiert dich besonders:

Weben, Häkeln _____ 6
Stricken, Filzen _____ 1

Welcher Inhalt aus techn. bzw. text. Werken interessiert dich gar nicht:

Stricken _____ 2
Sternhäkeln _____ 1
Nähen _____ 3
Häkeln _____ 1

Interessiert dich der Bereich Elektrizität und Elektronik?

Ja, sehr 1 Ziemlich hoch 3 Weniger hoch 4 Gar nicht 0

Interessiert dich unser Projekt, in Physik und techn. Werken
fächerübergreifend zusammen zu arbeiten?

Ja, sehr 3 Ziemlich hoch 0 Weniger hoch 2 Gar nicht 3

Ich freue mich darauf, physikalische Experimente zu machen.

Ja, sehr 5 Ziemlich hoch 1 Weniger hoch 2 Gar nicht 0

Hast du Interesse am Thema „Licht aus Leuchtdioden“

Ja, sehr 3 Ziemlich hoch 3 Weniger hoch 2 Gar nicht 0

Bei mir daheim werden Lampen mit Leuchtdioden eingesetzt: Ja 2 Nein 4 Keine Ahnung 2

Kennst Du Vorteile von Leuchtdioden gegenüber anderen Lichtquellen? Ja 1 Nein 6 Keine Ahnung 1

Sind Mädchen deiner Meinung nach für Physik und Technik besser begabt als Burschen?

Viel besser 2 Etwas besser 3 Etwas weniger 2 Viel weniger 1

Glaubst Du, dass Mädchen sich für Physik und Technik interessieren sollten?

Ja, sehr stark 1 Ziemlich stark 2 Nicht so sehr 4 Gar nicht 1

Sollten sich Mädchen in Studium und Beruf mit Physik und Technik befassen?

Ja, sehr stark 0 Ziemlich stark 0 Nicht so sehr 7 Gar nicht 1

Was sollte deiner Meinung nach in der Schule gemacht werden, um Physik und Technik für Mädchen attraktiver zu machen?

Gar nix, weil sich Mädchen ja eh dafür interessieren__1

Mehr Reden und Musik hören_____1

Eigene Stifte herstellen_____1

Roboter bauen_____1

Mehr Experimente, kein Jahresstoff_____1

Nicht so viel Elektro, mehr Strom_____1

Elektrische Puppen_____1

Ich weiß nichts_____1

3.1.2. Nach Abschluss des Projektes

Leider konnte aus nicht vorhersehbaren Gründen der Abschlussfragebogen nur von der Gruppe „technisches Werken“ ausgefüllt werden.

Auswertung der Gruppe „technisches Werken“:

Fragebogen 2G für IMST-Projekt Ende Juni 2012

Männlich: 5

Weiblich: 8

Technisches Werken 13

Textiles Werken 0

Glaubst Du, dass Deine Wahl für technisches bzw. textiles Werken aus Deiner Sicht rückblickend richtig war?

Ganz richtig 9

Egal 2

Nicht richtig 2

Glaubst Du, dass Du in diesem Schuljahr in Physik was gelernt hast, was Dir in Deiner späteren Ausbildung helfen wird?

Ja 1 Weiß nicht 7 Nein 5

Glaubst Du, dass Du in diesem Schuljahr in Technischem bzw. Textilem Werken was gelernt hast, was Dir in Deiner späteren Ausbildung helfen wird?

Ja 0 Weiß nicht 11 Nein 2

Wie schätzt du dein Interesse derzeit am Physikunterricht ein?

Sehr hoch 2 Hoch 4 Gering 7 Sehr gering 0

Wie schätzt Du derzeit dein Interesse am technischen bzw. textilen Werkunterricht ein?

Sehr hoch 2 Hoch 8 Gering 3 Sehr gering 0

Interessiert dich der Bereich Elektrizität und Elektronik?

Ja, sehr 3 Ziemlich hoch 5 Weniger hoch 4 Gar nicht 1

Glaubst Du, dass Dir Schülerexperimente helfen, physikalischen Inhalte zu verstehen?

Ja, sehr 5 Weiß nicht 5 Nein 3

War das Experimentieren mit verschiedenen Materialien und Geräten schwierig oder ist es Dir leicht gefallen?

Schwierig 0 Mittel 13 Schwer 0

War das notieren von Messergebnissen und das Ausfüllen von Arbeitsblättern für das Verständnis des Experimentes wichtig?

Wichtig 2 Weiß nicht 9 Nicht wichtig 2

Glaubst Du, dass Schülerexperimente Dir helfen, zu verstehen, wie ein textiles oder technisches Werkstück funktioniert?

Sehr hilfreich 4 Egal 9 Nicht hilfreich 0

Wirst Du die Ergebnisse Deines diesjährigen Werkunterrichts anderen zeigen und daheim verwenden?

Ja 5 Nein 8

Hältst Du es für sinnvoll, Experimente im Team zu machen oder würdest Du lieber allein experimentieren.

Lieber im Team 13 Lieber allein 0

Kennst Du Vorteile von Leuchtdioden gegenüber Glühlampen? Nenne einige davon:

Richtige Antworten: 17 Keine oder falsche Antworten: 9

Kennst Du die zwei Arten von Magnetismus? Nenne sie:

Richtige Antworten: 18 Keine oder falsche Antworten: 8

Wieviele Anwendungen von Magnetismus im Alltag kennst Du? Zähle auf, so viele du kennst:

Richtige Antworten: 12 Keine oder falsche Antworten: 15

Glaubst Du, dass Experimentieren, Messen und Forschen in Physik und Technik weitere Vorteile für das Alltagsleben der Gesellschaft bringt?

Ja 10 Nein 3

Beim Ausfüllen der Fragebögen konnte beobachtet werden, dass manche Schüler trotz anderslautender Aufforderung die Einschätzungen und Antworten des Fragebogens voneinander abschrieben.

Einige für mich überraschende Ergebnisse der Auswertung der Fragebögen sind:

Die Entscheidung für den alternativen Pflichtgegenstand „technisches Werken“ wurde nur von 2 SchülerInnen als falsch angesehen, 9 SchülerInnen sahen diese rückblickend als richtig an.

Das Interesse für Experiment in Physik und technischem Werken ist relativ hoch, die Rolle von Schülerexperimenten für das Verständnis von physikalischen Zusammenhängen oder die Funktion von Werkstücken und auch das Interesse an Inhalten der Elektrizität und Elektronik liegt eher im hohen bis sehr hohen Bereich.

Die Durchführung der Experimente selbst, besonders auch das Dokumentieren von Messergebnissen und das Ausfüllen von Arbeitsblättern wurde aber eher als mittel schwierig und mittelmäßig hilfreich angesehen.

Für die Berufsbereichen Physik und Technik allerdings wird Experimentieren, Messen und Forschen größtenteils als vorteilhaft für das Alltagsleben angesehen.

Auffällig ist auch, dass zwar die Experimente selbst als eher durchschnittlich wichtig gesehen wurden, die Möglichkeit der Gruppenarbeit aber von der Gesamtgruppe vollständig als positiv gewertet wurde.

Das Interesse an den beiden am Projekt beteiligten Fächern ist bewegt sich im eher hohen Bereich, der Nutzen der Fachinhalte für spätere Ausbildungen wird aber als eher gering angesehen.

Bei den Fragen nach Inhalten, die noch in Erinnerung geblieben sind, war auffällig, dass solche aus dem Anfang des Projektes zu zwei Dritteln richtig behalten wurden, die aktuell behandelten aber nur zu etwas weniger als halb behalten wurden.

Auffällig war für mich auch, dass die Ergebnisse des Werkunterrichtes von mehr als der Hälfte der SchülerInnen nicht vorgezeigt oder verwendet wurden.

3.2. Verbreitung

3.2.1. Information der Energie-AG

Da während des Projektes eine Informationskampagne der Energie-AG OÖ für die Verwendung von LED-Lampen durchgeführt wurde, informierte ich per Mail die zuständige Stelle der Energie-AG über mein Schulprojekt zum gleichen Thema und bot genauere Informationen dazu an.

Ich bekam zwar ein Antwortmail, leider gab es aber kein Interesse der Energie-AG zu meinem Projekt.

3.2.2. Information der Fachkollegen bei der Fachtagung

Freitag, 9. März 2012:

ARGE Tagung Technisches Werken, Seminar-Nummer 25F121TE01 der „Pädagogischen Hochschule Oberösterreich“, Leitung: Koll. Josef Derflinger.

An der Tagung nahmen 29 Kollegen aus allen AHS-Standorten Oberösterreichs sowie der zuständige Fachinspektor für Technisches Werken teil.

Der bisherige Verlauf des IMST-Projektes wurde bei der ARGE-Tagung Technisches Werken AHS für Oberösterreich von mir ausführlich vorgestellt. Neben einer Beschreibung der Anmeldevorganges und meines inhaltlichen Konzeptes war es mir ein Anliegen, die unbürokratische Bereitstellung der finanziellen Mittel sowie die sehr professionelle und intensive Betreuung durch die IMST-Organisation zu betonen. Zusammenfassend wies ich darauf hin, dass viele inhaltliche und methodische Ansätze

des Faches „Technischen Werken“ auf ideale Weise in das IMST-Konzept passen würde und eine Teilnahme daher nur zu empfehlen sei.

Im Anschluss an diese Präsentation gab es noch Gelegenheit zu einer Fragerunde, wobei von einigen Kollegen durchaus konkretes Interesse an einer IMST Teilnahme spürbar war.

3.2.3. Homepage der Schule

Die Vorbereitungen für die Präsentation des Projektes auf der Homepage der Schule sind noch nicht abgeschlossen und werden für das nächste Schuljahr geplant.

4. ZUSAMMENFASSUNG

4.1. Resümee aus der Sicht des Faches Physik

Alles in allem ist der Ansatz der Kooperation positiv zu bewerten und wird auch in Zukunft um Einsatz kommen.

Wünschenswert wäre eine Verbesserung der Arbeitsbedingungen sowie eine geblockte Stundenaufteilung, damit der Vorbereitungsaufwand sich auch umsetzen lässt.

4.2. Zusammenfassung aus den Beobachtungen im technischen Werken

Die meisten SchülerInnen arbeiteten sehr intensiv, nur bei ca. 2 – 3 SchülerInnen hatte ich das Gefühl, dass manchmal eher nebenbei gearbeitet wurde und Möglichkeit zu Privatgesprächen genutzt wurde.

Besonders spannend zu beobachten war für mich die Hingabe und Ernsthaftigkeit der meisten Schüler, mit welchen sie sich den vorbereiteten Materialien für die Experimente zuwandten. Man merkte, dass diese Form des Herausarbeitens von Ergebnissen und Erkenntnissen sowie des gemeinsamen Nachdenkens über die Verbindungen und Begründungen neu und faszinierend für die Schüler war.

Es konnte deutlich gesehen werden, dass das experimentierende und erprobende Arbeiten mit konkreten Materialien sowie die dabei thematisierten Phänomene auch die Schülerinnen und Schüler interessierte, die anfänglich den physikalisch-technischen Themen und Aufgaben skeptisch gegenüber standen. Besonders die Systematik der vorbereiteten Experimentierreihen mit ihrer Übersichtlichkeit und Kürze wirkte anregend auf alle Gruppen.

Auch die Möglichkeit, die Ergebnisse der Experimente für die gesamte Werkgruppe zu erläutern, wurde von den SchülerInnen sehr gern umgesetzt, sicher auch, weil bei der Aufgabenstellung zu diesen Experimentierreihen darauf hingewiesen wurde, dass eine Benotung für richtige oder falsche Ergebnisse nicht vorgesehen war, sondern nur die Mitarbeit beobachtet werden würde. Dies hatte die Vorteile, dass auch schwächere Schüler ohne Notendruck arbeiten konnten, eine gewisse Verbindlichkeit und Ergebnisorientierung beim Experimentieren von den Schülergruppen aber doch angestrebt wurde.

Bei den Besprechungen der Ergebnisse der Experimente konnte ich ebenfalls beobachten, dass ca. 70 % der SchülerInnen die Inhalte gut verstanden hatten und vor allem auch die meisten Zusammenhänge mit eigenständigen Formulierungen erklären konnten. Allerdings waren diese altersgemäßen Formulierungen nicht immer völlig korrekt, was aber größtenteils an der in dieser Alterstufe noch nicht vollständig entwickelten Sprachkompetenz ganz allgemein liegt.

Die meisten Probleme traten eigentlich beim selbständigen Bau des Mini-Motors nach der Vorgabe des Arbeitsblattes auf. Hier könnte die Aufgabe für die Werkgruppe tatsächlich zu schwierig gewesen sein, allerdings muss bedacht werden, dass bezüglich Aufmerksamkeit, Konzentrationsfähigkeit und feinmotorischer Geschicklichkeit diese Werkgruppe eher zu den noch nicht so fortgeschrittenen zählt. Erfahrungsgemäß lässt sich sicher sagen, dass anderen Werkklassen dieser Altersstufe diese Aufgabe sicherlich leichter gefallen wäre.

Die Benotung erfolgte im Rahmen der im Punkt 1.3.4. und 1.3.5. erläuterten gesetzlichen Grundlagen und pädagogischen Traditionen, sodass die Einzelnoten eher wenige Rückschlüsse auf den tatsächlichen Leistungsstand der einzelnen SchülerInnen zulassen. Aussagen über den Wissensstand, das Erkennen von Zusammenhängen und das Formulieren korrekter Sachverhalte einzelner SchülerInnen könnten genauer nur über den Weg von schriftlichen Tests, Schularbeiten oder mündlichen Prüfungen erfolgen, die aber im Fach „technisches Werken“ verboten sind.

Besonders interessant war für mich als Werklehrer die Beobachtung, dass der in diesem Fach für das praktische Arbeiten nötige oft recht breit angelegte, offene zeitliche Ablauf der Werkarbeit beim Experimentieren, Zerlegen und Analysieren nicht nötig war. Die Schüler empfanden den engeren zeitlichen Rahmen dieser Projektaufgaben nicht als störend, sondern sogar als hilfreich!

Abänderungen und Verbesserungen dieser Form des Projektunterrichtes durch Erfahrungen aus den vorliegenden Vorbereitungen und Ausarbeitungen sind im nächsten Kapitel 4.2. angedeutet.

4.3. Verbesserungs- und Erweiterungsmöglichkeiten

Folgende Verbesserungs- und Erweiterungsmöglichkeiten haben sich aus den Erfahrungen mit dem oben geschilderten Ablauf für den weiteren Werkunterricht zu diesen Themen ergeben:

- Nicht alle vorgegebenen Experimente sind gleich wichtig für den gerade behandelten Themenbereich. Zu hat z.B. das Experiment mit einem Lautsprecher, der durch einen Fahrraddynamo betrieben wird, einen geringeren Zusammenhang zum Gesamtthema und könnte daher weglassen werden.
- Als sehr wichtig hat sich der gut geübte Umgang mit den Mess- und Spannungsversorgungsgeräten herausgestellt. Hier ist eine ausreichende Übungsbasis, ausgehend von den einfachsten Anwendungen, für das spätere zügige Experimentieren unumgänglich, denn sonst kommen zu häufig Störungen durch falsch eingestellte Geräte, Kurzschlüsse oder schlampig ausgeführte Messverbindungen vor, welche die Schüler von der eigentlichen Aufgabe ablenken und für den Lehrer viel zusätzlichen Stress bedeuten.
- Weiters hat sich herausgestellt, dass einige Experimente deutlich länger gedauert haben als andere. Diese könnten ggf. in zwei Aufgabenstellungen geteilt werden, um Wartezeiten für andere SchülerInnen zu verringern. Dies war z.B. beim Versuch der Serienschaltung von einer bis vier LEDs der Fall.
- Ebenso waren Aufgabenstellungen in ihrer Schwierigkeit zu unterschiedlich. Der Vergleich einer LED mit einem Glühlämpchen könnte u.U. unterteilt oder mit dem Experiment einer anderen Gruppe kombiniert werden.
- Da sich im Verlauf des Werkunterrichtes sehr oft Verbindungsmöglichkeiten zu physikalischen Phänomenen ergeben, könnten diese häufiger als bisher für fachübergreifende kurze Experimente genutzt werden, natürlich nur, wenn dafür ausreichend Zeit zur Verfügung steht. Am Beispiel des Bootsmodelles wären Experimente zum statischen Auftrieb in Flüssigkeiten denkbar, bei einem Lehrausgang zu einem Fluss oder See könnte ggf. der dynamische Auftrieb bei sogenannten „Platteln“ von flachen Steinen über die Wasseroberfläche demonstriert werden. Im Werkunterricht anderer Klassen wurde vom Lehrer in diesem Zusammenhang beispielsweise der „Cartesianische Taucher“ gemacht, der äußerst anschaulich und verblüffend wirkt, allerdings vorbereitende Experimente, genauere Untersuchung und Reflexion braucht, um von Schülern der Unterstufe verstanden zu werden.
- Eine andere Weiterführungsmöglichkeit bieten defekte Festplatten, deren Lesearm noch beweglich ist: Hier könnten u.U. der Stellantrieb für andere Werkaufgaben nutzbar gemacht werden, sofern es den Schülern gelingt, die richtigen Anschlüsse für den Stellmagneten herauszufinden. Denkbar wäre hier z.B. das Funktionsmodell einer elektrischen Klingel oder eines elektrisch angetriebenen Pendels.
- Um Kopierkosten zu sparen, wurden die Arbeitsblätter relativ dicht gestaltet. Schüler mit großer Schrift hatten dann zu wenig Platz zum Ausfüllen der Textfelder. Die Arbeits- und Informationsblätter werden also umgestaltet werden, um den Schülern ausreichend Platz für ihre Notizen und das

gemeinsame Dokumentieren und Darstellen zu bieten, auch wenn dann die Anzahl der Kopien höher sein wird.

- Die praktischen Arbeiten, auch wenn sie experimentellen Grundcharakter haben, müssen sehr zuverlässig funktionieren, da sonst die ihre manuelle Durchführung für die SchülerInnen wenig Sinn hat. Deshalb brauchen solche Arbeiten mehr Vorgaben und Anleitungen als Versuche und Experimente ohne materiellem Endergebnis. Unter Umständen wird es dadurch nötig, die „eigenen Forschungsfragen“ der SchülerInnen schon von vornherein in die gewünschten Richtungen zu lenken. Das hat sich vor allem beim Bau des Mini-Motors gezeigt.

4.4. Anwendung des vorgeschlagenen Kompetenzmodells

Überprüft man, wie weit das vorgeschlagene Modell kompetenzorientierten Unterrichts bei diesem zweiteiligem Projekt zum Tragen kommen kann, so sieht man, dass jedenfalls alle Dimensionen oder Phasen dieses Modells erfasst worden sind, wenn auch in unterschiedlicher Gewichtung.

Leicht ist aus den oben beschriebenen Abläufen und den Materialien und Unterlagen des Kapitels 5 erkennbar, auf welche Weise sich die aus den Experimentier- und Zerlegeaufgaben nicht nur Beobachtungen und Messungen, sondern auch weiterführende Fragen ergaben.

Die regelmäßig durchgeführten Zusammenfassungs- und Reflexionsphasen ergänzten die praktische manuelle Tätigkeit, die gewonnenen Schlussfolgerungen führten nicht nur zu entsprechenden Kenntnissen, sondern gewannen ihren Zweck und ihre Einsatzmöglichkeit vor allem aus ihrer Anwendung an den praktischen Werkstücken.

Man kann daher sicherlich mit großer Berechtigung feststellen, dass neben der Kompetenzorientierung dieses Projektes zusätzlich die Dimensionen der dauerhaften Bedeutung und des erlebten Sinnes der behandelten Inhalte für die SchülerInnen erfahrbar gemacht wurden.

4.5. Schlussbemerkung

Mit diesem fächerübergreifenden, inhaltlich zweiteiligen Projekt wurde versucht, nicht nur einen Beitrag zu späteren umfassenderen naturwissenschaftlichen Erkenntnissen der SchülerInnen zu leisten, sondern durch die Verbindung mit der praktischen Herstellung von Werkstücken die grundsätzliche Gestaltungs- und Veränderbarkeit der Realität begreifbar und erlebbar zu machen.

Der besondere Bezug zu traditionellen, aber auch ganz modernen technischen Anwendungen der behandelten physikalischen Phänomene könnte die SchülerInnen vielleicht auch dazu bewegen, später technische Ausbildungen zu beginnen.

All die oben beschriebenen Erfahrungen und Beobachtungen ermutigen mich, projektartige Unterrichtsphasen dieser Art, auch in Zusammenarbeit mit anderen Fächern, weiterhin zu versuchen, um dadurch einen inhaltlichen Blick über die eigenen Fachgrenzen hinaus zu gewinnen und zusätzlich die methodischen Möglichkeiten des Faches zu erweitern.

Natürlich kann dies nur in der Hoffnung geschehen, dass vom Dienstgeber doch schnell das pädagogische und didaktische Potential des „technischen Werkens“ besser erkannt und die Bedingungen für dieses Fach für Schüler und Lehrer deutlich verbessert werden.

Die schlechteste, unverständlichste und kontraproduktivste aller Möglichkeiten dafür ist meines Erachtens die immer wieder diskutierte Kürzung des Werkens auf die halbe Unterrichtszeit, begründet mit einer koedukativen Pädagogik. Hier wird eindeutig das Kind mit dem Bade ausgeschüttet, denn diese Kürzung macht nicht nur das kompetenzorientierte beobachtende, experimentelle, forschende und interpretierende Lernen im „technischen Werkunterricht“ völlig unmöglich, sondern schränkt auch die für die Entwicklung der SchülerInnen so wichtige Selbsterfahrung durch körperorientierte manuelle Tätigkeit und die Möglichkeiten vielfältiger Material- und Werkzeuserfahrungen sehr stark ein.

Wenn der Lehrplan selbst bei dieser Kürzung der Unterrichtszeit ungekürzt bleibt, so könnte er nur mehr äußerst oberflächlich durch puren Frontalunterricht einigermaßen umgesetzt werden.

Immer wieder wird gegenwärtig von Medien oder Wirtschaftsverbänden ein akuter Technikermangel beklagt, verbunden mit Hinweisen auf beste Berufsaussichten für Ingenieure. In diesem Zusammenhang sollte allen Bildungspolitikern klar gemacht werden, dass das Fach „technisches Werken“ hier in geradezu idealer Weise einen wichtigen Beitrag zur Lösung des oben genannten Problems bieten könnte.

5. MATERIALIEN

Alle Materialien wie Arbeitsblätter, Fragebögen, Bilder etc. sind als eigener Dateordner mit Text- und Bilddokumenten diesem Bericht beigelegt, wobei das Fotomaterial aufgrund der hohen Datenmenge nicht gemailt, sondern auf Datenträger CD-ROM postalisch gesendet wird..

"Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (=jede digitale Information, z.B. Texte, Bilder, Audio- und Video Dateien, PDFs etc.) selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird. Diese Erklärung gilt auch für die Kurzfassung dieses Berichts, sowie eventuell vorhandene Anhänge."