



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
(IMST-Fonds)**

S2 „Grundbildung und Standards“

ENTWICKLUNG VON GRUNDVOR- STELLUNGEN FÜR PHYSIKALISCH- MATHEMATISCHE ZUSAMMENHÄNGE

KÖNNEN DIGITALE MEDIEN ZUR ENTWICKLUNG VON GRUNDVOR-
STELLUNGEN IM BEREICH DER ELEKTRIZITÄT BEITRAGEN BZW. DE-
REN NACHHALTIGKEIT FÖRDERN?

ID 1495

Dipl.-Päd. Thomas Hugl

**Europahauptschule II Mistelbach
2130 Mistelbach, Bahnstraße 3**

Mistelbach, im Juli 2009

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG UND AUSGANGSPUNKT MEINER FORSCHUNG	4
1.1 Ausgangssituation für meine Forschungsfrage	4
1.2 Erläuterung und Begründung der Forschungsfrage	4
2 GRUNDSÄTZLICHE ÜBERLEGUNGEN ZU GRUNDVORSTELLUNGEN	5
2.1 Schülervorstellungen als Ausgangspunkt der Überlegungen.....	5
2.2 Allgemeines zu Grundvorstellungen	5
3 ERARBEITUNG DER GRUNDVORSTELLUNGEN IN ENTSPRECHENDEN LERNSEQUENZEN	8
3.1 Festlegung der Themengebiete, Lernziele und Grundvorstellungen.....	8
3.2 Übersicht, Struktur und Gliederung der Lernsequenzen	11
3.3 Didaktische Überlegungen zum Einsatz der digitalen Medien	12
4 METHODEN UND ERGEBNISSE	17
4.1 Datenerhebungen zu Schülervorstellungen	17
4.2 Datenerhebungen zur Arbeit in den Lernsequenzen.....	25
4.3 Datenerhebungen zur Nachhaltigkeit der Grundvorstellungen.....	26
5 SCHLUSSFOLGERUNGEN, ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	31
5.1 Umgang der Schülerinnen und Schüler mit digitalen Medien.....	31
5.2 Einfluss der digitalen Medien auf die Entwicklung von Grundvorstellungen...	31
5.3 Chancen und Möglichkeiten des Einsatzes der digitalen Medien	33
5.4 Ausblick und weiterführende Perspektiven	33
6 LITERATUR	35

ABSTRACT

Schülerinnen und Schüler entwickeln durch Erfahrungen in Alltag und Unterricht bestimmte Vorstellungen für physikalisch-mathematische Zusammenhänge, die oft mit Fehlvorstellungen verbunden sind.

Im Laufe dieses Projekts wurde versucht, Grundvorstellungen im Bereich der Elektrizität zu definieren und im Laufe von Lernsequenzen zu vermitteln und zu entwickeln. Außerdem wurde untersucht, ob digitale Lernumgebungen diese Entwicklung unterstützen oder sogar den Abbau von Fehlvorstellungen fördern können.

Das Projekt wurde zu einer spannenden Auseinandersetzung mit theoretischen Überlegungen und deren praktischen Umsetzung und Erprobung. Die Arbeit in den einzelnen Projektphasen brachte interessante Erkenntnisse über Präkonzepte der Schülerinnen und Schüler, aber vor allem neue Impulse für den Physikunterricht.

Schulstufe: 8. Schulstufe

Fächer: Physik

Kontaktperson: Dipl.Päd. Thomas Hugl

Kontaktadresse: Europahauptschule II Mistelbach

2130 Mistelbach, Bahnstraße 3

thomas.hugl@lsr-noe.gv.at

1 EINLEITUNG UND AUSGANGSPUNKT MEINER FORSCHUNG

1.1 Ausgangssituation für meine Forschungsfrage

Am Beginn der 4. Klasse (8. Schulstufe) der Hauptschule haben Schülerinnen und Schüler durch ihre individuellen Alltagserfahrungen und den Kontakt mit physikalischem Unterricht bereits bestimmte Vorstellungen von physikalischen Vorgängen oder physikalisch-mathematischen Zusammenhängen entwickelt. Gerade auf dem Gebiet der Elektrizität kommt es oft zur Ausprägung von Fehlvorstellungen, die dem weiteren Verständnis hinderlich sein können. Immer wieder fällt mir auf, dass es Schülerinnen und Schülern schwer fällt, die physikalisch-mathematischen Zusammenhänge der Elektrizitätslehre zu erkennen und zu verstehen. Der Aufbau bzw. die Entwicklung von Grundvorstellungen in der Physik ist daher von wesentlicher Bedeutung, um das Verständnis zu fördern und eine verbesserte Orientierung in der Berufs- und Lebenswelt zu ermöglichen. Es stellt sich daher die Frage, ob der Einsatz von neuen Medien den Aufbau von Grundvorstellungen fördern bzw. der Entwicklung von Fehlvorstellungen entgegenwirken kann.

Dieser Frage wurde im Rahmen des Physikunterrichts von zwei 4. Klassen näher auf den Grund gegangen. Die beiden Klassen setzen sich aus Schülerinnen und Schülern mit unterschiedlichen Lernerfahrungen bzw. verschiedenen Leistungsniveaus zusammen. In den einzelnen Lernsequenzen wurden vor allem Themenschwerpunkte aus dem Lehrstoff der 3. Klasse (7. Schulstufe) bearbeitet. Nachdem ich beide Klassen im Vorjahr in Physik nicht unterrichtet habe, wusste ich nur wenig über das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler.

1.2 Erläuterung und Begründung der Forschungsfrage

Im Rahmen des Projektes sollte die Forschungsfrage **„Können digitale Medien zur Entwicklung von Grundvorstellungen beitragen bzw. deren Nachhaltigkeit fördern?“** näher untersucht und beantwortet werden. Die Forschungsfrage betrachtend, schien mir eine Präzisierung in folgende vier Teilfragen als notwendig, um eine genauere Schwerpunktsetzung definieren zu können:

- Welche physikalischen Grundvorstellungen sollen Schülerinnen und Schüler im Bereich Elektrizität erlangen?
- Welche Präkonzepte für physikalisch-mathematische Zusammenhänge haben Schülerinnen und Schüler im Bereich Elektrizität bereits aufgebaut?
- Können digitale Medien zum Aufbau und zur Entwicklung von Grundvorstellungen beitragen bzw. können diese den Abbau von Fehlvorstellungen unterstützen?
- Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Einsatz digitaler Medien und der Nachhaltigkeit der entwickelten Grundvorstellungen?

Diese vier präzisierten Aspekte sollten sich als Leitfaden begleitend durch das gesamte Projekt ziehen, um später vereint wieder eine ausreichende Antwort auf die Forschungsfrage zu ermöglichen.

2 GRUNDSÄTZLICHE ÜBERLEGUNGEN ZU GRUNDVORSTELLUNGEN

Eine genauere Untersuchung der vier Teilaspekte der Forschungsfrage erforderte zunächst einige grundsätzliche Überlegungen zu Grundvorstellungen, die ich in den folgenden Abschnitten etwas näher ausführen möchte.

2.1 Schülervorstellungen als Ausgangspunkt der Überlegungen

Schülerinnen und Schüler entwickeln individuelle Grundvorstellungen zu physikalischen Vorgängen, Phänomenen und Begriffen, die vor allem durch ihre Lebens- und Erfahrungswelt geprägt werden. Das Lernverhalten der Schülerinnen und Schüler wird durch diese Alltagserfahrungen geprägt und beeinflusst, weil die Schülerinnen und Schüler das im Unterricht „neu gelernte“ nur mit bereits bekanntem und vertrautem Wissen bzw. damit verbundenen Erfahrungen verknüpfen können. Zahlreiche internationale Untersuchungen haben gezeigt, dass die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler gerade auf dem Gebiet der Elektrizitätslehre durch gravierende Fehlbildungen geprägt sind, die das Verständnis und dadurch den Lernprozess blockieren können. (vgl. DUIT in HOPF u.a., 2007, S. 3)

Gerade das Themenfeld „*Elektrizität*“, das aus unserer Alltagswelt kaum mehr wegzudenken ist, erfordert ein komplexes Modelldenken, um physikalische Vorgänge zu verstehen und deren mathematischen Zusammenhänge erkennen zu können. Auch die Tatsache, dass die Alltagssprache im Bereich der Elektrizitätslehre nicht immer mit der Fachsprache einhergeht, spielt dabei eine bedeutende Rolle. So könnte die Aussage „**Die Batterie ist leer.**“ zur Entwicklung einer fehlgeleiteten Vorstellung führen, die wiederum den Lernprozess beeinflussen kann. Auch Begriffe wie „**Stromverbrauch**“, „**Spannung**“, oder der Begriff „**Strom**“ selbst führen zu manchem Widerspruch zwischen Alltagsverwendung und fachlicher Bedeutung.

2.2 Allgemeines zu Grundvorstellungen

Ausgehend von den Alltagsvorstellungen der Schülerinnen und Schüler, die oft von Fehlvorstellungen geprägt sind, stellt sich nun die Frage: „**Welche Grundvorstellungen sollen Schülerinnen und Schüler im Bereich Elektrizität erwerben?**“

Der Fachlehrplan für Physik, als Grundlage für die Planung des Unterrichts, verwendet den Begriff „Grundvorstellung“ in keiner Weise. Eine genauere Recherche lässt jedoch zumindest einige damit verwandte Grundsätze erkennen.

„*Der Unterricht hat das Ziel, den Schülerinnen und Schülern das Modelldenken der Physik (Realwelt – Modelleigenschaften – Realwelt) zu vermitteln und physikalisches Wissen in größere Zusammenhänge zu stellen.*“ (vgl. Bildungs- und Lehraufgabe des Fachlehrplanes Physik, 2000)

Der Lehrplan fordert daher als wesentliches Ziel des Unterrichts, dass die Schülerinnen und Schüler einen Zusammenhang zwischen physikalischem Modell und der Wirklichkeit herstellen und ihr fachliches Wissen anwenden können. Auf welche Weise soll das Modelldenken der Schülerinnen und Schüler geschult oder besser gesagt

gefördert werden? – Eine sehr vielschichtige und komplexer Antwort liefert der Lehrplan auf diese Frage.

„Dies geschieht durch bewusstes Beobachten physikalischer Vorgänge, Verstehen und altersgemäßes Anwenden von typischen Denk- und Arbeitsweisen der Physik, Erkennen von Gültigkeitsgrenzen physikalischer Gesetzmäßigkeiten in alltagsbezogenen Situationen, eigenständige und handlungsorientierte Auseinandersetzung mit Problemen aus dem Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler nach Möglichkeit ausgehend von Schülerexperimenten, Entwickeln von Erklärungsversuchen beziehungsweise Modellvorstellungen und deren Anwendungen bei physikalischen Vorgängen in Natur und Technik.“ (vgl. Bildungs- und Lehraufgabe des Fachlehrplanes Physik, 2000)

Sollte ein „guter“ Physikunterricht nicht von all den genannten Möglichkeiten von jedem etwas beinhalten? – Sicherlich trägt der Einsatz all dieser Möglichkeiten zur Qualitätssteigerung des Unterrichts bei, jedoch darf man sich mit dem bloßen Einsatz von Schülerexperimenten und daraus resultierenden Aufgaben nicht einfach zufrieden geben.

Kann das bewusste Beobachten physikalischer Vorgänge, auch bei einer noch so genauen Durchführung, zur Entwicklung einer Denk- und Arbeitsweise der Physik führen? – Der Lehrplan fordert auch das Verstehen und altersgemäße Anwenden von typischen Denk- und Arbeitsweisen bzw. das Erkennen von Gültigkeitsgrenzen physikalischer Gesetzmäßigkeiten in alltagsbezogenen Situationen.

Ist diese Forderung vielleicht zu hoch gegriffen? – Bei näherer Betrachtung dieser Lehrplanforderungen kommen einem wieder die Grundvorstellungen in den Sinn.

Welche Grundvorstellungen sind notwendig, um eine physikalische Gesetzmäßigkeit zu verstehen bzw. anzuwenden? Können nicht fehlentwickelte Schülervorstellungen das Verständnis für diese Gesetzmäßigkeiten trüben? – Fragen, die bereits in reichlich vorliegenden Untersuchungen und Studien beantwortet worden sind. Ein Zusammenhang zwischen fehlentwickelten Schülervorstellungen und einem beeinträchtigten Prozess des Lernens und Verstehens darf nicht mehr vernachlässigt werden.

Wo lassen sich Grundvorstellungen sonst finden? – Welche Grundvorstellungen sollen Schülerinnen und Schüler nun wirklich entwickeln?

Auch bei intensiver Auseinandersetzung mit dem Lehrplan ist dort keine befriedigende Antwort zu finden. Zwar lassen sich sehr grob formulierte Lernziele für so manchen Themenbereich erkennen, jedoch lassen diese einen großen Interpretationsspielraum zu. So findet man zum Beispiel zum Themenbereich Elektrizität in der 3. Klasse (7. Schulstufe) folgende Angabe: *„Ausgehend von Alltagserfahrungen sollen die Schülerinnen und Schüler immer intensiver mit grundlegenden elektrischen Vorgängen im technischen Alltag und in Naturvorgängen vertraut gemacht werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen verschiedene Spannungsquellen als Energieumformer und einfache Stromkreise verstehen, Gleichstrom und Wechselstrom, Stromstärke, Spannung, Widerstand und das Ohmsche Gesetz erklären können.“* (vgl. Fachlehrplan Physik, 2000).

Als weitere Quelle einer eventuellen Formulierung von Grundvorstellungen könnten sich eventuell die derzeit vieldiskutierten Bildungsstandards anbieten. Da sich die Standards für Naturwissenschaften derzeit noch in der Pilotphase befinden, gibt es

keinerlei zugängliche Information die genauen Zielsetzungen betreffend. Es bleibt zu hoffen, dass sich hinter den oft zitierten „Grundkompetenzen“ genaue Grundvorstellungen verstecken, die von den Schülerinnen und Schüler erwartet werden bzw. die es gilt im Laufe der Unterrichts- und Schullaufbahn zu entwickeln.

Die Suche nach konkret formulierten Grundvorstellungen liefert leider keine zufriedenstellenden Ergebnisse, sondern lediglich einige didaktische Ansätze. Aus den genau dokumentierten Untersuchungen betreffend Schülervorstellungen zu physikalischen Phänomenen und Vorgängen und den daraus resultierenden Kenntnissen, muss daher versucht werden, bereits vorhandene Schülervorstellungen bei der Planung des Unterrichts zu berücksichtigen und sie im Unterricht auch zur Sprache zu bringen. Ausgehend von den bereits entwickelten Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler kann daher versucht werden, schrittweise eine neue Sichtweise für physikalische Vorgänge zu entwickeln und aufzubauen. Eine besondere Bedeutung kommt dabei wieder dem Aspekt „Alltagssprache versus Fachsprache“ zu. Es muss den Schülerinnen und Schülern verdeutlicht werden, dass die Alltagssprache nicht unbedingt falsch ist, jedoch manchmal fachliche Zusammenhänge nicht ganz korrekt zum Ausdruck bringt. Im Unterricht muss daher versucht werden, jenen Weg zu finden, der es den Schülerinnen und Schülern erlaubt, von den eigenen, der Alltagssprache geprägten, Vorstellungen hin zur Entwicklung einer physikalischen Sichtweise zu gelangen (vgl. DUIT in MÜLLER u.a.).

Da ich nach intensiver Recherche weder in den vorhandenen österreichischen Lehrplänen noch in den momentan in Entwicklung befindlichen naturwissenschaftlichen Standards konkrete ausformulierte Grundvorstellungen bzw. Zielfestlegungen finden konnte, war es an der Zeit, Eigeninitiative zu zeigen und sich an die Entwicklung und Formulierung von Grundvorstellungen zu wagen. Dafür mussten zunächst die genauen Themengebiete aus dem Bereich der Elektrizität festgelegt und zugehörige Lernziele definiert werden. Ausgehend von den festgelegten Lernzielen versuchte ich jene Grundvorstellungen zu formulieren, die mir zum besseren Verständnis der physikalischen Inhalte sowie physikalisch-mathematischen Zusammenhänge als notwendig erschienen. Es galt dabei vor allem zu beachten, dass die Grundvorstellungen den fachlichen Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler sowie der in dieser Schulstufe vorhandenen Verständnisebene gerecht werden. Nebenbei bedurfte es auch eines prüfenden Blickes, ob die Grundvorstellungen in ihren Inhalten auch der fachlichen und wissenschaftlichen Richtigkeit entsprachen. Im folgenden Abschnitt sollen die gewählten Lernsequenzen mit den definierten Lernzielen und Grundvorstellungen kurz erläutert werden.

3 ERARBEITUNG DER GRUNDTVORSTELLUNGEN IN ENTSPRECHENDEN LERNSEQUENZEN

3.1 Festlegung der Themengebiete, Lernziele und Grundvorstellungen

In der folgenden Übersicht möchte ich die einzelnen Themengebiete mit ihren Lernzielen und Grundvorstellungen vorstellen. Außerdem finden sich darin auch jene grundlegenden Begriffe, die im Rahmen der Lernsequenzen erarbeitet werden sollten sowie einige didaktische Aspekte für die Planung der Lernsequenzen.

Elektrischer Stromkreis

Grundlegende Begriffe:

Spannungsquelle (Stromquelle), Leitung, Verbraucher, Schalter

Lernziele:

- ✓ Die Schülerinnen und Schüler sollen die Grundelemente eines elektrischen Stromkreises und deren Funktion im Stromkreis nennen können.
- ✓ Die Schülerinnen und Schüler sollen einfache Stromkreise anhand von Schaltskizzen aufbauen bzw. einfache Schaltskizzen von vorgegebenen Stromkreisen anfertigen können.
- ✓ Die Schülerinnen und Schüler sollen die Begriffe „*elektrischer Strom*“ und „*Stromfluss*“ erklären können.

Erwartete Grundvorstellungen:

- Die Schülerinnen und Schüler sollen elektrischen Strom als „*in sich geschlossenen Kreislauf*“ erkennen und als Fließen von Elektronen (Gleichstrom) bzw. Schwingen von Elektronen (Wechselstrom) erklären können.

Didaktische Aspekte:

- Die Begriffe „*Spannungsquelle*“, „*Leitung*“ und „*Verbraucher*“ müssen in diesem Zusammenhang näher erläutert werden. Eine große Fehlvorstellung bei Schülerinnen und Schülern verursacht hier das Wort „*Verbraucher*“. Schülerinnen und Schüler, aber auch viele Erwachsene, sind der Meinung, dass hier Elektronen verbraucht werden, besser gesagt aus dem Kreislauf verschwinden. Dieser Vorstellung muss durch geeignete Veranschaulichung entgegengewirkt werden. Auch die Begriffe „*Leiter*“ und „*Nichtleiter*“ müssen mittels des Kreislaufmodells erläutert werden.
- Der Aspekt der Alltagsorientierung soll nach der Erarbeitung in Form von konkreten Problemstellungen in die Unterrichtsarbeit einfließen. Die Schülerinnen und Schüler sollen mittels der Grundvorstellung zum Modell des Stromkreislaufs theoretische und praktische Aufgabenstellungen bearbeiten. Anhand dieser soll das Anwenden der physikalischen Denk- und Arbeitsweise geübt werden.

- Die Alltagssprache muss unbedingt in die Erarbeitung eingebunden werden. Gerade Aussagen wie „Die Batterie ist leer.“ oder „Es wurde Strom verbraucht.“ müssen in Zusammenhang mit der neu gewonnenen Sichtweise geklärt werden. Es wäre hier vorstellbar, die Schülerinnen und Schüler Interviews zu diesen Aussagen mit Mitschülerinnen und Mitschülern, Lehrerinnen und Lehrern oder Eltern durchführen und nach falschen Vorstellungen hin untersuchen zu lassen.

Elektrische Spannung, Stromstärke und elektrischer Widerstand

Grundlegende Begriffe:

Spannung, Voltmeter (Spannungsmessgerät), Volt, Stromstärke, Amperemeter (Stromstärkemessgerät), Ampere, Widerstand, Leiterwiderstand, Ohmmeter, Ohm

Lernziele:

- ✓ Die Schülerinnen und Schüler sollen die Begriffe Spannung, Stromstärke und Widerstand erklären können.
- ✓ Die Schülerinnen und Schüler sollen Spannung, Stromstärke und Widerstand in einfachen Stromkreisen mit einem Multimeter messen und korrekt angeben können.
- ✓ Die Schülerinnen und Schüler sollen in einfachen Stromkreisen Werte von Spannungen, Stromstärke und Widerstände angeben können.

Erwartete Grundvorstellungen:

- Die Schülerinnen und Schüler sollen elektrische Spannung als Energiedifferenz zwischen zwei unterschiedlichen geladenen Polen sehen. Diese Energiedifferenz wird in Spannungsquellen durch eine Ladungstrennung erzielt.
- Die Schülerinnen und Schüler sollen Stromstärke als jene Ladungsmenge verstehen, die pro Zeiteinheit durch den Leiterquerschnitt fließt. Der Zusammenhang von durchfließender Ladungsmenge und Leiterquerschnitt soll erkannt werden.
- Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, dass elektrischer Widerstand durch das Zusammenstoßen von elektrischen Ladungsträgern mit den Atomen des Leitermaterials zustande kommt. Außerdem sollen die Schülerinnen und Schüler die Abhängigkeit des elektrischen Widerstandes eines Leiters von dessen Länge, Material und Temperatur erkennen können.
- Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, dass Spannung, Stromstärke und Widerstand in jedem Stromkreis immer zusammen auftreten und somit einen untrennbaren Zusammenhang aufeinander ausüben.

Didaktische Aspekte:

- Die Begriff „Spannungsquelle“ bzw. „Stromquelle“ müssen hier nochmals aufgegriffen werden und mit Hilfe des Modells der elektrischen Spannung näher erläutert werden. Außerdem muss auch auf die verschiedenen Arten von Spannungsquellen näher eingegangen werden (Batterie, Akkumulatoren, Netzgeräte, Steckdose,...).
- Eine besondere Betrachtung muss auch der Batterie eingeräumt werden. Der Aussage „Die Batterie ist leer.“ muss hier nochmals genau auf den Grund gegangen werden, gerade in Zusammenhang mit der Verwendung der Alltagssprache.

Es muss erläutert werden, dass sich das Wort „leer“ hier auf eine Verringerung der Energiedifferenz bzw. Ladungsdifferenz bezieht. Gleichzeitig muss auch „Stromverbrauch“ als Umwandlung von elektrischer Energie in andere Energieformen (Licht, Wärme, Bewegung) erkannt werden.

- Der Zusammenhang von Spannung, Stromstärke und Widerstand muss hier soweit geklärt werden, dass den Schülerinnen und Schülern die direkte Abhängigkeit dieser drei Größen klar wird. Eine Veränderung einer dieser Größen bringt auch eine Veränderung der anderen beiden mit sich. Diese Tatsache sollte vor allem durch Einsatz des Modells vom Stromkreislauf passieren.

Elektrische Schaltungen und OHMsches Gesetz

Grundlegende Begriffe:

Spannung, Stromstärke, Widerstand, Serienschaltung, Parallelschaltung

Lernziele:

- ✓ Die Schülerinnen und Schüler sollen die Eigenschaften einer Serien- und Parallelschaltung erklären können.
- ✓ Die Schülerinnen und Schüler sollen Schaltskizzen bzw. Schaltungen zu Serien- und Parallelschaltungen erstellen können.
- ✓ Die Schülerinnen und Schüler sollen den Gesamtwiderstand in Serien- und Parallelschaltungen berechnen können.
- ✓ Die Schülerinnen und Schüler sollen das OHMsche Gesetz kennen, erklären und anwenden können.

Erwartete Grundvorstellungen:

- Die Schülerinnen und Schüler sollen sich der Auswirkungen von in Serie bzw. parallel geschalteten Widerständen bewusst werden und die damit möglichen Veränderungen von elektrischer Spannung und Stromstärke erkennen können.
- Die Schülerinnen und Schüler sollen den gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen Spannung, Stromstärke und Widerstand erkennen und verstehen können.
- Die Schülerinnen und Schüler sollen sich der physikalisch-mathematischen Abhängigkeit dieser drei Größen bewusst werden.

Didaktische Aspekte:

- Der physikalisch-mathematische Zusammenhang sollte mit Hilfe des Stromkreismodells veranschaulicht und erarbeitet werden.
- Konkrete Anwendungsaufgaben zum OHMschen Gesetz sollten zum Einsatz kommen.
- Ein besonderer Schwerpunkt soll auch das Auffinden von Serien- und Parallelschaltungen in Alltagssituationen sein. Die Schülerinnen und Schüler sollen sich über die Anwendungen von verschiedenen Schaltungen in Haushalt und Technik bewusst sein und über deren Eigenschaften Bescheid wissen.

3.2 Übersicht, Struktur und Gliederung der Lernsequenzen

Die ausgewählten Themengebiete aus dem Fachbereich der Elektrizität wurden von mir in folgende 4 Lernsequenzen eingeteilt:

1. Lernsequenz	Elektrischer Stromkreis
2. Lernsequenz	Spannung, Stromstärke und Widerstand
3. Lernsequenz	Elektrische Schaltungen und OHMsches Gesetz
4. Lernsequenz	Anwendungsorientierte Aufgaben

Ausgehend von den definierten Themengebieten, Lernzielen und Grundvorstellungen galt es nun die Lernsequenzen zu planen und zu strukturieren. Dabei war mir wichtig, dass der Aufbau einer Lernsequenz einerseits durch Phasen des Inputs durch den Lehrer bzw. des Outputs durch die Schülerinnen und Schüler und andererseits durch Phasen der Schülerinnen- und Schülerinteraktion (selbstständige Arbeitsphasen) geprägt sein sollte. Ein weiterer wichtiger Faktor für die Planung der Lernsequenzen war die Gegebenheit, dass der Lehrstoff bzw. die fachlichen Inhalte der Lernsequenzen den Schülerinnen und Schülern teilweise schon bekannt waren und daher jetzt vor allem die Erarbeitung der Grundvorstellungen in den Vordergrund gerückt ist. Es galt daher die Lernsequenzen vor allem so zu gestalten, dass sie einerseits das bereits Erlernte wiederholen und vertiefen und andererseits genügend Möglichkeiten zur Entwicklung der Grundvorstellungen bieten sollten. Es erschien mir daher als eine gute Möglichkeit zu versuchen, ausgehend von bekannten fachlichen Inhalten mit entsprechenden Impulsfragen und Gruppenaufgaben bei den Schülerinnen und Schülern Gedankenprozesse zu initiieren und anzuregen.

Der Verlauf der vier Lernsequenzen beruht im eigentlichen Sinn auf folgenden strukturellen Merkmalen:

- **Prätest:** Am Beginn jeder Lernsequenz wurden die von den Schülerinnen und Schülern bereits entwickelten Vorstellungen (Präkonzepte) mittels geeigneter Aufgabenstellungen in Form von Fragebögen erhoben.
- **Impulsfragen:** Die Impulsfragen werden an die Schülerinnen und Schüler gerichtet und in Form eines Lehrer-Schüler-Gesprächs näher besprochen. Die Impulsfragen sind so formuliert, dass sie sowohl bereits erlerntes Faktenwissen wieder in Erinnerung rufen als auch Denkprozesse über physikalische Vorgänge und Zusammenhänge anregen sollen.
- **Gruppenaufgaben:** In den Gruppenaufgaben sollen die Schülerinnen und Schüler konkrete theoretische und praktische Aufgabenstellungen in Gruppen bearbeiten und die gewonnenen Erkenntnisse bzw. Ergebnisse präsentieren. Eine mit den Ergebnissen der Gruppenaufgaben verbundene Impulsfrage soll zur Diskussion der unterschiedlichen Erkenntnisse und Formulierung von physikalischen Zusammenhängen und in weiterer Folge zur Entwicklung einer Grundvorstellung führen.

- **Erklärung und Zusammenfassung:** In der abschließenden Phase der Erklärung und Zusammenfassung soll die individuelle Konstruktion bzw. Entwicklung der Grundvorstellung nochmals angeregt und unterstützt werden.
- **Posttest:** Der Posttest beinhaltet im Wesentlichen jene Aufgabenstellungen, die bereits im Prätest behandelt wurden. Diese Gestaltungsform ermöglicht einen Vergleich der Ergebnisse und eventuell eingetretener Veränderungen. Daraus sollen Rückschlüsse auf die Entwicklung bzw. den Aufbau von Grundvorstellungen gezogen werden können. Außerdem wurde der Posttest um eine offen gestellte Anwendungsaufgabe erweitert, die den Schülerinnen und Schülern eine breitere Möglichkeit der Begründung und Interpretation eröffnet. Besonders die Antworten dieser Frage sollen auf das Verständnis bzw. die Fähigkeit zur Anwendung der Grundvorstellungen in Problemsituationen rückschließen lassen.

Im Wesentlichen sind alle vier Lernsequenzen nach diesem dargestellten Grundkonzept aufgebaut und gegliedert. Eine nähere Darstellung jeder einzelnen Sequenz würde den hier möglichen Rahmen sprengen, jedoch befinden sich die einzelnen Sequenzübersichten in genauer Form im Anhang des Berichts.

3.3 Didaktische Überlegungen zum Einsatz der digitalen Medien

Eine wesentliche Zielperspektive des Projektes ist der Zusammenhang zwischen dem Einsatz von digitalen Lernmedien und der Entwicklung bzw. dem Aufbau von Grundvorstellungen. Besonders aber die Auswirkungen des Medieneinsatzes auf die Nachhaltigkeit der Grundvorstellungen soll als weitere Komponente der Zielperspektive untersucht werden.

Warum sollen digitale Medien zum Einsatz kommen?

Digitale Medien (Software, Hardware, Internet,...) sind aus dem Alltag der Schülerinnen und Schüler kaum mehr wegzudenken. Schülerinnen und Schüler kennen den Computer als vielfältiges Gerät, jedoch sehen sie ihn oft vorrangig als Unterhaltungsmedium. Es gilt den Schülerinnen und Schüler daher auch vermehrt die Rolle des Computers als wichtiges Medium zur Unterstützung der Forschung näher zu bringen.

Neben medienerzieherischen Aspekten bieten sich durch den Einsatz von digitalen Medien im Physikunterricht vor allem aber andere Hilfestellungen an. Die Rolle des Experiments im naturwissenschaftlichen Unterricht wird keineswegs in Frage gestellt und der Einsatz von Schülerexperimenten für mich unabdingbar. Das Experiment soll bei den Schülerinnen und Schülern vor allem Gedankenprozesse in Gang setzen, um die dahinterliegenden physikalischen Vorgänge erkennen und verstehen zu lernen. In weiterer Folge sollte es gelingen, aus dem Experiment zur Entwicklung eines physikalischen Modelldenkens zu finden. (vgl. MIKELSKIS, 2006, S. 149 ff)

Das Experiment nimmt zweifelsohne eine wichtige Rolle im Physikunterricht ein und soll bei den Schülerinnen und Schülern die naturwissenschaftliche Denkweise und Erkenntnisgewinnung verstärkt forcieren. Oft erlangen die im Physikunterricht diskutierten Naturgesetze einen unumstößlichen und allgemeingültigen Eindruck, der sich bei genauerer Betrachtung nur auf die Einhaltung streng vorgegebener Bedingungen begrenzt. In vielen Fällen können diese idealen Bedingungen im Experiment nie erreicht werden und die Ergebnisse in ein anderes Licht rücken. Diese Tatsache muss natürlich auch den Schülerinnen und Schülern begrifflich werden. (vgl. MIKELSKIS, 2006, S. 139)

Gerade auf dem Gebiet der Elektrizität stehen diese Probleme bei Schülerexperimenten oft auf dem Tagesplan. Verschiedene oder ungenaue Messgeräte liefern so manches unerwünschte Ergebnis und verfälschen den Blick auf eine vorher abgeleitete Gesetzmäßigkeit. Auch gelingt es mit selbst gebauten Stromkreisen zwar eine Lampe zum Leuchten zu bringen, jedoch bleiben die physikalischen Vorgänge im Stromkreis oft im Verborgenen. Mit Hilfe von computerunterstützten Animationen und Simulationen („Java-Applets“) können physikalische Vorgänge besser visualisiert und damit verknüpfte Zusammenhänge besser veranschaulicht werden.

Digitale Lernmedien bieten vielschichtige Möglichkeiten, um Modellbildungen im Physikunterricht zu unterstützen und komplexe Vorgänge zu veranschaulichen. Der Einsatz der digitalen Medien muss aber vor allem altersadäquat und unter Berücksichtigung folgender Voraussetzungen erfolgen:

- Die Schülerinnen und Schüler müssen mit der Simulation als möglichen Weg zum Erkenntnisgewinn vertraut gemacht werden.
- Die Schülerinnen und Schüler müssen die Ansätze zur Modellbildung nachvollziehen und einfache Modellierungen selbst vornehmen können.
- Die Schülerinnen und Schüler können Simulationen mit realen Prozessen und Vorgängen in Zusammenhang bringen.

Eine Erfüllung dieser Voraussetzungen kann nur durch ein schrittweises und alterskonformes Heranführen erreicht werden. (vgl. MIKELSKIS, 2006, S. 139)

Um die physikalischen Vorgänge in einem elektrischen Stromkreis besser veranschaulichen zu können bzw. verschiedene Simulationen mit unterschiedlichen Voraussetzungen vornehmen zu können, habe ich mich für die Verwendung von „**Java-Applets**“ entschlossen. Im Internet gibt es ein reichhaltiges Angebot an diversen Applets und Animationen, die noch dazu in den meisten Fällen kostenlos zum Download zur Verfügung stehen. Um ein ausgewähltes Applet im Unterricht einsetzen zu können, bedarf es einer guten Vorbereitung und vor allem weitreichenden Auseinandersetzung mit dem Medium von Seiten des Lehrers.

Um den oben genannten Voraussetzungen zum Einsatz digitaler Medien zu entsprechen, habe ich das Applet „**Circuit Construction Kit**“ der University of Colorado (USA) gewählt. Das Applet steht zur kostenlosen Verwendung unter <http://phet.colorado.edu/simulations/translations.php#de> in einer deutschen Version zum Download bereit.

Kurze Beschreibung des „Circuit Construction Kit“

Nach Starten des Applets öffnet sich ein neues Fenster mit der vorgegebenen Benutzeroberfläche. Den Schülerinnen und Schülern stehen die herkömmlichen Bestandteile eines Stromkreises, wie z.B. Schalter, Lämpchen, Kabel, aber auch verschiedene Messgeräte zur Verfügung.

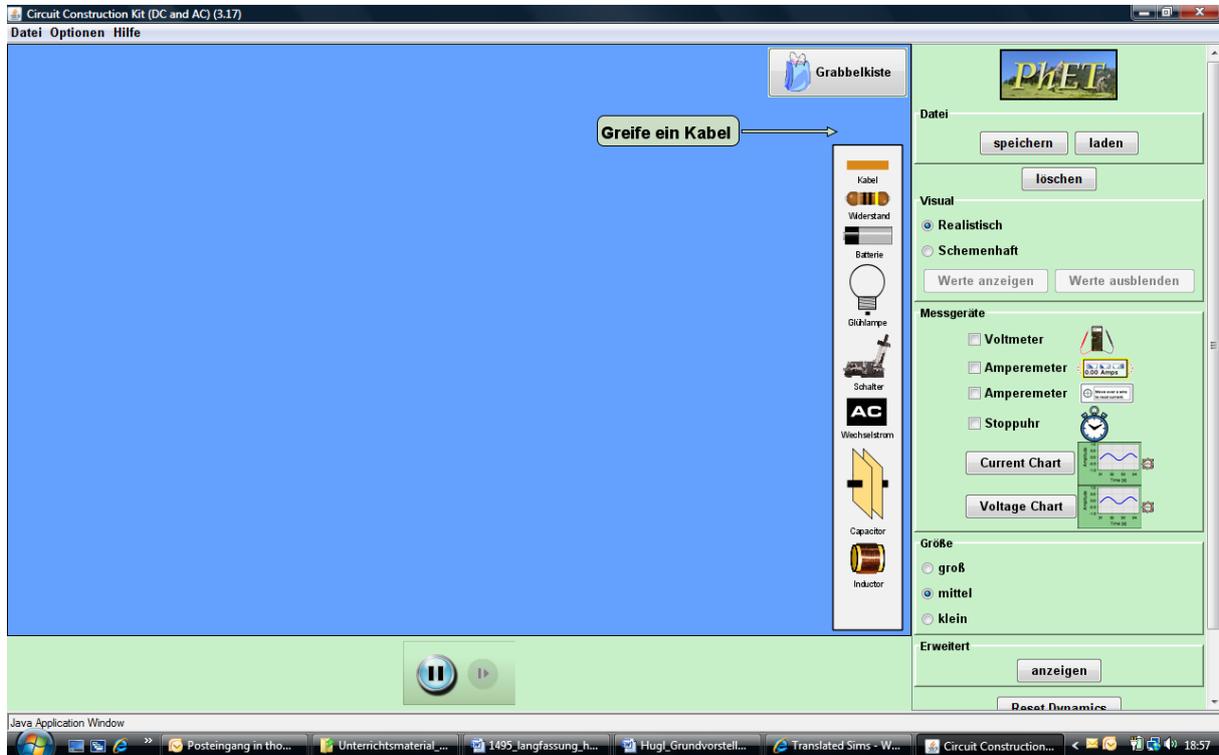


Abbildung 1: Benutzeroberfläche des „Circuit Construction Kit“

Mit den verschiedenen Bauelementen können die Schülerinnen und Schüler nun einfache Stromkreise bauen und diese auf deren Funktion überprüfen. Die Versuchsbedingungen, wie z.B. Veränderung der Spannungsquelle, Anzahl der Verbraucher und Schalter, Art der Schaltung u.a., lassen sich jederzeit und in einfachen Schritten verändern und variieren.

Besonders hervorzuheben ist auch, dass sich der physikalische Vorgang im Stromkreis, nämlich das „Wandern“ bzw. „Schwingen“ der Elektronen, in ansprechender Form visualisieren lässt. Außerdem ist es den Schülerinnen und Schülern möglich, einfache Messungen im Stromkreis mit Hilfe der zur Verfügung stehenden Messgeräte durchzuführen.

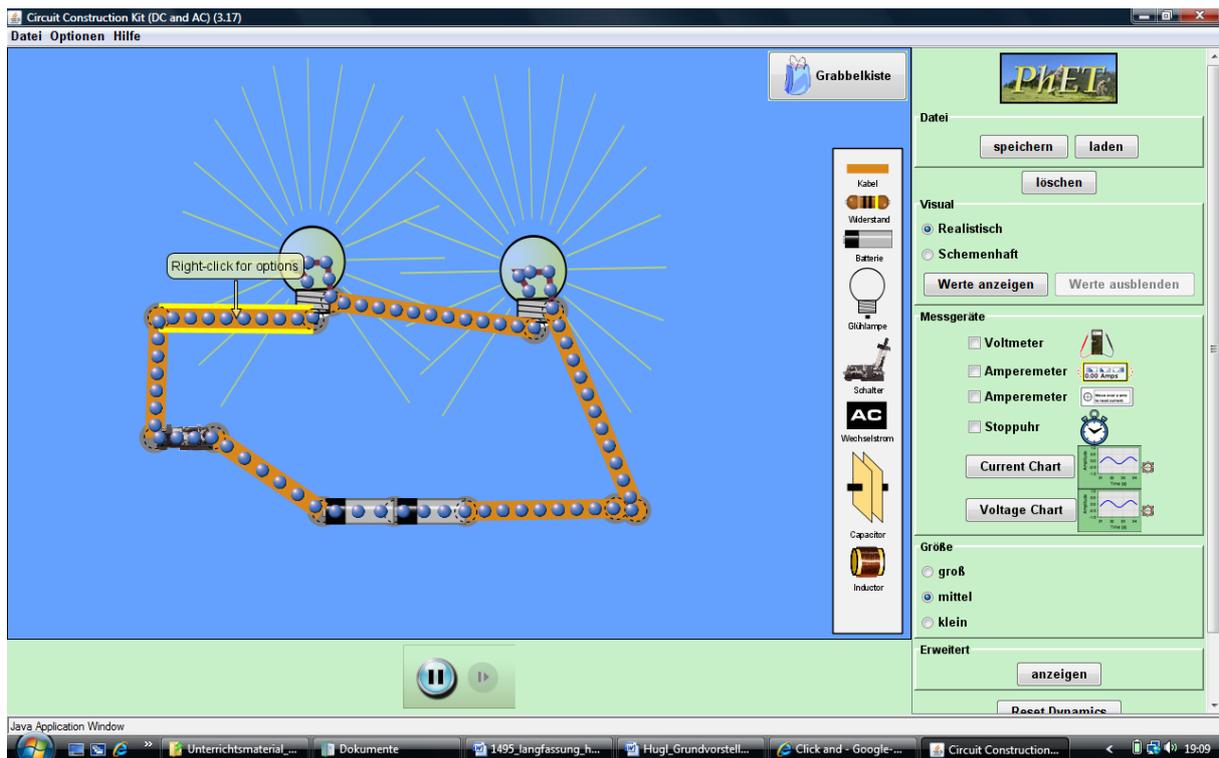


Abbildung 2: Bau eines einfachen Stromkreises mit „Circuit Construction Kit“

Begründung für den Einsatz des „Circuit Construction Kit“

In Orientierung an den von MIKELSKIS aufgestellten Erfüllungskriterien möchte ich den Einsatz des „Circuit Construction Kit“ kurz begründen:

- Die Darstellungen der einzelnen Schalteile sind sehr an den wirklichen Schalteilen, die die Schülerinnen und Schüler aus dem Alltag kennen, angelehnt und erfordern daher kein besonders hohes Abstraktionsniveau durch die Schülerinnen und Schüler. Die Parallele zum Schülerexperiment und die damit verbundene Möglichkeit durch Simulationen zum Erkenntnisgewinn zu gelangen kann dadurch sehr schnell erreicht werden.
- Der Aufbau und die Struktur des Applets eignen sich besonders gut für die Verwendung in den festgelegten Themengebieten, da die Handhabung für die Schülerinnen und Schüler sehr einfach ist und der Zusammenhang der Animation mit den realen Bedingungen leicht erfasst werden kann. Eine zielgerechte Verwendung des Applets in entsprechenden Aufgabenstellungen lädt zur Nachvollziehung von Modellvorgängen ein und fordert die Schülerinnen und Schüler auf, einfache Modellierungen selbst vorzunehmen.
- Die Darstellung vom „Fließen“ bzw. „Schwingen“ der Elektronen ermöglicht eine ideale Visualisierung der physikalischen Vorgänge in einem elektrischen Stromkreis. Das Sichtbarmachen dieser Vorgänge erlaubt den Zusammenhang zwischen Modellierungen und realen Prozessen leichter herzustellen und soll dadurch die Entwicklung von Grundvorstellungen fördern und positiv beeinflussen.

Neben den oben genannten fachdidaktischen Aspekten sprechen auch noch die kostenlose Verfügbarkeit sowie die einfache Installation und Verwendung durch die Schülerinnen und Schüler sowohl in der Schule als auch Zuhause für den Einsatz des Java-Applet „*Circuit Construction Kit*“ der University of Colorado.

Einsatz des „*Circuit Construction Kit*“ in den Lernsequenzen.

Um später geeignete Vergleiche zu erhalten, ob der Einsatz von digitalen Medien die Entwicklung von Grundvorstellungen fördern kann, und daraus mögliche Antworten auf die gestellten Zielfragen zu finden, habe ich mich entschlossen, die Lernsequenzen in den beiden Parallelklassen 4a und 4b jeweils abwechselnd mit dem Einsatz von digitalen Lernmedien zu gestalten. Aus dieser Vorgangsweise wurde daher in einer Klasse immer mit Unterstützung von digitalen Medien gearbeitet, während in der anderen Klasse herkömmliche Möglichkeiten der Veranschaulichung eingesetzt wurden.

	mit Einsatz digitaler Medien	ohne Einsatz digitaler Medien
1. Lernsequenz	4a	4b
2. Lernsequenz	4b	4a
3. Lernsequenz	4a	4b
4. Lernsequenz	4b	4a

4 METHODEN UND ERGEBNISSE

4.1 Datenerhebungen zu Schülervorstellungen

Zu den Schülervorstellungen wurden folgende Datenerhebungen vorgenommen:

- **Prätest:** Der Prätest wurde immer am Beginn einer Lernsequenz durchgeführt und sollte die bereits vorhandenen Präkonzepte der Schülerinnen und Schüler zu den bestimmten Themengebieten erfassen. Die Auswahl der Aufgaben wurde so gewählt, dass sie den vorher definierten Grundvorstellungen angepasst sind. Die Fragestellungen selbst sind aus bereits durchgeführten Vergleichstests zu Schülervorstellungen entnommen.
- **Posttest:** Der Posttest wurde am Ende einer Lernsequenz vorgenommen und sollte eine Veränderung der Schülervorstellungen anzeigen. Im Posttest wurden wieder die Aufgabenstellungen des Prätests verwendet, die aber um eine Anwendungsaufgabe erweitert wurden. Die Anwendungsaufgabe sollte vermehrt das Verständnis bzw. die Umsetzung der entwickelten Grundvorstellung in Problemsituationen in den Mittelpunkt rücken.

Im folgenden Abschnitt möchte ich nun jene Aufgabenstellungen näher vorstellen, bei denen sich interessante Ergebnisse im Prä- bzw. Posttest oder in der Erhebung zur Nachhaltigkeit ergeben haben. Ich möchte daher die jeweiligen Aufgabenstellungen auch hinsichtlich Lernziele, erwarteter Grundvorstellungen und didaktischen Aspekten näher erläutern.

1. Lernsequenz: Elektrischer Stromkreis
--

Lernziel:

- Die Schülerinnen und Schüler sollen die Begriffe „*elektrischer Strom*“ und „*Stromfluss*“ erklären können.

Erwartete Grundvorstellung:

- Die Schülerinnen und Schüler sollen elektrischen Strom als „*in sich geschlossenen Kreislauf*“ erkennen und als Fließen von Elektronen (Gleichstrom) bzw. Schwingen von Elektronen (Wechselstrom) erklären können.

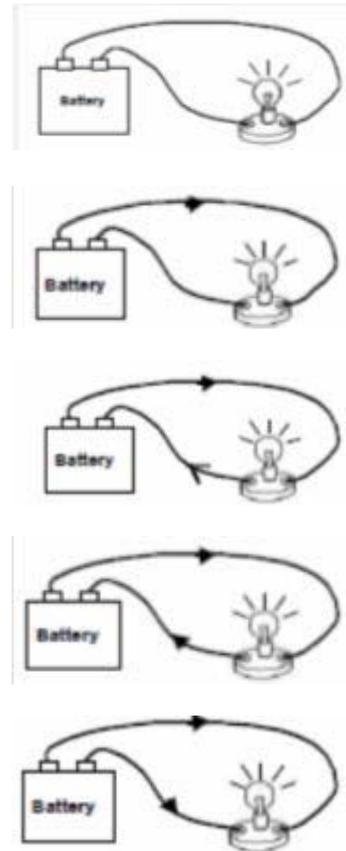
Didaktische Aspekte:

- Die Alltagssprache muss unbedingt in die Erarbeitung eingebunden werden. Gerade Aussagen wie „*Die Batterie ist leer.*“ oder „*Es wurde Strom verbraucht.*“ müssen in Zusammenhang mit der neu gewonnenen Sichtweise geklärt werden.

1) Eine Glühbirne ist mit einer Batterie verbunden. Die Glühbirne leuchtet.

Welche der folgenden Aussagen beschreibt am besten, wie der elektrische Strom im Stromkreis fließt?

- Der elektrische Strom fließt in einem Draht von der Batterie zur Glühlampe. Er wird dort verbraucht. Durch den anderen Draht fließt nichts mehr zurück.
- Der elektrische Strom fließt in einem Draht von der Batterie zur Glühlampe. Er wird dort teilweise verbraucht. Durch den anderen Draht fließt ein geringerer Strom zurück.
- Der elektrische Strom fließt in einem Draht von der Batterie zur Glühlampe. Er wird dort nicht verbraucht und fließt in gleicher Stärke zur Batterie zurück.
- Von der Batterie fließt der Strom auf zwei Wegen zur Glühlampe. Die beiden Ströme treffen sich bei der Glühlampe und erzeugen dort Licht.



In den Erhebungen im Prä- und Posttest ergaben sich folgende Ergebnisse:

Klasse 4a mit Medieneinsatz			
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Prätest	24	6	25,00%

Klasse 4b ohne Medieneinsatz			
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
	19	4	21,05%

	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Posttest	24	19	79,17%

	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
	19	15	78,95%

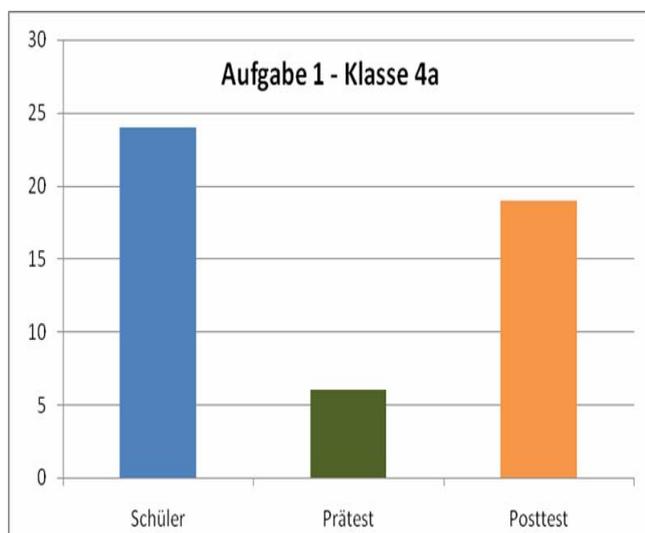


Abbildung 3: Aufgabe 1 - Ergebnisse 4a

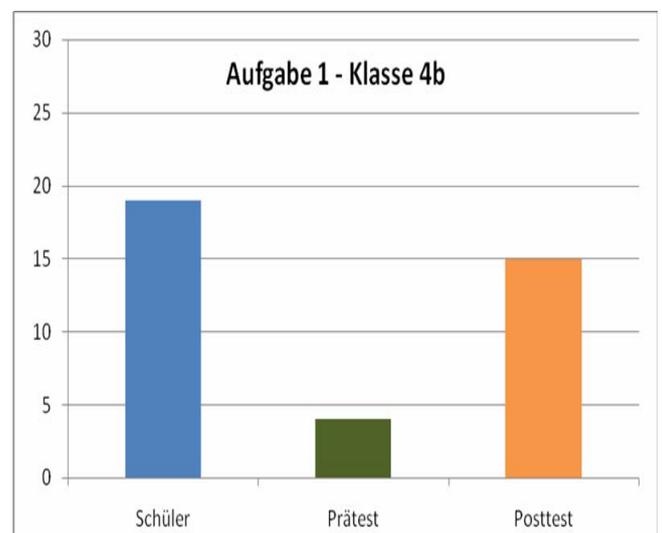


Abbildung 4: Aufgabe 1 - Ergebnisse 4b

Interpretation der Ergebnisse:

Der Prätest hat gezeigt, dass sich die bereits entwickelten Präkonzepte der Schülerinnen und Schüler zu elektrischem Strom, Stromkreisen und Stromverbrauch in die Ergebnisse internationaler Vergleichstests einordnen lassen. (vgl. RHÖNECK in MÜLLER, S. 167 ff) Bei der genauen Durchsicht der Antworten lässt sich erkennen, dass eine Mehrheit der Schülerinnen und Schüler die Vorstellung eines „*teilweisen Stromverbrauchs*“ entwickelt haben und daher Antwort 2 für richtig hielten.

In der Lernsequenz wurde daher versucht, diese Fehlvorstellung abzubauen. Die Ergebnisse des Posttests zeigen, dass es in beiden Klassen bei **fast 80 %** der Schülerinnen und Schüler gelungen ist, die entsprechende Grundvorstellung zu erreichen. Ein Einfluss der digitalen Medien auf die Entwicklung der Grundvorstellung lässt sich nicht erkennen, da sich in beiden Klassen sowohl mit und ohne Medieneinsatz eine nahezu gleiche Entwicklung gezeigt hat.

2. Lernsequenz: Spannung, Stromstärke und Widerstand

Lernziel:

- Die Schülerinnen und Schüler sollen die Begriffe Spannung, Stromstärke und Widerstand erklären können.

Erwartete Grundvorstellung:

- Die Schülerinnen und Schüler sollen Stromstärke als jene Ladungsmenge verstehen, die pro Zeiteinheit durch den Leiterquerschnitt fließt. Der Zusammenhang von durchfließender Ladungsmenge und Leiterquerschnitt soll erkannt werden.

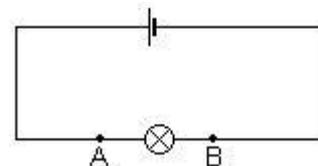
Didaktische Aspekte:

- Der Zusammenhang von Spannung, Stromstärke und Widerstand muss hier soweit geklärt werden, dass den Schülerinnen und Schülern die direkte Abhängigkeit dieser drei Größen klar wird.

4) Die Glühbirne leuchtet.

a) Was kannst du über die Stromstärke bei den Punkten A und B aussagen?

- Die Stromstärke ist bei A größer als bei B.
- Die Stromstärke ist bei B größer als bei A.
- Die Stromstärke ist bei A und bei B gleich groß.



b) Wie erklärst du deine Entscheidung?

- Es fließt im gesamten Stromkreis der gleiche Strom.
- Ein Teil des Stroms wird von der Glühbirne verbraucht.
- Der gesamte Strom wird von der Glühbirne verbraucht.

In den Erhebungen im Prä- und Posttest ergaben sich folgende Ergebnisse:

Klasse 4a ohne Medieneinsatz			
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Prätest	24	14	58,33%
Posttest	24	21	87,50%

Klasse 4b mit Medieneinsatz			
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Prätest	22	18	81,82%
Posttest	22	21	95,45%

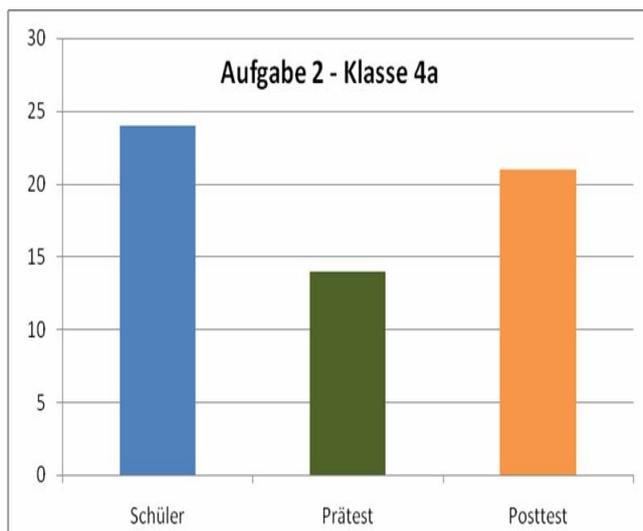


Abbildung 5: Aufgabe 2 - Ergebnisse 4a

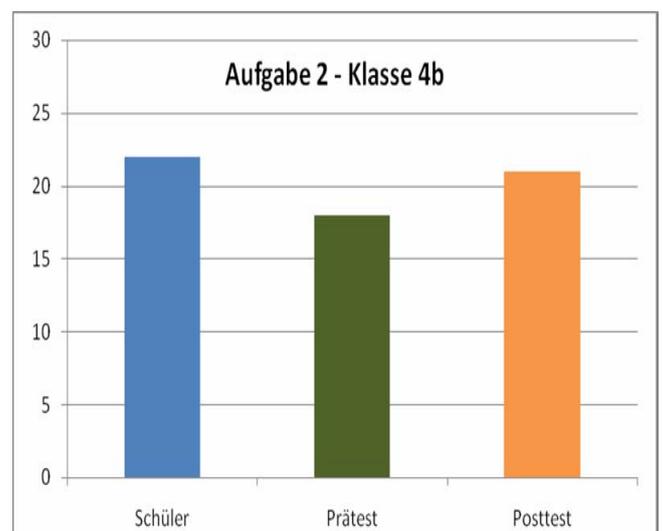


Abbildung 6: Aufgabe 2 - Ergebnisse 4b

Interpretation der Ergebnisse:

Die Aufgabe 4) im Prätest zur 2. Lernsequenz zeigte ein überraschendes Ergebnis. Die Schülerinnen und Schüler haben aus ihren bisherigen Erfahrungen mit physikalischem Unterricht zu einem überwiegenden Teil eine korrekte Vorstellung entwickelt. Waren es in der Klasse 4a **58,33 %** der Schülerinnen und Schüler, beantworteten sogar **81,28 %** der Klasse 4b die Fragestellung richtig.

Die Bearbeitung dieser Grundvorstellung wurde in beiden Klassen auf experimentelle Weise im Gruppenversuch durchgeführt und anschließend besprochen. Während in der 4a auf herkömmliche Weise mit Kabel, Schalter, Lämpchen und Multimeßgeräten gearbeitet wurde, erarbeiteten die Schülerinnen und Schüler der 4b ihre Ergebnisse mit dem Java-Applet.

Es gelang mit beiden Methoden die Grundvorstellung bei den Schülerinnen und Schülern zu verankern sowie erst zu entwickeln. Wie der Posttest zeigte, konnten in der 4a Klasse **87,50 %** und in der 4b Klasse sogar **95,45 %** der Schülerinnen und Schüler die Fragestellung richtig beantworten. Eine besondere Rolle kann ich auch hier den digitalen Medien nicht zuordnen, nachdem der Unterschied zwischen Prä- und Posttest in der 4a am größten ausgefallen ist und in dieser Klasse ohne Medieneinsatz gearbeitet wurde.

3. Lernsequenz: Elektrische Schaltungen und OHMsches Gesetz

Lernziel:

- Die Schülerinnen und Schüler sollen die Eigenschaften einer Serien- und Parallelschaltung erklären können.

Erwartete Grundvorstellung:

- Die Schülerinnen und Schüler sollen sich der Auswirkungen von in Serie bzw. parallel geschalteten Widerständen bewusst werden und die damit möglichen Veränderungen von elektrischer Spannung und Stromstärke erkennen können.

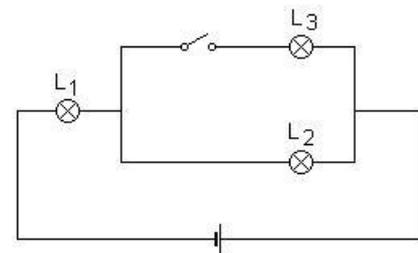
Didaktische Aspekte:

- Ein besonderer Schwerpunkt soll auch das Auffinden von Serien- und Parallelschaltung in Alltagssituationen sein. Die Schülerinnen und Schüler sollen sich über die Anwendungen von Serien- und Parallelschaltungen in Haushalt und Technik bewusst sein und über deren Eigenschaften Bescheid wissen.

3) Im Stromkreis siehst du drei Glühlampen. Der Schalter ist offen; daher leuchtet die Lampe L_3 nicht.

Wie verändert sich die Helligkeit der beiden Lampen L_1 und L_2 , wenn der Schalter geschlossen wird?

- L_1 bleibt gleich hell, L_2 leuchtet schwächer.
- L_1 leuchtet heller, L_2 leuchtet schwächer.
- L_1 und L_2 leuchten nun beide schwächer.
- L_1 und L_2 leuchten nun beide heller.
- L_1 und L_2 leuchten gleich hell wie vorher.



In den Erhebungen im Prä- und Posttest ergaben sich folgende Ergebnisse:

		Klasse 4a mit Medieneinsatz			Klasse 4b ohne Medieneinsatz		
		Schüleranzahl	davon richtig	Prozent	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Prätest		22	1	4,55%	22	5	22,73%
Posttest		22	6	27,27%	22	10	45,45%

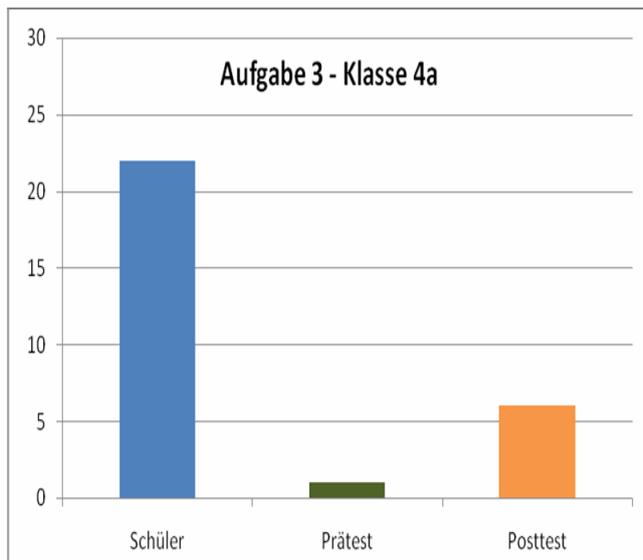


Abbildung 7: Aufgabe 3 - Ergebnisse 4a

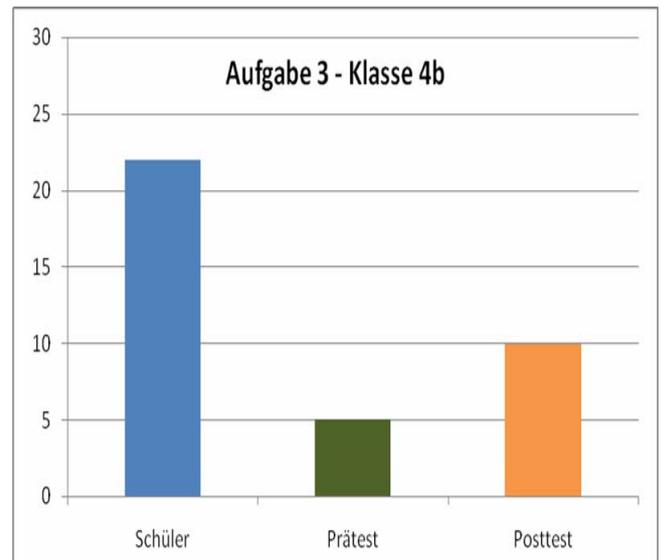


Abbildung 8: Aufgabe 3 - Ergebnisse 4b

Interpretation der Ergebnisse:

Der Prätest zu dieser Aufgabe brachte sehr ernüchternde Ergebnisse. Die Fragestellung konnte insgesamt von nur 6 Schülerinnen und Schülern richtig gelöst werden. Es zeigt, dass die Schülerinnen und Schüler hier eine Fehlvorstellung entwickelt haben, die eine verfälschte Sichtweise auf das Problem wirft. Die Schülerinnen und Schüler sind oft mit dem Aufbau der verschiedenen Schaltungen vertraut, jedoch in keiner Weise mit deren Bedeutungen und Eigenschaften.

In der Lernsequenz wurde daher versucht, diese Fehlvorstellung ab- und eine richtige Grundvorstellung aufzubauen. Dies erfolgte wieder durch Gruppenaufgaben, in denen sich der Erkenntnisgewinn auf Schülerexperimente stützte. Während in der 4a Klasse mit Medienunterstützung gearbeitet wurde, wurden in der 4b Klasse die herkömmlichen Versuchsgeräte verwendet.

Der Posttest zeigte, dass sich das von den Schülerinnen und Schülern entwickelte Präkonzept nur sehr hartnäckig beeinflussen lässt. Obwohl sich in der 4a Klasse die Anzahl der richtigen Antworten versechsfacht hatte, reichte die Dauer der Lernsequenz nicht aus, um verstärkt auf diese Fehlvorstellung einzugehen. In der 4b Klasse hat sich die Anzahl der richtigen Antworten nur verdoppelt, wobei im Vergleich mit der Parallelklasse hier insgesamt mehr Schülerinnen und Schüler die richtige Vorstellung entwickeln konnten. Ob der Einsatz der digitalen Medien in der 4a zu einer höheren Steigerung geführt hat, ist für mich nur sehr vage zu beantworten. Ich denke, dass es sicherlich möglich war, durch den Einsatz der Java-Applets die Gedankenprozesse der Schülerinnen und Schüler positiv zu beeinflussen und sie zum Überlegen anzuregen. Ich würde sagen, dass der Medieneinsatz einen Motivationseffekt hervorgerufen hat, der mit einer Steigerung der Lernbereitschaft einhergegangen ist. Eine Behauptung für diese Vermutung auszustellen, wäre nach diesen einzelnen Ergebnissen meines Erachtens zu gewagt.

4. Lernsequenz: Anwendungsorientierte Aufgaben

Lernziel:

- Die Schülerinnen und Schüler sollen die Begriffe „*elektrischer Strom*“ und „*Stromfluss*“ erklären können.

Erwartete Grundvorstellung:

- Die Schülerinnen und Schüler sollen elektrischen Strom als „*in sich geschlossenen Kreislauf*“ erkennen und als Fließen von Elektronen (Gleichstrom) bzw. Schwingen von Elektronen (Wechselstrom) erklären können.

Didaktische Aspekte:

- Ein besonderer Schwerpunkt soll auch das Auffinden von Serien- und Parallelschaltung in Alltagssituationen sein. Die Schülerinnen und Schüler sollen sich über die Anwendungen von Serien- und Parallelschaltungen in Haushalt und Technik bewusst sein und über deren Eigenschaften bescheid wissen.

2) Im Alltag spricht man vom „*Stromverbrauch*“. Auch auf der Stromrechnung findet man den Begriff.

Was versteht man unter dem Alltagsbegriff „*Stromverbrauch*“ in der Physik. – Kreuze an!

- Der Stromverbrauch gibt an, wie viel Strom eine Lampe/ein Elektrogerät während seiner Betriebsdauer verbraucht hat.
- Der Stromverbrauch gibt an, wie viel Spannungsabfall beim Betrieb eines Verbrauchers pro Sekunde eingetreten ist.
- Der Stromverbrauch gibt jene Menge an elektrischer Energie an, die beim Betrieb eines Verbrauchers in eine andere Energieform umgewandelt wurde.
- Der Stromverbrauch misst den Unterschied der Stromstärke vor bzw. nach dem Verbraucher.

In den Erhebungen im Prä- und Posttest ergaben sich folgende Ergebnisse:

		Klasse 4a ohne Medieneinsatz			Klasse 4b mit Medieneinsatz		
		Schüleranzahl	davon richtig	Prozent	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Prätest		23	14	60,87%	23	9	39,13%
Posttest		23	22	95,65%	23	21	91,30%

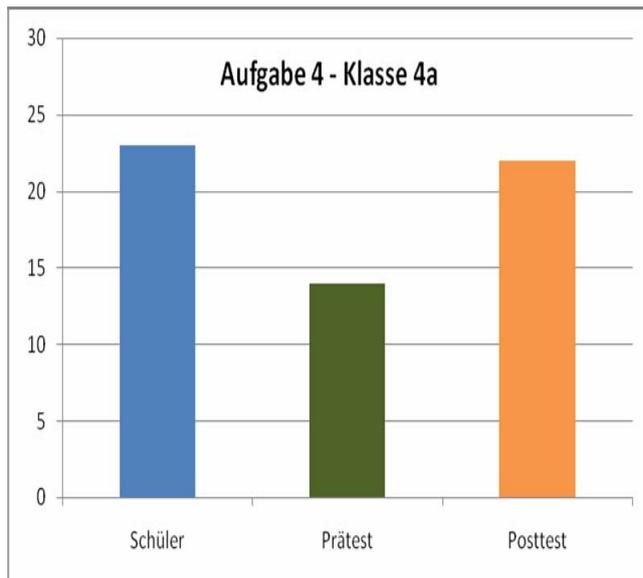


Abbildung 9: Aufgabe 4 - Ergebnisse 4a

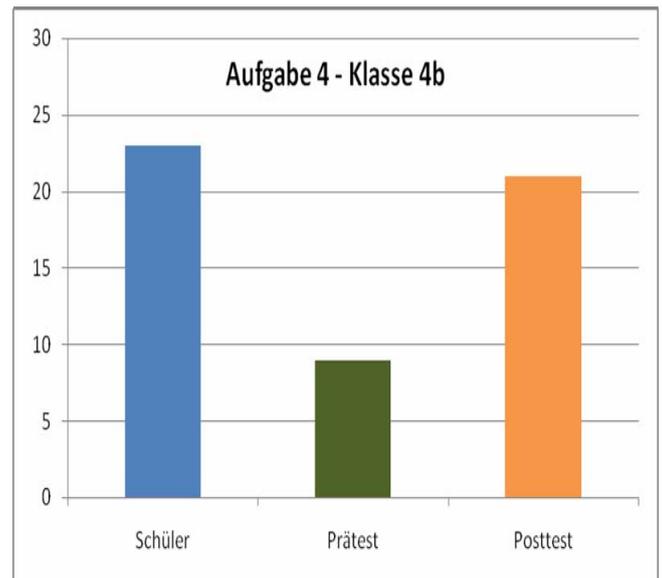


Abbildung 10: Aufgabe 4 – Ergebnisse 4b

Interpretation der Ergebnisse:

In den Prätests zeigten sich wieder interessante Unterschiede zwischen den beiden Klassen. Während in der 4a Klasse **mehr als 60 %** die Fragestellung richtig bearbeiteten, lag der Vergleichswert in der 4b bei **nur ca. 40 %**.

Eine Ursache für dieses Ergebnis könnte der Methode der Erarbeitung des Begriffs „Stromverbrauch“ liegen. Der Begriff „Stromverbrauch“ wurde in der 4a Klasse in einer vorhergegangenen Lernsequenz mit Medienunterstützung erarbeitet, also mit Einsatz des animierten Computermodells vom elektrischen Stromkreis. In der 4b Klasse wurde jedoch versucht, mit Hilfe eines statischen Modells (Abbildung) diesen Begriff zu erarbeiten. Es liegt daher die Vermutung nahe, dass der Einsatz der Computeranimation zu einem nachhaltigen Aufbau der Grundvorstellung geführt hat.

Besondere Aussagekraft stellen jedoch die Ergebnisse der Posttests im Vergleich dar. Obwohl der Zuwachs in der 4a Klasse nicht unbedeutend ist, konnte jedoch die Zahl der richtigen Antworten in der 4b Klasse mehr als verdoppelt werden. Wenn ich nun die Situation bzw. die Ergebnisse des Prätests der 4a Klasse hernehme, in der „Stromverbrauch“ medienunterstützt erarbeitet wurde, lässt sich ein Einfluss der Medien nicht verneinen.

Die Ergebnisse im Vergleich zeigen, dass es mit Hilfe der Medien, genauer gesagt des Einsatzes des animierten Computermodells (Java-Applet) gelungen ist, die Vorgänge in einem elektrischen Stromkreis besser zu visualisieren. Damit geht auch das Verständnis für „Stromverbrauch“ einher, wo dem Wort „Verbrauch“ meist eine falsch verstandene Bedeutung zugemessen wird. Die Begriffsabstraktion zwischen „Stromverbrauch“ und „Umwandlung elektrischer Energie“ scheint hier in beiden Klassen mit dem Einsatz des digitalen Mediums gelungen und vor allem nachhaltig verankert worden zu sein.

4.2 Datenerhebungen zur Arbeit in den Lernsequenzen

In der Abschlussevaluation, die nach Beendigung der vier Lernsequenzen durchgeführt wurde, beantworteten die Schülerinnen und Schüler vor allem Fragen zu Unterricht und Lernen in Physik, ihre Einschätzung für das Verstehen von physikalischen Vorgängen und Zusammenhängen, ihr Interesse für Elektrizität, der Gestaltung der Lernsequenzen sowie ihrer Arbeit mit den Aufgabenstellungen. Wichtig erschien mir auch die Einschätzung ihres Lernprozesses bzw. ihrer gewonnenen Sichtweise, die sich durch die Arbeit am IMST-Projekt ergeben hatte.

Hier eine kleine Auswahl der Fragen und Ergebnisse:

		sehr zutreffend	zutreffend	wenig zutref- fend	nicht zutref- fend
1)	Physik interessiert mich im Allgemeinen sehr.	13,33 %	35,56 %	28,89 %	22,20 %
2)	Der Physikunterricht ist sehr interessant gestaltet.	42,22 %	42,22 %	13,33 %	2,22 %
3)	Der Physikunterricht ist sehr abwechslungsreich.	77,78 %	20,00 %	2,22 %	0,00 %
4)	Ich habe zum Thema „Elektrizität“ schon aus dem Unterricht der 3. Klasse viel gewusst.	6,67 %	20,00 %	51,11 %	22,22 %
5)	Ich glaube zum Thema „Elektrizität“ viel Neues dazugelernt zu haben.	48,89 %	37,78 %	13,33 %	0,00 %
6)	Die 4 Lernsequenzen im Rahmen des IMST-Projekts haben mir sehr gut gefallen.	31,11 %	37,78 %	22,22 %	8,89 %
7)	Ich glaube in den vergangenen 4 Lernsequenzen viel Neues dazugelernt zu haben.	33,33 %	44,44 %	13,33 %	8,89 %
8)	Ich glaube, dass ich meine Vorstellungen zu elektrischen Phänomenen verbessern konnte.	24,44 %	51,11 %	15,56 %	4,44 %
9)	Die Lernsequenzen waren gut aufgebaut und interessant gestaltet.	48,89 %	33,33 %	17,78 %	0,00 %
10)	Ich glaube, dass ich beim selbstständigen Arbeiten und Experimentieren mehr lerne als durch bloßes Zuhören.	57,78 %	28,89 %	11,11 %	2,22 %
11)	Die animierten Computermodelle interessieren mich sehr.	55,56 %	31,11 %	13,33 %	0,00 %
12)	Das selbstständige Arbeiten mit den Computermodellen hat mich interessiert und angesprochen.	55,56 %	35,56 %	8,89 %	0,00 %
13)	Ich habe das Gefühl, dass sich mein Interesse an Physik nach der Arbeit mit den Computermodellen verstärkt hat.	26,67 %	33,33 %	33,33 %	6,67 %
14)	Ich glaube, dass ich durch die Lernsequenzen viel profitieren konnte und eine neue Sichtweise bezüglich Physik gewinnen konnte.	17,78 %	55,56 %	17,78 %	8,89 %

Interpretation der Ergebnisse:

Diese Befragung erschloss für mich folgende Aspekte:

- Das **allgemeine Interesse für Physik** liegt im mittleren Bereich, wobei sich keine großen Schwankungen nach oben oder unten erkennen lassen. Besonders auffallend ist aber, dass die Schülerinnen und Schüler den Physikunterricht als sehr interessant und abwechslungsreich erleben und beurteilen. Die Frage inwieweit interessanter Physikunterricht mit Interesse an Physik zusammenhängt wäre sicher spannend, kann jedoch hier leider nicht geklärt werden.
- Die Schülerinnen und Schüler schätzen ihr **Vorwissen zur Elektrizität** aus dem Unterricht der 3. Klasse als sehr gering ein. Außerdem bezeichnen sie ihren Wissenszuwachs durch die IMST-Lernsequenzen als hoch und stellen der Gestaltung der Lernsequenzen insgesamt eine sehr positive Beurteilung aus.
- Auffallend ist auch die hohe Einschätzung der Schülerinnen und Schülern hinsichtlich des **selbstständigen Lernens, Arbeitens und Experimentierens**. Ein Großteil der Befragten sieht klare Vorteile im selbstständigen Lernen und hat das Gefühl, dabei mehr zu lernen als durch einfaches Zuhören.
- Das Interesse und die Motivation am Arbeiten mit den Computermodellen sind insgesamt sehr hoch. Die Schülerinnen und Schüler finden das Arbeiten mit den Java-Applets als sehr produktiven Beitrag für den eigenen Lernprozess. Außerdem übt, einer Mehrheit der Schülerinnen und Schüler zufolge, das Arbeiten am Computer einen positiven **Einfluss auf die Steigerung ihres Interesses** am Fach Physik selbst aus.
- Ein überwiegender Teil der Schülerinnen und Schüler gibt auch an, durch die IMST-Lernsequenzen und in weiterer Folge durch den Einsatz des Computers eine **neue Sichtweise** in Bezug auf Physik erlangt zu haben.

Die Ergebnisse der Befragung haben viele Details aufgezeigt, die hier nicht alle erläutert werden können. Die oben dargestellten Aspekte sollen nur einen kleinen Einblick liefern, dessen weiterführende Konsequenzen in den Schlussfolgerungen in einen engeren Zusammenhang gebracht werden.

4.3 Datenerhebungen zur Nachhaltigkeit der Grundvorstellungen

Die Datenerhebung zur Nachhaltigkeit der Grundvorstellungen wurde ca. 2 Monate nach Abschluss der letzten Lernsequenz durchgeführt. In der Befragung wurden jene Aufgaben gestellt, die bereits im Kapitel 4.1 näher dargestellt sind.

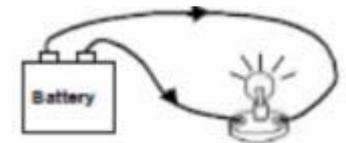
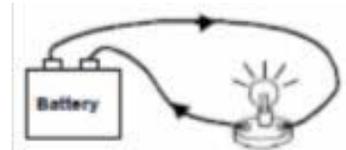
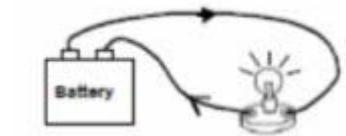
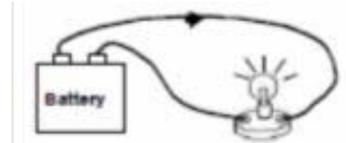
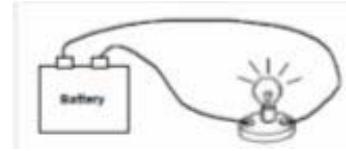
Einige Ergebnisse der Datenerhebung zur Nachhaltigkeit der Grundvorstellungen sollen im folgenden Überblick dargestellt werden:

1. Lernsequenz: Elektrischer Stromkreis

1) Eine Glühbirne ist mit einer Batterie verbunden. Die Glühbirne leuchtet.

Welche der folgenden Aussagen beschreibt am besten, wie der elektrische Strom im Stromkreis fließt?

- Der elektrische Strom fließt in einem Draht von der Batterie zur Glühlampe. Er wird dort verbraucht. Durch den anderen Draht fließt nichts mehr zurück.
- Der elektrische Strom fließt in einem Draht von der Batterie zur Glühlampe. Er wird dort teilweise verbraucht. Durch den anderen Draht fließt ein geringerer Strom zurück.
- Der elektrische Strom fließt in einem Draht von der Batterie zur Glühlampe. Er wird dort nicht verbraucht und fließt in gleicher Stärke zur Batterie zurück.
- Von der Batterie fließt der Strom auf zwei Wegen zur Glühlampe. Die beiden Ströme treffen sich bei der Glühlampe und erzeugen dort Licht.



	Klasse 4a mit Medieneinsatz		
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Prätest	24	6	25,00%
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Posttest	24	19	79,17%
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Nachhaltigkeit	21	16	76,19%

	Klasse 4b ohne Medieneinsatz		
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Prätest	19	4	21,05%
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Posttest	19	15	78,95%
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Nachhaltigkeit	23	16	69,57%

Interpretation der Ergebnisse:

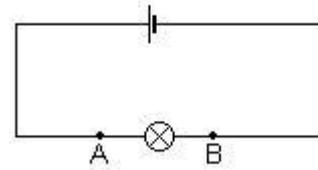
Die erarbeitete Grundvorstellung zum elektrischen Stromkreis konnte bei den Schülerinnen und Schülern nachhaltig verankert werden. Der Unterschied zwischen den beiden Parallelklassen ist jedoch schwindend, weshalb ich dem Einsatz des Computermodells keine bedeutende bzw. beeinflussende Rolle zuerkennen kann.

2. Lernsequenz: Spannung, Stromstärke und Widerstand

4) Die Glühbirne leuchtet.

a) Was kannst du über die Stromstärke bei den Punkten A und B aussagen?

- Die Stromstärke ist bei A größer als bei B.
- Die Stromstärke ist bei B größer als bei A.
- Die Stromstärke ist bei A und bei B gleich groß.



b) Wie erklärst du deine Entscheidung?

- Es fließt im gesamten Stromkreis der gleiche Strom.
- Ein Teil des Stroms wird von der Glühbirne verbraucht.
- Der gesamte Strom wird von der Glühbirne verbraucht.

	Klasse 4a ohne Medieneinsatz			Klasse 4b mit Medieneinsatz		
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Prätest	24	14	58,33%	22	18	81,82%
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Posttest	24	21	87,50%	22	21	95,45%
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Nachhaltigkeit	21	18	85,71%	23	18	78,26%

Interpretation der Ergebnisse:

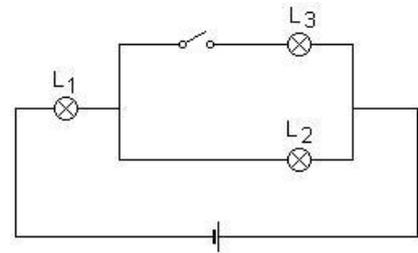
Ausgehend von den hohen Ergebnissen in den Prä- und Posttests konnte auch hier eine bleibende Nachhaltigkeit erzielt werden. Der Einsatz der neuen Medien lässt auch hier keine eindeutigen Schlüsse zu, nachdem die Ergebnisse keinen großen Vergleichsraum zulassen. Man stellt auch fest, dass in der 4b Klasse, wo mit Medienunterstützung gearbeitet wurde, der Wert der Nachhaltigkeit sogar wesentlich geringer ausfiel als nach dem entsprechenden Posttest. Ein Zusammenhang zwischen Medieneinsatz und Nachhaltigkeit wäre für mich zu weit gegriffen.

3. Lernsequenz: Elektrische Schaltungen und OHMSches Gesetz

3) Im Stromkreis siehst du drei Glühlampen. Der Schalter ist offen; daher leuchtet die Lampe L_3 nicht.

Wie verändert sich die Helligkeit der beiden Lampen L_1 und L_2 , wenn der Schalter geschlossen wird?

- L_1 bleibt gleich hell, L_2 leuchtet schwächer.
- L_1 leuchtet heller, L_2 leuchtet schwächer.
- L_1 und L_2 leuchten nun beide schwächer.
- L_1 und L_2 leuchten nun beide heller.
- L_1 und L_2 leuchten gleich hell wie vorher.



	Klasse 4a mit Medieneinsatz		
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Prätest	22	1	4,55%
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Posttest	22	6	27,27%
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Nachhaltigkeit	21	6	28,57%

	Klasse 4b ohne Medieneinsatz		
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Prätest	22	5	22,73%
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Posttest	22	10	45,45%
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Nachhaltigkeit	23	3	13,04%

Interpretation der Ergebnisse:

Die interessantesten Ergebnisse liefert diese Aufgabe. Es scheint so, dass es gelungen ist, die Grundvorstellung bei den sechs Schülerinnen und Schülern der 4a Klasse nachhaltig zu entwickeln. Der Vergleich zwischen Posttest und Test zur Nachhaltigkeit zeigt dies ganz deutlich. Nachdem die Grundvorstellung in der 4a medienunterstützt erarbeitet wurde, eröffnet sich ein Zusammenhang zwischen Medieneinsatz und Nachhaltigkeit. Scheinbar konnte das Computermodell helfen, die physikalischen Vorgänge in der Schaltung bzw. deren Auswirkung deutlicher darzustellen.

Die Nachhaltigkeit der Grundvorstellung zeigte in der 4b nur wenig Erfolg. Hier fiel das Ergebnis der Nachhaltigkeitsbefragung sogar noch unter jenes des Prätests. Es liegt hier der Verdacht nahe, dass aufgrund der Ergebnisse aus den Schülerversuchen eine Fehlvorstellung verstärkt bzw. aufgebaut wurde. Die Arbeit mit den herkömmlichen Versuchsgaräten bringt im Bereich der elektrischen Schaltungen oftmals Probleme mit sich, weil die Verwendung von gleichen Bauteilen erforderlich ist. Es kommt daher oft zu falschen Ergebnissen, die zur Entwicklung eines fehlerhaften Verständnisses führen können.

4. Lernsequenz: Anwendungsorientierte Aufgaben

2) Im Alltag spricht man vom „Stromverbrauch“. Auch auf der Stromrechnung findet man den Begriff.

Was versteht man unter dem Alltagsbegriff „Stromverbrauch“ in der Physik. – Kreuze an!

- Der Stromverbrauch gibt an, wie viel Strom eine Lampe/ein Elektrogerät während seiner Betriebsdauer verbraucht hat.
- Der Stromverbrauch gibt an, wie viel Spannungsabfall beim Betrieb eines Verbrauchers pro Sekunde eingetreten ist.
- Der Stromverbrauch gibt jene Menge an elektrischer Energie an, die beim Betrieb eines Verbrauchers in eine andere Energieform umgewandelt wurde.
- Der Stromverbrauch misst den Unterschied der Stromstärke vor bzw. nach dem Verbraucher.

	Klasse 4a ohne Medieneinsatz			Klasse 4b mit Medieneinsatz		
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Prätest	23	14	60,87%	23	9	39,13%
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Posttest	23	22	95,65%	23	21	91,30%
	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent	Schüleranzahl	davon richtig	Prozent
Nachhaltigkeit	21	13	61,90%	23	11	47,83%

Interpretation der Ergebnisse:

Eine Nachhaltigkeit der Grundvorstellung vom „Stromverbrauch“ konnte in beiden Klassen nur bedingt erzielt werden. Wichtig ist hier vor allem der Zusammenhang, dass der Begriff in der 4b Klasse mit neuen Medien erarbeitet wurde und in der 4a Klasse auf herkömmliche Art mit einem statischen Modell erfolgte. Weniger zufriedenstellend ist aber die Tatsache, dass die Werte der Nachhaltigkeitsuntersuchung deutlich unter jenen der Posttests liegen und daher keine deutlichen Vergleiche ermöglichen.

Einer näheren Auseinandersetzung mit den Ergebnissen und den daraus resultierenden Konsequenzen möchte ich mich im folgenden Kapitel widmen.

5 SCHLUSSFOLGERUNGEN, ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

5.1 Umgang der Schülerinnen und Schüler mit digitalen Medien

Das allgemeine Interesse der Schülerinnen und Schüler an der Arbeit mit digitalen Medien ist groß, was sich auch in der Abschlussevaluation gezeigt hat. Die Schülerinnen und Schüler finden die Arbeit mit den Java-Applets spannend und geben auch an, dass sie durch das Lernen mit den Computermodellen physikalische Vorgänge besser verstehen und eine neue Sichtweise betreffend Physik erlangen konnten.

Aus der Beobachtung in den Lernsequenzen hat sich gezeigt, dass die Schülerinnen und Schüler die vermehrten Möglichkeiten der animierten Modelle ausnutzen und somit auch ihre Denk- und Lernprozesse anregen. Das Lernen am Computer eröffnet verschiedene Wege und Möglichkeiten, wie z.B. Kurzschlüsse, Durchbrennen von Lampen u.a., die im realen Experiment nur bedingt durch hohen Materialausfall möglich wären. In den Lernsequenzen mit Medieneinsatz konnte man eine erhöhte Aufmerksamkeit sowie eine intensivere Auseinandersetzung mit den Aufgabenstellungen erkennen, was sich durch die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der Java-Applets ergibt.

Um einen produktiven Umgang mit den digitalen Lernmedien zu ermöglichen bzw. einen ergebnisorientierten Lernprozess zu eröffnen, muss der Einsatz der Medien didaktisch gut überlegt und vorbereitet werden. Zunächst müssen die Schülerinnen und Schüler mit dem Aufbau bzw. der Struktur der Medien vertraut gemacht werden und damit umgehen lernen, besonders wenn es viele Einsatzmöglichkeiten und Bedienungsschritte gibt. Klar festgelegte Lernziele mit konkreten Aufgabenstellungen müssen die Ausgangsposition für die Unterrichtsarbeit darstellen, um das selbstständige Lernen und Arbeiten zu ermöglichen. Ein einfaches Herumhantieren mit den Medien hat keinerlei Sinn oder Bedeutung für den Lernprozess, sondern verfällt nach sehr kurzer Zeit in ein nutzloses Tun, das jeglichen Reiz verliert.

Die gute Vorbereitung der Lernsequenzen hinsichtlich klar abgegrenzter Themenbereiche, Lernziele und Arbeitsaufgaben initiierte bei den Schülerinnen und Schülern interessante und vor allem produktive Lernprozesse und eröffnete mir als Lehrer neue Erfahrungen und Eindrücke methodischen Arbeitens und Handelns.

5.2 Einfluss digitaler Medien auf die Entwicklung von Grundvorstellungen

Der Einfluss digitaler Medien auf die Entwicklung von Grundvorstellungen lässt sich nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen und unterrichtlichen Erfahrungen nicht eindeutig klären. In Orientierung an die am Beginn des Projektes festgelegten Forschungsfragen ergeben sich für mich folgende gedankliche Aspekte:

- ***Können digitale Medien zum Aufbau und zur Entwicklung von Grundvorstellungen beitragen bzw. können diese den Abbau von Fehlvorstellungen unterstützen?***

Der Einsatz digitaler Medien eröffnet den Schülerinnen und Schülern zusätzliche Möglichkeiten des Experimentierens, die im herkömmlichen Schülerversuch nur eingeschränkt möglich sind. Dadurch werden neue Denk- und Lernprozesse bei den Schülerinnen und Schülern angeregt, die vor allem für das bessere Verstehen von Zusammenhängen von Bedeutung sein können. Bestätigt werden kann der Einfluss des animierten Computermodells auf jeden Fall bei der Erarbeitung der physikalischen Vorgänge im elektrischen Stromkreis. Hier konnte durch die Visualisierung der Elektronenwanderung bzw. Elektronenschwingung eine nachhaltige Grundvorstellung entwickelt werden. In diesem Zusammenhang zeigte sich auch bei der medienunterstützten Erarbeitung der Grundvorstellung zum „Stromverbrauch“ eine verbesserte Nachhaltigkeit.

Bei den Grundvorstellungen zu den elektrischen Schaltungen zeigte sich auch, dass es durch die Medienunterstützung gelungen ist eine Fehlvorstellung abzubauen, während in der Vergleichsgruppe durch die Arbeit mit den herkömmlichen Versuchsmaterialien der Aufbau einer Fehlvorstellung teilweise unterstützt wurde. Gerade bei der Arbeit an elektrischen Schaltungen bringen herkömmliche Versuchsmaterialien unklare Ergebnisse, die zu falschen Begriffsbildungen und Zusammenhängen führen können.

Digitalen Medien die Rolle als „Universallehrmittel“ der heutigen Zeit einzuräumen wäre meiner Ansicht genau so falsch, wie sie überhaupt zu ignorieren. Ich bin davon überzeugt, dass der gezielte und didaktisch sinnvolle Einsatz der digitalen Medien im Unterricht den Aufbau von Grundvorstellungen fördern und eventuelle Fehlvorstellungen abbauen helfen kann, jedoch immer unter dem Gesichtspunkt eines sinnvollen Gebrauchs. Ich halte Schülerversuche für wichtig und denke mir, dass es sinnvoll wäre, diese durch geeignete computerunterstützte Methoden zu ergänzen.

- ***Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Einsatz digitaler Medien und der Nachhaltigkeit der entwickelten Grundvorstellungen?***

Der Zusammenhang lässt sich teilweise erkennen, jedoch erscheint er mir nicht deutlich genug. Es hat sich gezeigt, dass die Nachhaltigkeit bei den Grundvorstellungen zum elektrischen Stromkreis oder Stromverbrauch, aber auch bei den elektrischen Schaltungen in erhöhtem Maße verwirklichen ließ, jedoch kam es zu keinen signifikanten Unterschieden. Es wäre sicherlich sinnvoll, den Abstand zwischen dem Abschluss der Lernsequenzen und der Abschlusstestung zur Nachhaltigkeit länger zu gestalten und so vielleicht deutlichere Unterschiede erkennen zu können.

Der Einfluss der digitalen Medien auf die Entwicklung der Grundvorstellungen hat sicherlich keine unwesentliche Bedeutung, jedoch konnten einige Grundvorstellungen auch ohne Medieneinsatz nachhaltig verankert werden. Um eine konkreten Antwort zu finden, würde es wohl noch einiger Forschungen bedürfen.

5.3 Chancen und Möglichkeiten des Einsatzes der digitalen Medien

Meinem Erachten nach eröffnen sich für den Physikunterricht folgenden Chancen und Möglichkeiten für den Einsatz digitaler Medien:

- **Einsatz digitaler Medien als „Add-On“ zum herkömmlichen Schülerexperiment:** Computerunterstützte Software bzw. Java-Applets bieten erweiterte Möglichkeiten des Experimentierens, die sich durch die herkömmlichen Versuchsgeschäfte nicht umsetzen ließen. Das Schülerexperiment darf aber nicht gänzlich durch das Computereperiment abgelöst werden, sondern muss eine sinnvolle Ergänzung erfahren. Außerdem sollen die Schülerinnen und Schüler auch die Arbeitsweise der modernen Naturwissenschaften, die sich vielfach auf Computermodelle stützt, kennen lernen.
- **Digitale Medien als Möglichkeit für verstärkte Individualisierung und Differenzierung in selbstständigen Lernphasen:** Digitale Medien können als Impuls neue Denk- und Arbeitsprozesse initiieren und somit zu verstärkten individualisierten und differenzierten Lernprozesse beitragen. Die Medien erlauben vielfältige Verwendungsmöglichkeiten und lassen Spielraum für interessante Problemstellungen und kreative Lösungsideen.
- **Einsatz digitaler Medien als Möglichkeit zur verstärkten Visualisierung physikalischer Vorgänge und Zusammenhänge:** Durch die Möglichkeiten einer verbesserten Visualisierung von Abläufen und Prozessen erlangen die digitalen Medien eine wichtige Rolle im lehrer- und schülerzentrierten Unterricht. Physikalische Vorgänge können besser veranschaulicht werden und so zu einem besseren Verständnis für physikalisch-mathematische Zusammenhänge beitragen.

Die Chancen und Möglichkeiten der digitalen Medien sind vielfältig, jedoch nur unter der Voraussetzung einer zielführenden und didaktisch überlegten Verwendung.

5.4 Ausblick und weiterführende Perspektiven

Viele neue Ideen, Erkenntnisse und Erfahrungen sowie interessante Momente und Situationen begleiteten dieses IMST-Projekt. Von der ersten Planungsphase bis zum jetzt fertigen Endbericht ist viel Zeit vergangen, die meinem Erachten nach, eine sehr wertvolle und vor allem gewinnbringende war.

Die Auseinandersetzung mit der Entwicklung von Grundvorstellungen erforderte ein sehr tiefes Eintauchen in Theorie und Praxis. Der Weg dahin war steil und vor allem steinig, galt es doch in der Literatur zu recherchieren, die Lehrpläne zu durchforsten, Inhalte abzuwägen und zu vergleichen und schließlich auch ans Ziel zu gelangen. Die mageren Erkenntnisse dieser Arbeit führten zum Einschlagen einer neuen Richtung, die meiner Meinung nach eine für mich individuelle war. Auf der Basis von festgelegten Lernzielen ging ich an die Ausformulierung von Grundvorstellungen, die einerseits klar abgegrenzt und andererseits fachlich richtig definiert werden mussten. Obwohl dieser Weg viel Zeit und Überlegungen erforderte, wurde ich mir vieler neuer Aspekte bewusst, die für meine weitere Unterrichtsarbeit wertvoll und wichtig sein werden. In die Planung der Lernsequenzen den Einsatz neuer Medien einzubinden, die damit verbundenen Datenerhebungen vorzubereiten und didaktische Überlegungen anzugehen hatten eine Auseinandersetzung mit Unterricht zufolge, die intensiver nicht sein hätte können.

Wenn sich aber auch das Projekt dem Ende zuneigt, so werden die gedanklichen Überlegungen mich noch länger begleiten. Die intensive Auseinandersetzung mit der Thematik Grundvorstellungen und neue Medien haben mir deutlich gemacht, dass ich als Lehrer bei der Gestaltung des Unterrichts vermehrt auf die Präkonzepte der Schülerinnen und Schüler eingehen sollte. Durch das Projekt sind mir viele Überlegungen bzw. Zusammenhänge bewusst geworden, auf die ich bisher eher wenig geachtet habe. Ich glaube aber auch, dass es für die Schülerinnen und Schüler eine besonders neue und vor allem interessante Erfahrung war, sich mit dieser Thematik zu beschäftigen und in neue Gedankenprozesse verwickelt zu werden.

Zusammenfassend sehe ich die Arbeiten des gesamten Projekts, von der Planung und Vorbereitung über die Gestaltung der Lernsequenzen, der Auswertungen und das Verfassen des Endberichts als für mich unersetzbar, grundlegende und zukunftsorientierte Bereicherung an. Ich bedanke mich beim Betreuungsteam des Schwerpunkts 2 „Grundbildung und Standards“, vor allem aber bei Frau Mag. Notburga Grosser für die Unterstützung und Betreuung.

Die Auseinandersetzung mit der Entwicklung von Grundvorstellungen und die damit verbundene Rolle des Einsatzes digitaler Medien als Herausforderung zu sehen wäre übertrieben, erfordert es doch einfach nur Mut und Bereitschaft zur Weiterentwicklung des Unterrichts. In diesem Sinne werde ich meine Erkenntnisse in die zukünftige Unterrichtsplanung einfließen lassen und versuchen, den Physikunterricht damit um ein Wesentliches zu bereichern.

6 LITERATUR

MÜLLER, R., WODZINSKI, R. & HOPF, M. (Hrsg.)(2007). Schülervorstellungen in der Physik. Köln: Aulis Verlag Deubner

MIKELSKIS, H. (Hrsg.) (2006). Physikdidaktik – Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG

KIRCHER, E., GIRWIDZ, R. & HÄUSSLER, P. (2001). Physikdidaktik – Eine Einführung. Berlin: Springer-Verlag

Sonstige Quellen:

BUNDESMINISTERIUM für Unterricht, Kunst und Kultur (2000). Allgemeiner Lehrplan für die Hauptschule

BUNDESMINISTERIUM für Unterricht, Kunst und Kultur (2000). Fachlehrplan für das Unterrichtsfach Physik

Internetadressen:

<http://phet.colorado.edu/simulations/translations.php#de> (03.07.2009)