



DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Schülervorstellungen anhand der Themen Batterien,
Akkus und Solarzellen“

verfasst von / submitted by

Marie-Theres Kalab

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the
degree of

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2019/ Vienna, 2019

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 190 406 412

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Lehramtsstudium UF Mathematik UF Physik

Betreut von / Supervisor:

PD Mag. Dr. Hildegard Urban-Woldron

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Wien, Juli 2019

Marie-Theres Kalab

Danksagung

Zunächst möchte ich mich bei meiner Betreuerin PD Mag. Dr. Hildegard Urban-Woldron, für die Geduld und die gute Betreuung von Herzen bedanken. Ebenso dafür, dass ich bei jedem Problem kommen durfte und mir immer Hilfestellungen angeboten wurden.

Dann möchte ich auch den Schüler/innen danken, die sich bereiterklärt haben mich in meinem Vorhaben zu unterstützen und fleißig bei diesem Projekt mitgemacht haben. Ohne sie wäre diese Studie nicht möglich gewesen. Ein großer Dank geht auch an die Direktoren, sowie an die Lehrer/innen, die mich bei meiner Arbeit unterstützt und mir ihre Klassen zur Verfügung gestellt haben.

Ein spezieller Dank gilt aber vor allem meinen Eltern, die mich nicht nur finanziell im Studium unterstützt haben, sondern mir auch immer zur Seite gestanden haben, mich motiviert und getröstet haben, wenn es einmal nicht so lief, wie erhofft, und viel Geduld für mich aufbrachten. Ohne sie wäre ich nie so weit gekommen.

Vielen lieben Dank möchte ich auch noch meinen fleißigen Korrekturleserinnen aussprechen. Allen voran meiner Mama, Karin Kalab BEd, die jedes Mal, jeden Abschnitt mit mir durchging und versucht hat, jeden Fehler zu finden. Meiner Tante, Mag.^a Belinda Kalab, die sich auch immer für mich Zeit genommen hat und mir mit Rat und Tat zur Seite stand, wenn ich ihre Hilfe benötigte. Besonderer Dank gilt auch meinen Deutschkolleginnen und Freundinnen, Mag.^a Johanna Graf und Mag.^a Barbara Stocker, die sich immer für eine letzte Kontrolle des Textes Zeit genommen haben. Danken möchte ich auch noch Mag.^a Vera-Maria Prinz, die mich beim Verfassen des Abstracts unterstützt hat.

Last but not least möchte ich mich auch noch bei all jenen bedanken, die mich während meines Studiums und während des Schreibprozesses der Diplomarbeit unterstützt haben. Vor allem meinen Freund/innen, die mich immer aufgemuntert haben, immer ein offenes Ohr hatten und auch Verständnis gezeigt haben, wenn ich einmal keine Zeit hatte, um sie zu treffen.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
1 Einleitung	10
2 Theoretischer Hintergrund	11
2.1 Schülervorstellungen im Physikunterricht	11
2.1.1 Vorunterrichtliche Vorstellungen der Schüler/innen.....	13
2.1.2 Der Prozess des Lernens und des Konstruktivismus	13
2.2 Von Schülervorstellungen zu verständnisvollem Lernen	15
2.2.1 Konzeptwechselstrategien	16
2.2.2 Multiple Konzeptwechsel.....	19
2.2.3 Physik als eigene Sprache und Kultur kennenlernen	19
2.3 Fachliche Grundlagen.....	20
3 Forschungsfragen und Forschungsdesign	22
3.1 Ziele und Forschungsfragen	22
3.2 Forschungsdesign	22
3.3 Schülervorstellungen anhand der Themen Batterien, Akkus und Solarzellen.....	23
3.3.1 Informationen zum Lehrplan der 7. Schulstufe zu den Themen Batterien, Akkus und Solarzellen.....	24
3.3.2 Publierte Vorstellungen zu Batterien, Akkus und Solarzellen.....	24
3.3.3 Heterogenität im Physikunterricht	28
3.4 Entwicklung der Unterrichtsmaterialien	30
3.4.1 Herangehensweisen und Ziele von Schulbüchern	30
3.4.2 Unterschiede zwischen den Unterrichtsstilen	33
3.4.3 Unterricht ohne Einbezug der Schülervorstellungen.....	34
3.4.4 Unterricht mit Einbezug der Schülervorstellungen.....	35
3.5 Selektion und Beschreibung der Versuchsgruppen.....	36
3.6 Fragebogenerstellung	37
4 Durchführung der Untersuchung	40
5 Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	40
5.1 Fragen zu Batterien und Akkus.....	43
5.2 Fragen zu Solarzellen.....	49
6 Analyse und Interpretation der Ergebnisse	53
7 Zusammenfassung und Ausblick	55
8 Quellenverzeichnis	57
8.1 Gedruckte Quellen.....	57
8.2 Tabellenverzeichnis	58

8.3	Abbildungsverzeichnis	58
8.4	Abkürzungsverzeichnis	58
	Anhang A – Arbeitsblätter	59
	Anhang B – Pre- und Posttest	65

Vorwort

Ich möchte zu Beginn kurz schildern, warum ich mich dazu entschlossen habe, diese Diplomarbeit zu verfassen.

Schon in meiner eigenen Schulzeit stieß ich mit der Diskrepanz zwischen der Kommunikation der Lehrenden und mir an Grenzen. Ich konnte die Vorstellungen der Lehrkräfte manchmal nicht verstehen und wünschte mir oft, dass der zu lernende Stoff anders aufbereitet werden würde und auch praktische Anwendungen vorgeführt, beziehungsweise an die Schülervorstellungen angeknüpft werden. Ebenso wünschte ich mir oft, den momentanen Stand der Forschung näher zu bearbeiten. Dies waren Gründe für meine Motivation, Lehramt zu studieren und so den Unterricht so interessant wie möglich gestalten zu können. Wenn ich mit Schüler/innen arbeite, versuche ich immer, eine Begeisterung für die Fächer Mathematik und Physik zu vermitteln. In der Zusammenarbeit mit den Schüler/innen schuf ich schon oft „Aha-Erlebnisse“ und freute mich darüber, das eigene Wissen in einer Form weitergeben zu können, die die Lernmotivation bei den Schüler/innen steigert. Da ich mich mit dem Thema der Schülervorstellungen schon während meines Studiums, aber auch in meiner Tätigkeit als Nachhilfelehrerin auseinandersetzte, wollte ich diese Materie auch in meiner Abschlussarbeit behandeln. Ich möchte dadurch neue Erkenntnisse erarbeiten und mich mit dieser Thematik näher, auch auf wissenschaftlicher Ebene auseinandersetzen, da ich auch die Ergebnisse in meiner weiteren Laufbahn als Lehrerin integrieren möchte. Ich wählte die Themenbereiche Batterie, Akku und Solarzelle, weil es dazu sehr viele Alltagsvorstellungen seitens der Schüler/innen gibt beziehungsweise das Thema der Solarzelle ein aktuelles ist und es dazu in der Forschung der Schülervorstellungen sehr wenig gibt.

Mein Ziel ist es, durch die vorliegende Diplomarbeit Leser/innen das interessante Gebiet der vorunterrichtlichen Schülervorstellungen näherzubringen und ihnen somit Anregungen für den Physikunterricht zu geben.

1 Einleitung

In dieser Diplomarbeit wird das Thema der Schülervorstellungen mit den Schwerpunkten Batterien, Akkus und Solarzellen behandelt. Zentrale Fragen sind dabei, wie sich die bereits vorhandenen Vorstellungen der Lernenden auf deren Lernerfolg auswirken. So soll untersucht werden, ob der Lernerfolg durch die Berücksichtigung der vorunterrichtlichen Auffassungen erhöht werden kann und ob es geschlechtsspezifische Unterschiede gibt. Der theoretische Abschnitt dieser Arbeit befasst sich zunächst ganz allgemein mit Schülervorstellungen. Der Fokus liegt dabei auf Diskrepanzen zwischen diesen und den physikalisch richtigen Vorstellungen. Danach wird der Prozess des Lernens genauer beleuchtet. Weitere Schwerpunkte setzen sich mit der Frage auseinander, wann Probleme entstehen können und wie sich diese möglicherweise vermeiden lassen. Im Zuge dessen soll außerdem herausgefunden werden, welche Lerntheorien den Unterricht positiv beeinflussen können und welche Möglichkeiten es gibt, Schülervorstellungen in den Unterricht und in den Lernprozess miteinzubeziehen. Die konstruktivistischen Lerntheorien werden herangezogen um Aufschluss über den Lernprozess zu geben. Physikalisch richtige Vorstellungen müssen allgemein mit den Schüler/innen erarbeitet werden, dazu gibt es die Konzeptwechselstrategien, die es ermöglichen die Schülervorstellungen in den Unterricht zu integrieren und diese Schritt für Schritt umzudeuten. Damit das gelingt, muss auch der wissenschaftliche Bezug zum Lerninhalt hergestellt werden.

Um mögliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern festzustellen, wird eine empirische Untersuchung in insgesamt vier Klassen einer siebenten Schulstufe in zwei unterschiedlichen Gymnasien durchgeführt. In zwei Klassen werden die Schülervorstellungen berücksichtigt, in den anderen beiden Klassen nicht. Um den Lernerfolg und die Unterschiede zwischen den Geschlechtern zu ergründen, werden ein Pre- und ein Posttest durchgeführt. Den Unterricht hält die Autorin selbst. Die Erstellung geeigneter Unterrichtsmaterialien und Fragebögen basiert auf verschiedensten Studien und Forschungen auf diesem Gebiet, auch auf bereits publizierte Fehlvorstellungen wird Bezug genommen. Im praktischen Abschnitt dieser Diplomarbeit wird die empirische Untersuchung ausgewertet und analysiert und nochmals Bezug auf die Forschungsfragen genommen. Die Erkenntnisse der Auswertungen werden anschließend allgemein interpretiert und zusammengefasst, um eventuelle Anstöße für weiterführende Forschungen geben zu können.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Schülervorstellungen im Physikunterricht

Dass Schülervorstellungen im Unterricht eine zentrale Rolle spielen, behauptet der amerikanische Lernpsychologe David Ausubel, indem er meint: „*Der wichtigste Einflussfaktor für das Lernen ist das, was der Lerner bereits weiß. Finden Sie das heraus und unterrichten Sie ihn entsprechend*“ (Wiesner, Schecker, & Hopf, 2011, S. 29).

Schüler/innen kommen mit bestimmten Vorstellungen oder mit Vorerfahrungen zu den einzelnen physikalischen Phänomenen und Themen in den Physikunterricht. Diese entwickeln die Lernenden zu Hause. Viele Alltagsvorstellungen entstehen beispielsweise durch das Sehen von Fernsehsendungen, aus dem Internet, dem Lesen von Büchern oder durch Erklärungen seitens der Eltern (Wiesner u. a., 2011). Dazu sei gesagt, dass diese Alltagsvorstellungen nicht nur bei Schüler/innen vorzufinden sind, sondern oft in allen Altersklassen (Mikelskis, 2010). Aufgrund der Erfahrungen, die die Lernenden von zu Hause in den Unterricht mitbringen, ergeben sich speziell im Physikunterricht zumeist Lernschwierigkeiten bei den Schüler/innen, denn diese Alltagsvorstellungen gehen nicht konform mit den physikalischen Vorstellungen. Das bedeutet, dass die Schüler/innen auf ihre Vorerfahrungen zurückgreifen und versuchen, das neu Erlernte mit dem, was ihnen bereits vertraut ist, in Zusammenhang zu bringen, was ihnen jedoch nicht immer gelingt (Müller & Wiesner, 2011). Dazu ist noch zu erwähnen, dass die Alltagsvorstellungen der Schüler/innen keinesfalls als automatisch falsch eingeordnet werden sollten, denn im Alltag erfüllen sie mehrfach auch ihre Gültigkeit, ansonsten würden diese Vorstellungen gar nicht existieren (Kircher, Girwidz, & Häußler, 2015). Viele Schüler/innen meinen beispielsweise, dass der Strom in einer Batterie verbraucht wird, sie daher nicht mehr funktionsfähig sei und durch eine neue Batterie ersetzt werden müsse. Diese Annahme erfüllt durchaus ihren alltäglichen Zweck, physikalisch gesehen ist der Vorgang der Entladung einer Batterie jedoch ein anderer. Die Batterie entlädt sich und der Strom wird nicht verbraucht. Doch warum lassen sich Schülervorstellungen oft nicht mit den physikalisch richtigen Vorstellungen vereinbaren? Wenn wir etwas mit unseren Sinnen erfahren, also hören, sehen, riechen oder fühlen, versucht unser Verstand diese Eindrücke zu verarbeiten und in Zusammenhang mit schon Gelerntem zu stellen und zu analysieren. Das gelingt jedoch nur, wenn es bereits eine Vorstellung zu diesem Thema gibt. Es kommt oftmals vor, dass Schüler/innen eine andere Betrachtungsweise der physikalischen Vorgänge

haben als die Lehrkräfte, und dass es dadurch zu Missverständnissen zwischen Lernenden und Lehrenden kommen kann, da beide möglicherweise an Themen vorbeireden (Müller & Wiesner, 2011). Die folgenden zwei „Hauptsätze“ fassen die wesentlichsten Ideen zu den Grundvorstellungen der Schüler/innen zusammen:

„(1) Jede Schülerin, jeder Schüler macht sich ihr bzw. sein eigenes Bild von allem, was im Unterricht präsentiert wird - was die Lehrkraft sagt oder an die Tafel schreibt, was bei einem Experiment zu beobachten ist, was auf einer Zeichnung zu sehen ist, usw.“ (Müller & Wiesner, 2011, S. 267).

Daraus lässt sich schließen, dass Lehrpersonen die Schülervorstellungen in ihrem Unterricht berücksichtigen und ihnen viel Aufmerksamkeit schenken sollten, damit Missverständnisse und Lernschwierigkeiten vermieden oder zumindest eingedämmt werden können. Denn wie bereits erwähnt, können die Schülervorstellungen von den physikalisch richtigen Vorstellungen stark divergieren (Müller & Wiesner, 2011).

„(2) Das Bemühen der Lehrkraft, alles fachlich richtig zu erklären, führt insbesondere am Beginn des Unterrichts über ein neues Thema häufig dazu, dass die Schülerinnen und Schüler etwas aus der Sicht der Physik Falsches lernen“ (Müller & Wiesner, 2011, S. 267).

Beide Aussagen hängen stark miteinander zusammen, denn aus der ersten leitet sich die zweite ab. Die Lehrenden müssen sich mit den Schülervorstellungen schon vor ihrer Unterrichtsplanung beschäftigen, um wissen zu können, wo sie bei den Problemen der Schüler/innen ansetzen und bei Lernschwierigkeiten richtig agieren können. Die Lehrmethoden der Lehrkräfte sollen an das Vorwissen der Schüler/innen angepasst werden, um des Weiteren das fachlich Richtige mit den Vorstellungen der Schüler/innen ohne Konflikte verbinden zu können (Mikelskis, 2010). Die Physik versucht, ihre Phänomene in Modellen zu beschreiben, das ist allgemein bekannt. Doch auch beim Lernen mit Modellen verbergen sich Schwierigkeiten, mit denen die Lernenden zu kämpfen haben, weil ihr Vorstellungsvermögen dazu oft nicht ausreicht (Kircher et al., 2015). So kann der Stromkreis beispielsweise mithilfe des Wassermodells oder des Blutkreislaufes beschrieben werden. Das Wassermodell ist für die Schüler/innen durch den Einsatz von Experimenten meist nachvollziehbar und kann weiters mit dem Stromkreis verglichen werden, jedoch können auch bei diesen Modellen Schwierigkeiten auftreten.

2.1.1 Vorunterrichtliche Vorstellungen der Schüler/innen

Piaget führte zu den vorunterrichtlichen Vorstellungen zwei wichtige Aspekte ein nämlich die Assimilation und die Akkommodation. Nach Piaget ist das Lernen ein Vorgang, der das Ziel hat, neues Wissen zu erwerben. Eine Assimilation findet dann statt, wenn versucht wird, außenweltliche Standpunkte und neue Eindrücke mit dem bereits vorhandenen Wissen und seinen greifbaren Modellen zu vergleichen und natürlich auch gleichzustellen. Ein Beispiel für die Assimilation wäre der im vorigen Kapitel beschriebene Einsatz des Wassermodells zur Veranschaulichung des Stromkreises. Ist eine Assimilation jedoch nicht möglich, kommt es zur Akkommodation: Ein völlig neues Modell wird entwickelt. Somit ist es wichtig, die vorunterrichtlichen Vorstellungen der Schüler/innen in den Unterricht miteinzubeziehen und sie auch von ihrem Standpunkt abzuholen, was sich oftmals als äußerst schwierig erweist (Kircher et al., 2015).

2.1.2 Der Prozess des Lernens und des Konstruktivismus

Um die Frage aufklären zu können, warum die Lernschwierigkeiten bei Schüler/innen entstehen können, sollte aufgearbeitet werden, wie der Vorgang des Lernens beschrieben werden kann (Kircher et al., 2015). Ebenso wird dargestellt, welche Eigenschaften Schülervorstellungen aufweisen. Einerseits ist es möglich, dass ein und dieselbe Schülerin oder ein und derselbe Schüler gegensätzliche und unvergleichbare Alltagsvorstellungen zu einem physikalischen Thema besitzen. Dies stellt sich beispielsweise heraus, wenn in physikalisch analogen Gegebenheiten unterschiedliche Vorstellungen aufgeführt werden. Zum anderen darf man auch nicht die Vernetzung der verschiedenen Schülervorstellungen unterschätzen. Das heißt, es muss oft eine Gesamtheit von Betrachtungsweisen geändert werden. Schülervorstellungen können zudem noch als stabil beziehungsweise dynamisch angesehen werden. Stabil bedeutet in diesem Kontext, dass die Alltagsvorstellungen stabil vorhanden bleiben und immer wieder eine Rolle spielen können. Das ist zum Beispiel dann der Fall, wenn die Theorie aus dem Unterricht wieder vergessen wird. Als dynamisch bezeichnet man die Weiterentwicklung der Schülervorstellungen abgesehen von der unterrichtlichen Beeinflussung. Es ist daher sehr schwer, die fundamentalen Sichtweisen der Physik an die Schüler/innen weiterzugeben (Mikelskis, 2010). Deshalb ist der Vorgang des Lernens eine wichtige Sache. Der Lernstoff soll aktiv erarbeitet und nicht passiv angeeignet werden. Der Unterschied zwischen aktivem und passivem Lernen besteht darin, dass die aktiv Lernenden die Themengebiete aufgrund ihres bereits

vorhandenen Wissens aufbauen. Die passiv Lernenden werden hingegen mit neuen Vorstellungen konfrontiert, die sie jedoch nicht richtig begreifen können. Und genau hier entsteht ein Problem, welches in der Pädagogik als „hermeneutischer Zirkel“ verstanden wird: Die Lehrperson versucht den zu behandelnden Stoff so zu präsentieren, dass dieser fachlich korrekt ist und ihrer Vorstellung gerecht wird. Die Schüler/innen besitzen diese Vorstellung aber noch nicht und können deshalb nichts damit anfangen. Leider ist das passive Lernen im Unterricht oft Standard und keine Einzelercheinung (Kircher u. a., 2015).

Es gibt mittlerweile einige Lerntheorien, die sich damit beschäftigen, wie das Lernen abläuft. In der Physikdidaktik wird aber vor allem auf den Konstruktivismus Bezug genommen. Die Ideen des Konstruktivismus kommen im offenen Unterricht zur Anwendung. Im offenen Unterricht nimmt die oder der Lernende eine zentrale Rolle ein und versucht bestimmte Kompetenzen nahezu selbstständig zu erlangen. Die oder der Lehrende wandert immer mehr in den Hintergrund und gibt Hilfestellungen (Mikelskis, 2010). Im Zentrum der konstruktivistischen Lerntheorien stehen die Schüler/innen. Wie beim eben erwähnten offenen Unterricht sind sie für ihren Wissenserwerb selbst verantwortlich und sollen sich ihr Wissen eigenständig konstruieren. Die Lehrkraft fungiert „nur mehr“ als Lernbegleiterin oder als Lernbegleiter beziehungsweise als Helferin oder als Helfer bei den Lernprozessen und nicht als Wissensvermittlerin oder Wissensvermittler (Kircher u. a., 2015).

Im Kapitel 2.1.1 wurden zwei Aspekte nach Piaget eingeführt. Nun soll der Vorgang der Akkommodation und der Assimilation näher beleuchtet werden. Der Prozess der Akkommodation entspricht dem Konzept des konstruktivistischen Lernens. Es gibt verschiedene Arten des Konstruktivismus. Die wichtigste für den Physikunterricht und im Bezug zu den Alltagsvorstellungen der Schüler/innen ist die erkenntnistheoretische Sichtweise. Die Alltagsvorstellungen werden dabei vervollständigt, optimiert oder abgeschwächt oder prinzipiell ausgebessert. Man geht immer von den vorunterrichtlichen Vorstellungen der Schüler/innen aus und baut darauf ein naturwissenschaftliches Konzept auf (Bleichroth, 1999). Lehrende sollen passende Informationen und Hilfestellungen zu den physikalischen Themen an die Schüler/innen weitergeben, die die Schüler/innen in ihren Lernprozess gut integrieren können. Damit ist es den Lernenden möglich, an ihre Vorstellungen anzuknüpfen und darauf ein gutes physikalisches Wissen und Verständnis aufzubauen. Leider geschieht es oft unbewusst, dass die Lehrpersonen ihr Wissen ohne Umwege den Schüler/innen weitervermitteln und sich nicht in die Vorstellungen der Schüler/innen hineinversetzen,

um die Wissensvermittlung an den Lernprozess der Lernenden besser anzupassen. Eine gute Auslegung des zu unterrichtenden Stoffes und die Lernumgebung sind jedoch trotzdem nicht zu vernachlässigen und gehören ebenso zu einem guten Unterricht (Wiesner u. a., 2011). Doch wie können Lehrkräfte nun auf die Alltagsvorstellungen der Schüler/innen schließen?

Vorunterrichtliche Schülervorstellungen können die Lehrkräfte aus Gesprächen mit den Schüler/innen herausfinden. Auch Handlungen, Zeichnungen oder Skizzen geben über die Vorstellungen der Lernenden Aufschluss (Labudde, 2013). Zu unterschätzen ist auch nicht die Kommunikation während des Unterrichts. Es kann immer vorkommen, dass Senderin oder Sender, in diesem Fall die Lehrpersonen und die Empfänger/innen, die Schüler/innen, eine unterschiedliche Bedeutung in einer Botschaft erkennen (Wiesner u. a., 2011). Des Weiteren ist zu erwähnen, wie man mit Fehlern von Lernenden umgehen soll. Die Irrtümer sollen in den Lernprozess der Schüler/innen integriert werden und nicht als Unaufmerksamkeiten verstanden werden. Als Fehler werden in diesem Zusammenhang die Alltagsvorstellungen der Schüler/innen bezeichnet, die einen neuen Ausgangspunkt für ein besseres Verständnis darbieten könnten. Auch den Lehrer/innen können die als Fehler beschriebenen vorunterrichtlichen Vorstellungen zu Gute kommen, indem sie den Blickwinkel der Schüler/innen zu verstehen versuchen und diesen dann besser in ein geeignetes Unterrichtskonzept ein- und aufarbeiten können (Kircher u. a., 2015).

2.2 Von Schülervorstellungen zu verständnisvollem Lernen

Bevor man die Möglichkeiten beschreiben kann, wie man mit den Alltagsvorstellungen der Schüler/innen richtig umgehen kann, muss geklärt werden, wie sich die physikalischen Begriffe bei den Lernenden entwickeln. Es gibt dazu im Grunde genommen zwei Möglichkeiten: Einerseits ist es möglich, dass die Alltagsvorstellungen der Schüler/innen schon sehr nah an der physikalischen Betrachtungsweise liegen und es lediglich einer schrittweisen und einleuchtenden Anpassung bedarf. Andererseits ist es denkbar, dass die Schülervorstellungen sehr dominant sind und daher einen nennenswerten Unterschied zu der physikalischen Sichtweise aufweisen. Die Lehrpersonen gehen meist davon aus, dass Vorstellungen der Schüler/innen den physikalisch richtigen Phänomenen ähneln, jedoch stellt sich in den überwiegenden Fällen heraus, dass dies nicht der Fall ist und es große Unterschiede zwischen den physikalisch richtigen Vorstellungen und den Schülervorstellung gibt. Durch diese Diskrepanz, kommt es bei den Lernenden oftmals zu Schwierigkeiten in Bezug auf die Begriffserklärungen (Wiesner u. a., 2011). Im Folgenden wird auf die verschiedenen

Möglichkeiten, wie die Alltagsvorstellungen der Schüler/innen bestmöglich in den Unterricht integriert werden können, eingegangen. Dabei ist es möglich, einzelne Methoden anzuwenden oder aber auch mehrere miteinander zu kombinieren, um den im letzten Kapitel angesprochenen Begriffswechsel herbeizuführen.

2.2.1 Konzeptwechselstrategien

Unter Konzeptwechsel versteht man, dass Schüler/innen ihre Alltagsvorstellungen aufgeben, diese durch physikalische Auffassungen ersetzen. Das heißt, dass sich die Lernenden ein ganz neues Konzept zu eigen machen sollen. Es ist aber nicht immer einfach, Schüler/innen von einem physikalischen Konzept zu überzeugen, wenn sie bereits eine eigene Vorstellung zu einem bestimmten Thema entwickelt haben. Daher sollte es das Bestreben der Lehrkräfte sein, Schüler/innen bewusst zu machen, dass sie in manchen ihrer Standpunkte oder ihrer Alltagsvorstellungen, zu der korrekten naturwissenschaftlichen Auffassung „wechseln“ sollten. Den Schüler/innen soll klargemacht werden, dass ihre Vorstellungen auch an Grenzen stoßen können (Müller & Wiesner, 2011). Es gibt vier Anforderungen, an denen man sich orientieren kann, um einen guten Konzeptwechsel herbeizuführen. (Kircher u. a., 2015, S. 666):

- „1. Die Lernenden müssen mit den bereits vorhandenen Vorstellungen unzufrieden sein.*
- 2. Die neue Vorstellung muss logisch verständlich sein.*
- 3. Sie muss einleuchtend, also intuitiv plausibel, sein.*
- 4. Sie muss fruchtbar, d.h. in neuen Situationen erfolgreich sein.“*

Zum Konzeptwechsel gibt es noch vier Strategien, die im Folgenden näher beleuchtet werden, dazu zählen die Anknüpfungs-, die Konfrontations-, die Umdeutungs- und die Brückenstrategie. Die Anknüpfungsstrategie beruht auf dem Anknüpfen an geeignete Alltagsvorstellungen der Schüler/innen. Das heißt, bereits vorhandene Schülervorstellungen werden im Unterricht weiter erarbeitet. Am besten sind jene Vorstellungen geeignet, die gar nicht oder nur sehr wenig mit der naturwissenschaftlichen Interpretation zusammenprallen (Wiesner u. a., 2011). Zudem ist es gut, immer in kleinen Schritten zu denken und mit den Schüler/innen diese langsam und mit Bedacht zur physikalischen Betrachtungsweise zu machen (Müller & Wiesner, 2011). Man versucht, einen kontinuierlichen Lernweg zu finden, um einen besseren Übergang für die Schüler/innen zu finden (Kircher u. a., 2015).

Der Zweck der Konfrontationsstrategie ist es, dass die Schüler/innen zu einem Thema, das Probleme bereitet, ihre Vorstellungen zusammentragen. Bei einer Diskussion in der Klasse sollen Konflikte entstehen, die das Ziel haben, dass der physikalische Standpunkt als adäquat anerkannt wird. Diese Strategie kann oft sehr nützlich sein. Probleme können jedoch entstehen, indem aus der Sicht der Lehrperson andere Konflikte im Vordergrund stehen als bei den Schüler/innen. Ebenso muss man aufpassen, dass sich nicht neue Fehlvorstellungen bei den Schüler/innen bilden. Zudem ist es wichtig, dass man genug Raum für die Diskussion lässt, damit es wirklich von Vorteil ist, den Weg dieser Strategie zu wählen (Wiesner u. a., 2011). Manchmal kann auch ein anderes Ergebnis, beispielsweise bei der Durchführung eines Experiments, als das, was die Schüler/innen erwartet haben, zum Vorschein kommen. Dadurch kann es zum Ausschlag eines Konflikts und in weiterer Folge zur Akzeptanz der physikalischen Sichtweise führen. Bei der Konfrontationsstrategie muss man jedoch aufpassen, ob ein Konflikt schlechthin ausreichend ist, beziehungsweise ob die Schüler/innen verstehen, worum es bei der Konfrontation tatsächlich geht. Daher muss die Diskussion sehr gut von der Lehrperson aufbereitet werden, um keine Missverständnisse aufkommen zu lassen (Müller & Wiesner, 2011). Im Grunde genommen gibt es bei der Konfrontationsstrategie mehrere Möglichkeiten der Durchführung. Jene, bei denen man bei den Schülervorstellungen ansetzt und die, die zu einem Konflikt führen. Des Weiteren gibt es jene, bei denen die Schüler/innen Erwartungen an ein Ergebnis eines Experiments haben, das Ergebnis jedoch anders aussieht als zuvor erwartet. Man versucht immerzu einen Konflikt herbeizuführen (Kircher u. a., 2015).

Auch bei der Umdeutungsstrategie geht es um einen kontinuierlichen Übergang von den Schülervorstellungen zu den Vorstellungen der Physik. Die Lehrenden sollen versuchen, eine Vorstellung der Lernenden anzunehmen, und diese dann geschickt umzudeuten (Kircher u. a., 2015). Wichtig ist es, den Schüler/innen gegenüber Empathie zu zeigen und ihnen zu verdeutlichen, dass sie sich durchwegs etwas Wahres vorstellen, das jedoch nicht mit der physikalischen Sichtweise übereinstimmt. So können verschiedene Begriffe der Physik umgedeutet werden (Wiesner u. a., 2011).

Mit der Brückenstrategie kann man dem Konzeptwechsel entgegenkommen, indem man dabei mehrere kleine Schritte einbaut, die prinzipiell zu Überbrückungsbegriffen führen. Diese werden wiederum ausgebaut, um schließlich zu einem physikalischen Modell hinzuführen (Wiesner u. a., 2011). Es gibt kontinuierliche und diskontinuierliche

Lernwege. Beim Konzeptwechsel wird auf einen kontinuierlichen Weg hingewiesen, sodass die Schüler/innen einen bruchlosen Übergang zwischen ihren Vorstellungen und den physikalisch richtigen Vorstellungen erhalten, denn bei einem diskontinuierlichen Lernweg treten meist viele Probleme auf. Eine Diskrepanz, die auftreten kann, ist, dass die Schüler/innen oftmals etwas anderes wahrnehmen als die Lehrkraft beabsichtigt. Zudem ist auch zu beachten, dass die Lehrperson oft nicht alle physikalischen Phänomene mit Experimenten abdecken kann, sodass ein Konflikt herbeigeführt wird. Um einen bruchlosen Übergang zwischen den Alltagsvorstellungen der Schüler/innen und der physikalischen Sichtweise zu gewährleisten, muss man jede Schülervorstellung entsprechend diskutieren. Dafür benötigt man sehr viel Zeit, die oftmals nicht gegeben ist. Außerdem versuchen die Schüler/innen sich auch zu verteidigen, wenn zum Beispiel ein Experiment anders ausgefallen ist, als erwartet und somit verstehen sie die Diskrepanz nicht. Daher wäre es auch wichtig die Alltagsvorstellungen der Schüler/innen immer wieder nicht direkt anzusprechen, sondern einen anderen Weg zu finden, wie zum Beispiel Experimente oder Begründungen, um einen kontinuierlichen Übergang herbeizuführen (Kircher u. a., 2015).

Folgende Möglichkeiten bieten beim Arbeiten mit dem Konzeptwechsel Hilfestellungen:

- Die Schüler/innen sollen sich mit den physikalischen Phänomenen vertraut machen.
- Die Alltagsvorstellungen sollen den Schüler/innen bewusst gemacht werden.
- Die physikalische Betrachtungsweise soll eingeführt werden,
- danach soll sie angewendet werden
- und der Lernprozess soll reflektiert werden (Müller & Wiesner, 2011).

Es gibt viele verschiedene Abwandlungen dieser Punkte, jedoch helfen sie mit dem Umgang des Konzeptwechsels. Schüler/innen sollen sich mit den physikalischen Phänomenen vertraut machen. Den Lernenden soll die entsprechende Zeit gegeben werden, um dies möglich zu machen. Dazu gehört es auch, eigene Erfahrungen machen zu dürfen (Kircher u. a., 2015). Die Alltagsvorstellungen sollen bewusst gemacht werden, der Bezug zu diesen wird im Unterricht jedoch oftmals weggelassen. Die Reflektion über die Schülervorstellungen und die physikalisch richtige Betrachtungsweise stellt eine sehr wichtige Rolle beim Lernprozess dar (Müller & Wiesner, 2011).

2.2.2 Multiple Konzeptwechsel

In den Naturwissenschaften und speziell im Physikunterricht geht es um das Lehren und Lernen auf unterschiedlichen Stufen. Damit ist gemeint, dass nicht nur die Alltagsvorstellungen der Schüler/innen, sondern auch die Schülervorstellungen über die Denk- und Arbeitsweisen in der Physik und das Lernen in der Physik, den Lernerfolg und das physikalische Verständnis mitbestimmen (Kircher u. a., 2015). Ein Problem, das auftaucht, wenn es um die Denk- und Arbeitsweisen in der Physik geht, ist das Modelllernen. Schüler/innen können sich darunter nur wenig vorstellen und sie können nicht nachvollziehen, was die Aufstellung eines Modells in der Naturwissenschaft bedeutet. Deshalb ist es wichtig, auch auf dieser Ebene mit der Konzeptwechselstrategie zu arbeiten. Das Lernen über den Lernprozess in der Physik ist auch von Bedeutung. Nur wenn die Lehrkräfte hier schon ansetzen, können die Schüler/innen sich auch angemessen, das heißt aktiv und kritisch, mit dem Lehrstoff des Physikunterrichts beschäftigen (Müller & Wiesner, 2011).

2.2.3 Physik als eigene Sprache und Kultur kennenlernen

Für Schüler/innen ist es ein langwieriger Prozess, wenn die Lehrkraft versucht, ihnen die Physik als eine eigene Sprache und eine eigene Kultur zu vermitteln. Unter diesen Bedingungen könnte man jedoch Lernerfolge erzielen, wenn man die Schüler/innen schrittweise in die physikalische Sichtweise einführt. Somit kann man die Hürde beim Übergang zwischen den Schülervorstellungen und den physikalisch richtigen Vorstellungen meistern. Zu diesem Prozess bedarf es drei Phasen. Anfangs muss die Lehrperson die nötigen Inputs und Ansätze liefern. In weiterer Folge soll sie oder er die notwendigen Werkzeuge bereitstellen, sodass die Schüler/innen daraus lernen können und sich selbst aktiv ein Konstrukt aufbauen können, um sich einen leichteren Start zu erlauben. Danach soll sich die Lehrkraft immer weiter zurücknehmen, sodass die Schüler/innen selbstständig weiterarbeiten können und die Physik, wie anfangs besprochen, als eigene Sprache und Kultur verstehen und sich dort zurechtfinden können (Kircher u. a., 2015).

2.3 Fachliche Grundlagen

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit den fachlichen Aspekten zu Batterien, Akkus und Solarzellen.

Batterien folgen dem Prinzip einer galvanischen Zelle. Man verwendet zwei unterschiedliche Metalle, die Elektroden genannt werden. Diese befinden sich in einer elektrisch leitenden Flüssigkeit, die Elektrolyt genannt wird. Das unedlere Metall löst sich im Elektrolyt auf und gibt dabei positive Ionen ab. Dieses Metall lädt sich dementsprechend negativ auf. Um ein physikalisches Gleichgewicht zu erhalten, wandern die positiv geladenen Ionen zum edleren Metall und laden dieses positiv auf. Dadurch entsteht eine gewisse Spannung, die solange anhält, bis der Stromkreis unterbrochen wird, beispielsweise durch Defekte oder bis das edlere Metall keine positiv geladenen Ionen mehr aufnehmen kann. Dieser Hergang beschreibt die Abgabe und Aufnahme von Elektronen.¹ Batterien sind Spannungsquellen, die eine Umwandlung von chemischer in elektrische Energie ermöglichen. Diese Energie wird in den Batterien gespeichert. Die gespeicherte Energie entspricht der Arbeit, die Batterien verrichten können (Tipler & Mosca, 2015). Die Batteriebestandteile und -abfälle sind giftig und schaden der Umwelt. Deshalb wäre es auch überlegenswert, ob sie wirklich verwendet werden müssen oder ob der Gebrauch vermieden werden könnte.¹

Die Hauptkomponenten der Akkus ähneln den zuvor beschriebenen Batterien, es gibt wiederum zwei Elektroden und eine elektrisch leitende Flüssigkeit, der Elektrolyt, jedoch bestehen diese aus anderen Materialien. Der Vorgang des Entladens erfolgt nach dem Prinzip der Batterie. Dieser ist beim Akku jedoch reversibel, sodass die Akkus wieder aufgeladen werden können. Batterien werden prinzipiell als Primärbatterien bezeichnet und können nicht wieder aufgeladen werden. Wiederaufladbare Batterien oder Akkus werden als Sekundärbatterien definiert.²

Solarzellen bestehen aus Halbleitermaterialien, oft aus Silizium. Man kann die Solarzelle in drei Schichten einteilen: eine p-Schicht, einen pn-Halbleiterübergang und eine n-Schicht. Dieser Halbleiterübergang entsteht, sobald die p- und n-Schicht in

¹LEIFiPhysik. Abgerufen von:
<https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/elektrische-grundgroessen/ausblick/galvanische-zellen-und-batterien> [Stand: 10.03.19]

²LEIFiPhysik. Abgerufen von:
<https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/elektrische-grundgroessen/ausblick/akkumulatoren> [Stand: 10.03.19]

Verbindung gebracht werden. Im pn-Halbleiterübergang gibt es einen Bereich mit überschüssigen und mangelnden Ladungsträgern, den sogenannten Löchern. Fällt nun ein Photon mit einer gewissen Energie auf die p-Schicht ein, wird ein Elektron aus dem Atom herausgelöst und es entsteht ein Loch, das restliche Atom ist nun positiv geladen.³

Dieser Vorgang wird als innerer photoelektrischer Effekt bezeichnet. Diese Ladungstrennung erfolgt aufgrund einer Potentialdifferenz und dadurch entsteht eine Spannung. Diese kann durch Metallkontakte abgegriffen werden, wenn ein Verbraucher mit den Metallkontakten verbunden wird. Dadurch kann Strom fließen. Die Umwandlung von Licht in elektrische Energie hat einen Wirkungsgrad von zehn bis 18 Prozent.³

³LEIFphysik. Abgerufen von:
<https://www.leifiphysik.de/elektronik/halbleiterdiode> [Stand: 10.03.19]

3 Forschungsfragen und Forschungsdesign

3.1 Ziele und Forschungsfragen

Die hier vorliegende Diplomarbeit adressiert sowohl im theoretischen als auch im praktischen Teil die folgenden Forschungsfragen:

„Inwiefern hat die Berücksichtigung von vorunterrichtlichen Schülervorstellungen im Unterricht einen Einfluss auf den Lernerfolg der Lernenden?

Gibt es dabei auch Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen?“

3.2 Forschungsdesign

Im folgenden Kapitel wird auf das Forschungsdesign und die Vorbereitungen des praktischen Teils dieser Arbeit eingegangen. Um das Unterrichtsmaterial erstellen zu können, muss zunächst auf den bisherigen Forschungsweg eingegangen werden.

Die meisten Ergebnisse zu den Schülervorstellungen kann man der englischen Literatur entnehmen, diese wurden jedoch auch ins Deutsche übersetzt und von Müller und Wiesner (2011) zusammengefasst. Die Physikdidaktik hat sich die letzten Jahrzehnte mit den Schülervorstellungen so stark wie mit sonst kaum einem anderem Themengebiet beschäftigt (Mikelskis, 2010). In den siebziger Jahren hat man erstmals mit der Beschäftigung mit den Vorstellungen der Schüler/innen begonnen. Die Idee, beziehungsweise ein auftretendes Problem entstand dadurch, dass man Erhebungen mit Lehramtskandidat/innen und jungen Erwachsenen durchführte. Diese besaßen schwach ausgeprägten Kenntnisse über die Physik und deren Phänomene im Alltag. Die Ursache dafür wird momentan im täglichen Sprachgebrauch gesucht, wie zum Beispiel „der Stromverbrauch“. Zudem muss man die Umwelt der Lernenden zur Verantwortung ziehen. Die Lernenden haben gewisse Denk- und Wahrnehmungsmuster, die sie im Laufe der Zeit erworben haben oder die angeboren sind, und diese zu ändern, ist oft nicht ganz leicht. Der Physikunterricht versucht, Phänomene zu erklären, die den Horizont der Schüler/innen übersteigen können und dies auch tun. Das IPN Kiel hat dazu Studien durchgeführt und aufgezeigt, dass man die Schülervorstellungen in den Unterricht miteinbeziehen muss, um die Lernschwierigkeiten der Schüler/innen zu minimieren und eine gute Basis des Verständnisses bieten zu können (Kircher u. a., 2015). Auch gibt es Studien und Forschungen, die sich ausnahmslos mit Schülervorstellungen beschäftigen (Müller &

Wiesner, 2011). In den Achtzigern beschäftigte man sich dann mit den bereits erwähnten Konzeptwechselstrategien, das heißt mit der Frage wie die Alltagsvorstellungen der Schüler/innen am besten in die physikalischen richtige Vorstellungen umgedeutet werden können. In den Neunzigern wurde das konstruktivistische Lernverhalten der Schüler/innen erweitert. Die Lernfortschritte und -prozesse blieben immer noch im Fokus, jedoch erkannte man, dass auch die Lernumgebungen und die Umfeld der Lernenden wichtige Beiträge zum Aneignen der physikalischen Sichtweisen liefern. Ab der Mitte der Neunziger führte man auch Studien in der Lehrer/innenbildung durch (Müller & Wiesner, 2011). Die Forschungsergebnisse zeigen, dass zwei Merkmale eine wichtige Rolle spielen, um guten Unterricht zu gewährleisten: genügend Zeit und Durchhaltevermögen. Diese Aspekte gehören zur schrittweisen Umstellung von Schülervorstellungen auf die physikalische Sichtweise. Die Alltagsvorstellungen der Schüler/innen müssen in jedem Abschnitt der Planung des Unterrichts berücksichtigt werden. Deutsche Ergebnisse von TIMSS und PISA (Programme for International Student Assessment) sind nicht sehr vielversprechend, wenn man an eine gute Grundbildung in der Physik denkt. Wichtige Merkmale dafür sind unter anderem das Elternhaus, unsere Gesellschaft inklusive der Medien, die Schulen an sich und auch das soziale Umfeld. Das Interesse an der Physik, sowie der Leistungs- und der Lerneinsatz werden von den Schüler/innen oft nicht aufgebracht (Kircher u. a., 2015). Um den Unterricht zu verbessern, bedarf es eines aktiven Lernens, demnach eines Lernens in Eigenregie und eines konstruktivistischen Lernens. Des Weiteren ist es wichtig, die Lehrer/innen weiterzubilden und speziell auf das Thema der Schülervorstellungen aufmerksam zu machen (Müller & Wiesner, 2011). Abschließend kann man sagen, dass es schon sehr viele Forschungen im Bereich von Alltagsvorstellungen von Schüler/innen gibt, und dass sie heute noch einen großen Bereich in der Physikdidaktik einnehmen. Heute wird vor allem daran geforscht, was einen guten Unterricht ausmacht, Studien zum Konzeptwechsel werden durchgeführt und die Lehrer/innenbildung wird berücksichtigt.

3.3 Schülervorstellungen anhand der Themen Batterien, Akkus und Solarzellen

In diesem Kapitel wird besprochen, was zu Schülervorstellungen zu den Themen Batterien, Akkus und Solarzellen im Lehrplan steht. Des Weiteren wird danach gefragt, welche Fehlvorstellungen es dazu gibt und wie verschiedene Schulbücher damit umgehen.

3.3.1 Informationen zum Lehrplan der 7. Schulstufe zu den Themen Batterien, Akkus und Solarzellen

Im Lehrplan der 7. Schulstufe (3. Klasse AHS) findet sich im Kapitel „Elektrische Phänomene sind allgegenwärtig“ folgendes zu Batterien, Akkus und Solarzellen:

„[...] verschiedene Spannungsquellen als Energieumformer und einfache Stromkreise verstehen [...].“⁴

Der Lehrplan ist sehr vage gehalten und lässt den Lehrpersonen viel Freiraum. Er deutet jedoch darauf hin, dass verschiedene Spannungsquellen im Unterricht behandelt werden müssen und dazu zählen die Beispiele Batterien, Akkus und Solarzellen.

3.3.2 Publierte Vorstellungen zu Batterien, Akkus und Solarzellen

In der Literatur finden sich einige Studien über Schülervorstellungen zu den Beispielen Batterien, Akkus und Solarzellen. Im Folgenden werden einige davon vorgestellt. In den Jahren 2000 bis 2001 wurde an einer Highschool in Ankara eine Studie zu Schülervorstellungen zum einfachen Stromkreis unter dem Genderaspekt in einer neunten Schulstufe durchgeführt. Insgesamt nahmen 76 Schüler/innen daran teil, darunter waren 26 Schülerinnen und 50 Schüler. Es gab einen „Simple Electric Circuit diagnostic test“, dieser war unterteilt in einen praktischen und einen theoretischen Teil. Der praktische Teil beinhaltete 13 Fragen und der theoretische acht. Die Studie setzte sich zunächst mit einer Literaturrecherche über bereits vorhandene Schülervorstellungen auseinander und dann wurden diese selbst ausgetestet. Einige dieser Vorstellungen sind: Nach Chambers und Andre (1997) und McDermott und Shaffer (1992) denken die Schüler/innen, dass die Elektrizität auf dem Weg von der Spannungsquelle zum Verbraucher Strom verliert. Schüler/innen glauben, dass die Batterie mehr eine Strom- als eine Spannungsquelle ist. Diese Schülervorstellung erforschen Cohen, Eylon und Ganiel (1983), Heller und Finley (1992) und Psillos und Koumaras (1988). Alle Schülervorstellungen wurden analysiert und kategorisiert. Die Testergebnisse zeigen, dass die Schüler/innen allgemein höhere Fehlvorstellungen im praktischen als im theoretischen Teil aufweisen. Beispielsweise dachten 60 Prozent der Schüler/innen im praktischen Teil, dass die Batterie eher eine Strom- als eine Spannungsquelle ist. Im theoretischen Teil dachten dies nur 28 Prozent. Es wurden

⁴ Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung. Abgerufen von:
https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_ahs_unterstufe.html [Stand: 03.06.18]

insgesamt elf Fehlvorstellungen geprüft, wobei nicht alle für diese Arbeit relevant sind. Im Durchschnitt wiesen die Lernenden in der Praxis zwischen fünf und sechs Fehlvorstellungen auf, in der Theorie waren es vier bis fünf. Keine der Schüler/innen hatte alle Fehlvorstellungen zur selben Zeit und jede, beziehungsweise jeder hatte zumindest eine. Zwischen den Geschlechtern konnte in dieser Studie kein nennenswerter Unterschied festgestellt werden, die Jungen schnitten im praktischen Teil besser ab und die Mädchen im theoretischen. In anderen Studien, auf die sich diese bezieht, zum Beispiel bei Chambers und Andre (1995) oder Kahle und Meece (1994), wurden mehr Fehlvorstellungen bei den Mädchen festgestellt. Diese Studie konnte dies jedoch nicht verifizieren (SENCAR, YILMAZ, & ERYILMAZ, 2001).

Die nächste Studie befasst sich ebenfalls mit Schülervorstellungen zur Einführung der Elektrizität. Die Studie fand 2001 im Osten von Jerusalem in der elften Schulstufe statt, unterrichtet wurden insgesamt 15 Einheiten. Der Unterricht wurde zweimal pro Woche zu je 90 Minuten abgehalten. Getestet wurde im Pre- und Posttest Format. Beide Tests waren identisch und wurden immer mit den Schülerinnen ausführlich diskutiert, man versuchte einen Konzeptwechsel herbeizuführen. In dieser Studie wurden ausschließlich Mädchen getestet, insgesamt waren es 25. Die Schülerinnen sind es nicht gewohnt, experimentell zu arbeiten, dies wurde aber in dieser Studie gemacht und anhand von Diskussionen besprochen. Für die Studie wurde zunächst der historische und theoretische Hintergrund beleuchtet, dies ging von Stephen Gray (1720, 1731) über Charles François de Cisternay du Fay (1734) bis hin zu Luigi Galvani (1791), Volta (1816), Davy (1808) und Faraday (1834). Einige Schwierigkeiten, die bei den Schülerinnen auftraten waren, dass sie nicht eindeutig die Anode und Kathode in der galvanischen Zelle identifizieren konnten. Der Strom und das Aufladen der galvanischen Zellen bereiteten ihnen auch Mühe. Der Test erfolgte in Anlehnung an den Test von Yurok (2007). Die Testergebnisse zeigen, dass 40 Prozent der Schülerinnen die Anode und Kathode richtig identifizieren konnten. Nur 32 Prozent konnten den Strom in der galvanischen Zelle richtig beschreiben. Das Laden der Batterie wurde von 40 Prozent richtig beantwortet. Die Schülerinnen schnitten besser ab als die Kontrollgruppe, aber schlechter als die Experimentalgruppe (Bar, Azaiza, Azaiza, & Shirtz, 2016).

In Trabzon, einer Provinz in der Türkei, wurde eine Studie über Vorstellungen zur Elektrizitätslehre von Alev Özyurt an der Educational Faculty der Karadeniz Technical University veröffentlicht. Die Befragung umfasste 30 Schüler/innen, davon waren je zehn Schüler/innen aus der vierten, sechsten und achten Klasse, das heißt die

Lernenden waren zwischen neun und 15 Jahre alt. Die Eruiierung der Alltagsvorstellungen wurde in Form von Interviews durchgeführt. Die erste Frage befasste sich damit, was die Schüler/innen mit der Elektrizität verbinden. Die Assoziationen aus der vierten Klasse waren Edison, Licht, Beleuchtung, Lampen, Sonne und der sparsame Einsatz des Lichts. Die sechste Klasse antwortete mit elektrischen Kabeln und Schaltern, Wissenschaft und Strommasten. Die Schüler/innen der achten Klasse gaben technologische Hilfsmittel, Fernsehen, Computer, Liebe, Licht, wissenschaftliches Labor, wichtig in unserem Leben und soziale Solidarität an. Die zweite Frage zielte darauf ab, warum Elektrizität im Leben der Schüler/innen wichtig ist und womit sie konfrontiert werden können, wenn diese nicht existiere. Die vierte Klasse beantwortete die Frage, warum Elektrizität wichtig sei, damit, dass man durch sie Werkzeuge bedienen könne und sie in Krankenhäusern, in Tunneln und in Häusern gebraucht wird. Wenn es den elektrischen Strom nicht gäbe, könnten Patienten sterben und wir hätten keine Beleuchtung. In der sechsten Klasse tauchten folgende Einfälle auf: Strom wird bei Aufzügen, bei Autos und in Schulen verwendet, ohne Strom könnten wir einige Werkzeuge nicht bedienen und auch nicht arbeiten. Die achte Klasse begegnete den Fragen mit dem Nennen von möglichen Problemen der Kommunikation, Sozialisation und Reisen, Diebstähle könnten zunehmen und Essen könnte verrotten. Die dritte Frage beschäftigte sich damit, wie die Elektrizität in die Häuser gelangt und wie sie entsteht. Die Schüler/innen der vierten Klasse assoziierten die Produktion von Strom mit Wasserkraftwerken oder Meeren. Des Weiteren gelangt Strom laut ihnen durch Kabel in unsere Häuser. Die sechste Klasse gab zur Entstehung von Strom die verschiedensten Kraftwerke an, wie Sonnenlicht, Wasser, Wind, ebenso kamen Gedankengänge, wie Sauerstoff und globale Erwärmung, sowie Propeller. Strom kommt laut dieser Altersgruppe zu unseren Haushalten durch Transformatoren, Dynamos und Elektrokabel. In der achten Klasse wurden ähnliche Beispiele wie in der sechsten Klasse genannt, folglich die verschiedenen Kraftwerke. Auf die Frage, wie der Strom in die Häuser gelangt, wurde die Isolation durch Erdkabel genannt. Die letzte Frage beschäftigte sich damit, was die Schüler/innen machen würden, wenn sie an einem Ort ohne Elektrizität wären, es jedoch einige Werkzeuge, die mit Strom betrieben werden können, gäbe. Es sollte genannt werden wie die Schüler/innen diese benutzen würden und wie sie Beleuchtung liefern könnten. In der vierten Klasse meinte man, dass man sich mit Kabeln helfen könnte oder dass man Elektrizität durch Wasser oder Batterien gewinnen kann. Die Schüler/innen der sechsten Klasse würden die Sonnenenergie oder Kabel benutzen und ein kleines Wasserkraftwerk mithilfe eines Dynamos bauen. Die achte Klasse würde Elektrizität

von einem elektrischen Fisch entnehmen, Generatoren verwenden oder Elektrizität durch Reibung nutzen (Solomon & Thomas, 1999).

Eine Studie, veröffentlicht von Kishore und Kisiel (2013), befasst sich mit den Fehlvorstellungen zum Thema Solarzellen. Die Stichprobe umfasst 178 Gymnasiast/innen im Alter von 14 bis 15 Jahren aus zehn verschiedenen Biologieklassen, die von zwei unterschiedlichen Lehrkräften unterrichtet wurden. Diese Studie wurde in Südkalifornien in den USA durchgeführt. Es wurden sowohl Multiple Choice als auch offene Fragen zur Solarzelle gestellt. Die Schüler/innen wurden gemeinsam auf die Umfrage vorbereitet. Sie bekamen anfangs ein Bild zu einem Solarmodul und eine echte Version ins Klassenzimmer. Die Auswertung ergab folgende Ergebnisse: Eine Frage befasste sich damit, wie eine Solarzelle funktioniert. Nur etwa drei Prozent der Befragten gaben an, dass die Energieumwandlung durch Elektronen erfolgt. 17 Prozent beantworteten die Frage damit, dass die Solarzellen das Sonnenlicht absorbieren und dieses in weiterer Folge in Elektrizität umwandeln. Dass Sonnenlicht absorbiert werde, war die Antwort von 16 Prozent der Schüler/innen, dass Sonnenenergie von den Solarzellen eingespeist werde und daraufhin Strom abgebe, meinten 13 Prozent. 32 Prozent der Schüler/innen denken, dass die Sonnenstrahlen eingefangen und die Wärme in Energie umgewandelt werde. Dass die Energie der Sonne absorbiert werde, wurde von 28 Prozent der Schüler/innen geschrieben. Acht Prozent der Befragten meinten, dass die Solarzellen die Sonnenstrahlen speichern und sie später als Energie wieder abgeben würden und fünf Prozent der Schüler/innenantworten befassten sich nicht mit der Fragestellung (Kishore & Kisiel, 2013).

Koulaidis und Christidou (1999) stellten bei einer Befragung über den Treibhauseffekt fest, dass die Schüler/innen die Sonne als Quelle thermischer Energie und nicht als Lichtenergie oder Strahlung wahrnehmen. Diese Umfrage umfasste 40 Volksschulkinder im Alter zwischen elf und zwölf Jahren (Kishore & Kisiel, 2013).

Weitere Schülervorstellungen, die in der Literatur publiziert wurden:

- Nach Stepans ist die Definition von Energie, die Fähigkeit Arbeit zu verrichten beziehungsweise die Fähigkeit Veränderungen an Materie zu bewirken. Im Alltagsgebrauch wird der Begriff von Energie sehr großzügig verwendet. Die Problematik bei der Vermittlung des Energiebegriffs besteht darin, dass Energie nicht greifbar ist und dass man die Veränderungen der Energie spüren kann,

jedoch die Energie selbst nicht. Des Weiteren verbindet man die Energie als Kraft, Kraftstoff oder Flüssigkeit, die verbraucht wird (Stepans, 2006).

- Batterien sind Stromspeicher, welche in einem abgeschlossenen Stromkreis geleert werden (Wiesner u. a., 2011).
- Batterien verbrauchen elektrischen Strom (Wiesner u. a., 2011).
- In Batterien ist die Stromstärke immer konstant, somit liefert sie immer Strom derselben Stärke, bis sie „leer“ ist (Wiesner u. a., 2011).
- Bei Parallelschaltung von zwei Lämpchen leuchtet das erste schwächer als das andere, da sich der Strom verteilen muss (Wiesner u. a., 2011).
- Batterien liefern nur Strom, wenn sie angeschlossen sind (Müller & Wiesner, 2011).
- Batterien können wieder aufgeladen werden (Müller & Wiesner, 2011).
- Wenn eine Glühbirne an eine Batterie angeschlossen wird, bedarf es eines einzigen Kabels (Müller & Wiesner, 2011).
- Der Akku kann wieder aufgeladen werden, wenn er „leer“ ist (Barke & Harsch, 2001).

3.3.3 Heterogenität im Physikunterricht

Ein Aspekt der Heterogenität bezieht sich auf das Geschlecht der Schüler/innen. Die folgenden Forschungen beziehen sich hier vor allem auf deutsche Schüler/innen. Als Lehrkraft sollte man auf Geschlechtsstereotype verzichten, wie zum Beispiel auf die Annahmen, dass die Naturwissenschaften eher den Schülern, als den Schülerinnen liegen, oder Schüler nur für ihre Leistung loben und Schülerinnen für ihr soziales Verhalten oder ihren Fleiß (Labudde, 2013). In Interaktionsstudien aus den achtziger Jahren zeigt sich auch, dass Jungen im Physikunterricht häufiger aufgerufen werden als Mädchen (Mikelskis, 2010). TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) ist ein internationaler Leistungsvergleich in den Naturwissenschaften, der sich auch mit den geschlechtsspezifischen Unterschieden der Schüler/innen beschäftigt. TIMSS erforschte unter anderem die Frage, ob es zwischen Schüler/innen der siebenten und achten Schulstufe und Abiturient/innen einen Leistungsunterschied gibt. Durch die Studie und Befragung wurde nachgewiesen, dass Mädchen allgemein in der Sekundarstufe I in den Unterrichtsfächern Mathematik und Physik schlechter abschneiden als ihre Schulkollegen. Ebenso gibt es in der Oberstufe eine erhebliche Leistungsdifferenz, die mit zunehmendem Alter der Schüler/innen immer weiter steigt. Nach Baumert (1997 und 1999) blieben in Deutschland diese Unterschiede in der Leistung der Schüler/innen 30 Jahre nahezu unverändert. Interessant dabei ist, dass

Schülerinnen trotz ihrer schlechteren Leistungen in den Naturwissenschaften allgemein bessere Schulabschlüsse als Schüler verzeichnen. Beispielsweise hatten Schülerinnen aus Bayern 1996 in zehn von vierzehn Unterrichtsfächern bessere Noten als ihre Schulkollegen und nach Looss gab es 2001 einen sechsfünftelprozentigen Anteil an Abiturientinnen in Deutschland (Mikelskis, 2010). Ein weiterer Unterschied besteht im Interesse der Schüler/innen. Hoffmann, Häußler und Lehrke haben in den Achtzigern und Neunzigern am IPN Kiel (Institut für Pädagogik und Naturwissenschaften) dazu auch eine große Interessensstudie gemacht. Untersucht wurde, wie sich das Interesse der Schüler/innen im Laufe der Sekundarstufe I verändert und von welchen Aspekten diese abhängen. Herausgefunden wurde, dass das Interesse in der Physik prinzipiell bei Schülern höher ist als bei Schülerinnen. Von der siebenten bis neunten Schulstufe, also gerade am Anfang des Physikunterrichts, schrumpft das Interesse bei beiden Geschlechtern. Zu beachten ist der Unterschied zwischen Fach- und Sachinteresse. Wenn man kein Interesse am Fach Physik hat, heißt es nicht, dass die Schüler/innen die physikalischen Themen nicht für allgemeinwichtig erachten (Mikelskis, 2010). Die Schülerinnen interessieren sich mehr für medizinische und astronomische Aspekte der Physik (Labudde, 2013). Diese kommen jedoch kaum im Unterricht vor. Die Schüler/innen beschreiben den Physikunterricht oft als trocken, als Lernen von Formeln und verschiedenen Gesetzen, sehr vielen Erklärungen und Rechenbeispielen. Der Alltagsbezug ist nicht in der Form gegeben, mit der die Schüler/innen zufrieden wären. Ein weiterer Aspekt, der bei Mädchen eine Rolle spielen könnte, ist die Tatsache, dass es in der Geschichte viel mehr Physiker als Physikerinnen gibt und sie somit möglicherweise weniger Vorbilder in der Physik haben (Mikelskis, 2010). Das Selbstkonzept, beziehungsweise Selbstvertrauen spielt ebenso eine wichtige Rolle bei den Schüler/innen. Unterschiede machen sich beim Selbstkonzept und bei der Selbsteinschätzung bemerkbar. Wenn angenommen wird, dass Schüler/innen die gleiche Leistung erbringen, bewerten Mädchen ihre Kompetenzen in der Physik weniger gut, wohingegen die Jungen ihre Fähigkeiten oftmals auch besser einschätzen als sie tatsächlich sind (Labudde, 2013). Nach Baumert (1997) haben die Schülerinnen prinzipiell ein geringeres Selbstvertrauen in ihre Begabungen im Fach Physik. Längst vor den ersten Unterrichtsstunden gehen Mädchen davon aus, dass sie im Zeugnis in den naturwissenschaftlichen Fächern schlechtere Noten haben als ihre männlichen Kollegen. Diese Erwartung existiert unabhängig von ihrem tatsächlichen Können. Wie könnte man den Unterricht unter Berücksichtigung der Geschlechter also verbessern? Die Lehrer/innen sollten an die verschiedenen vorunterrichtlichen Vorstellungen anknüpfen. Sie sollen das Rechnen und die Mathematik im Physikunterricht etwas

einschränken. Die Schüler/innen sollen unterschiedlich gefördert werden, zum Beispiel durch verschiedene Arbeitsmaterialien und durch Bezugnahme auf die differenzierten Interessen oder kontextorientierten Unterricht. Die Lehrkräfte sollen immer wieder reflektieren und sich selbst hinterfragen, ob sie alle Anforderungen, die die Unterschiede zwischen Schüler/innen mit sich bringen, auch einhalten und erfüllen (Mikelskis, 2010).

3.4 Entwicklung der Unterrichtsmaterialien

In diesem Kapitel werden zunächst verschiedene Schulbücher betrachtet und darauf aufbauend die Unterrichtsmaterialien entwickelt.

3.4.1 Herangehensweisen und Ziele von Schulbüchern

In folgendem Kapitel wird bewusst auf zwei sehr unterschiedliche Schulbücher eingegangen, die sich durch ihre Herangehensweise bei den Themen Batterien, Akkus und Solarzellen sehr unterscheiden.

Das Schulbuch „ganz klar: Physik 3“ von Werner Gruber und Christian Rupp aus dem Jahr 2005 beginnt mit einer kurzen allgemeinen Beschreibung von Batterien und Akkus, es wird zum Beispiel erklärt, dass sie Energie elektrochemisch speichern und dass sie Spannungsquellen sind. Batterien sind wieder aufladbar, Akkus nicht. Des Weiteren folgt das Prinzip der galvanischen Zelle und der Geschichte von Galvani und den Froschschenkeln. Danach wird beschrieben, wie man sich eine galvanische Zelle mithilfe einer Orange selber bauen kann und wie das Prinzip technisch funktioniert. Des Weiteren wird auf den Akku eingegangen und wo die Unterschiede zwischen Batterien und Akkus liegen. Im Buch wird angemerkt, dass man beim Akku Elektroden und Elektrolyte verwendet, sodass der Akku wieder aufgeladen werden kann. Ebenso wird der Bleiakku vorgestellt. Das Prinzip, wie der Vorgang des Auf- und Entladens funktioniert, wird anhand der Batterie sehr detailliert erklärt. Abbildungen von einer galvanischen Zelle und einer Zink-Kohle-Batterie gibt es ebenso in diesem Buch. Diese sind jedoch sehr schematisch gezeichnet und bilden den Vorgang nicht im Detail ab (Gruber & Rupp, 2005).

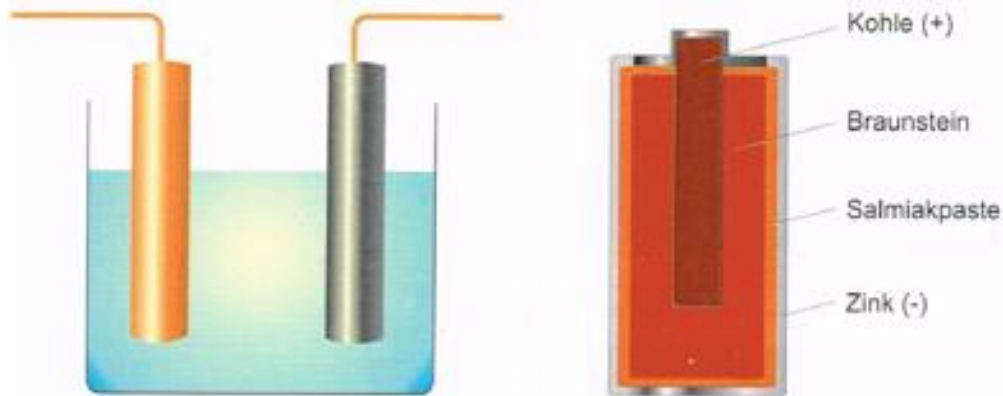


Abbildung 1: Links: Skizze einer galvanischen Zelle. Rechts: Zink-Kohle-Batterie. Quelle: Gruber & Rupp, 2005, S. 77

Bei der Solarzelle beginnt das Buch mit historischen Fakten vom deutschen Physiker Philipp Lenard und Albert Einstein. Der Photoeffekt wird schematisch aufgezeichnet und erklärt, da dieser die Grundlage für die Funktionsweise der Solarzelle bildet. Danach wird noch kurz beschrieben, wie die Solarzelle arbeitet und wo sie angewendet werden kann (Gruber & Rupp, 2005).

Das Schulbuch „Mehrfach Physik 3“ aus dem Jahr 2016 von Sonja Fürböck und Bruno Putz beschäftigt sich mit dem Prinzip der galvanischen Zelle und einer sehr anschaulichen Abbildung dazu.

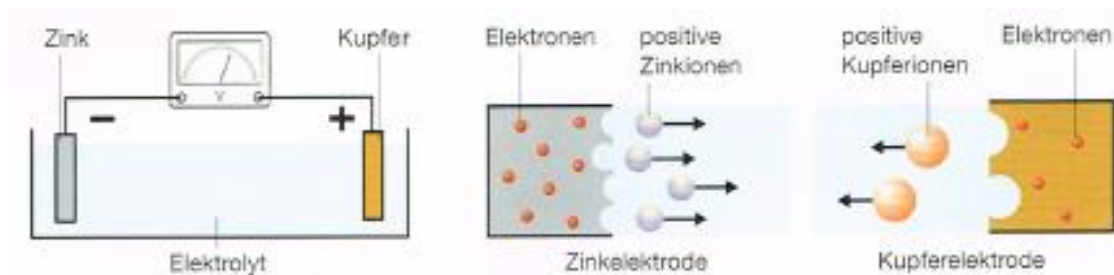


Abbildung 2: Prinzip einer galvanischen Zelle. Quelle: Fürböck & Putz, 2016, S. 26

Danach wird auf die Batterie und deren Materialien eingegangen. Es wird erwähnt, welche Batterien heute verwendet werden und warum beispielsweise die Haltbarkeit einer Batterie vom Material abhängt. Anschließend beschäftigt sich das Buch mit dem Akku und worin der Unterschied zwischen Batterien und Akkus besteht. Ebenso wird auf den Bleiakku eingegangen und seine Funktionsweise abgebildet. In einem darauffolgenden Kapitel werden auch noch die Serien- und Parallelschaltung von Batterien betrachtet und welche Auswirkung diese haben. Die Solarzelle wird bei weiteren Stromquellen angeführt. Es wird beschrieben, was sie macht und woraus sie besteht beziehungsweise wo sie verwendet wird (Fürböck & Putz, 2016). Zum Buch

„Mehrfach Physik 3“ gibt es auch ein Arbeitsbuch. Dort findet man Anleitungen zu Versuchen der Galvanischen Zelle und einer Zitronenbatterie. Die Geschichte von Luigi Galvani und den Froschschenkeln kann mit anschließenden Fragen erarbeitet werden. Ein Abschnitt beschäftigt sich mit der richtigen Entsorgung von Batterien und Akkus. Es gibt einen Teil mit einem Lückentext, in dem nochmals alles zusammengefasst wird. Danach werden Versuchsanleitungen zur Serien- und Parallelschaltung und zur Solarzelle dargestellt. Einige Fragen zum Nachdenken und ein Kreuzworträtsel, wo wiederum die wichtigsten Begriffe gefestigt werden, sind ebenfalls zu finden (Fürböck & Putz, 2016).

Der Grund, warum gerade diese beiden Lehrwerke für die Analyse herangezogen wurden, liegt darin, dass sie Wesentliche Unterschiede im Aufbau aufweisen. „Ganz klar: Physik 3“ von Gruber und Rupp ist sehr technisch aufgebaut. Es wird fast gar nicht auf alltagspraktische Anwendungen eingegangen und auch die schematischen Skizzen sind sehr einfach gehalten und man versucht eher im Text den Sachverhalt zu erklären. „Mehrfach Physik 3“ von Fürböck und Putz ist schon sehr modern gestaltet, denn hier wird versucht, das Geschriebene auch detailreich in Abbildungen nochmals visuell an die Schüler/innen weiterzugeben. Es gibt zudem sehr viele praktische Anwendungen und man versucht, die Lernenden zu animieren, sich selbst über die physikalischen Aspekte Gedanken zu machen und sie zu hinterfragen. Das Buch bietet verschiedenste Versuchsanleitungen, um Versuche von den Schüler/innen selbst durchführen zu lassen. Natürlich ist kein Physikbuch perfekt und es ist gut, wenn verschiedene Herangehensweisen angeeignet werden können und selbst entschieden wird, welche für sich und die Schüler/innen am besten geeignet sein könnten. Fragen, die sich Lehrkräfte bei der Lehrwerksauswahl stellen können, sind: Bei welchem Buch wird zum Beispiel mehr Interesse oder Motivation der Schüler/innen geweckt? Gibt es Bücher die verständlicher formuliert sind als andere?

Deshalb wird in dieser Arbeit unter anderem auch der Aspekt, der Vielzahl von Lehrwerken, betrachtet. Bei den Unterrichtsplanungen der Autorin wurden als Quellen unter anderem diese beiden Bücher benutzt. Bei der galvanischen Zelle und dem Akku arbeitete die Autorin vor allem mit dem Buch „Mehrfach Physik 3“, da hier die graphischen Darstellungen und der Bezug zum Alltag besser dargestellt werden und für die Schüler/innen verständlich präsentiert werden. Für die Vermittlung über die Funktionsweise der Solarzelle wurde eher mit „ganz klar: Physik 3“ gearbeitet, da hier auch der physikalische Hintergrund beleuchtet wird. Wenn die Schüler/innen sich den Stoff selbstständig erarbeiten sollen, würde die Autorin „Mehrfach Physik 3“ empfehlen.

Dieses Buch geht intensiver auf die Schülervorstellungen ein, indem es sehr viele Beiträge aus dem Alltag bespricht und den Lernenden eine gewisse Motivation bietet. Es ist durch die verschiedenen und detailreichen Graphiken einfacher zu verstehen und bietet auch Möglichkeiten, den Stoff zu vertiefen und zu festigen, da es dazu ein Arbeitsbuch für die Schüler/innen gibt. „ganz klar: Physik 3“ ist sehr theoretisch gehalten und ist eher für Frontalunterricht geeignet, es geht nicht auf die Schülervorstellungen ein.

3.4.2 Unterschiede zwischen den Unterrichtsstilen

Zu allererst wird eine ausführliche didaktische Analyse zu den Themen Batterien, Akkus und Solarzellen durchgeführt, um einen bestmöglichen Unterricht für die unterschiedlichen Klassen zu gewährleisten. Ziel des Unterrichts ist, dass die Schüler/innen wissen sollen, was der Unterschied zwischen Batterien und Akkus ist, wie sie funktionieren und aufgebaut sind. Wichtig ist auch, wie das Laden und Entladen des Akkus funktioniert. Des Weiteren sollen die Schüler/innen erfahren, wie die Solarzelle aufgebaut ist und wo die Spannungsquellen angewendet werden können. Ebenso soll vermittelt werden, was deren Anwendung für unsere Umwelt bedeutet. Die elementaren Grundideen sind, dass Batterien und Akkus als Spannungsquellen dienen und es sich um Energiespeicher handelt. Der Aufbau einer galvanischen Zelle ist auch ein wichtiger Faktor, um den Ladungsprozess zu verstehen. Ebenso ist es von Bedeutung, den Energieverbrauch einschätzen zu können, um zu verstehen, warum es Batterien und Akkus gibt, die sich wiederaufladen können oder eben nicht und warum man Geräte verwendet, die nicht am Stromnetz hängen. Die Schüler/innen sollen außerdem erkennen, dass die Solarzellen Sonnenlicht in elektrischen Strom umwandeln. Die beiden Unterrichtsstile werden nun kurz vorgestellt und anhand der verschiedenen Unterrichtsmethoden erklärt. Der Unterricht ohne Bezug auf die Schülervorstellungen wird in den folgenden Kapiteln mit OB bezeichnet und der Unterricht mit Einbezug der Schülervorstellungen wird in den weiterführenden Abschnitten mit MB benannt.

Die Unterschiede werden in folgender Tabelle dargestellt:

Unterricht OB	Unterricht MB
<ul style="list-style-type: none"> • herkömmlicher Unterricht • fachlich korrekte Erklärungen der Lehrkraft ohne auf Schülervorstellungen einzugehen • Fehler werden nicht erlaubt • kurzer Einstieg • Arbeitsblätter zur Festigung 	<ul style="list-style-type: none"> • Lehrperson als Lernbegleiterin bzw. Lernbegleiter • Als Einstieg: Abholung der Schüler/innen und deren Vorstellungen • Einsatz von Konzeptwechselstrategien • Fehler werden umgedeutet und sind erlaubt • Platz für viele Diskussionen zwischen Lehrkraft und Schüler/innen • Arbeitsblätter um Schülervorstellungen zu erfahren und diese in den Diskussionen zu besprechen

Tabelle 1: Unterschiede zwischen den Unterrichtsstilen

3.4.3 Unterricht ohne Einbezug der Schülervorstellungen

Der Unterricht OB ähnelt einem herkömmlichen Unterricht. Die Lehrerin versucht immerzu alles fachlich korrekt zu erklären und nicht auf die Schülervorstellungen einzugehen. Als Einstieg zeigt die Autorin in den Klassen verschiedenste Batterien und beginnt anschließend mit der Erklärung der galvanischen Zelle anhand einer Skizze, die im Anhang A zu finden ist. Des Weiteren sollen die Schüler/innen ihr Wissen festigen. Das Ziel ist es, das Gelernte nochmals durchzugehen und zu reflektieren. Die Klassen OB bekommen jeweils ein Arbeitsblatt mit einem Lückentext zum Prinzip der galvanischen Zelle. Dies dient einerseits zur Wiederholung und andererseits dient die Übung dazu, Schreibarbeit zu umgehen und sich auf das Verständnis zu konzentrieren. Dieses Arbeitsblatt wird im Anschluss im Klassenverband verglichen. Danach führt die Autorin noch Anwendungsbeispiele an, die die Schüler/innen mit ihrem erworbenen Wissen aus der Stunde beantworten können sollen, falls diese Meldungen nicht richtig sind, so werden sie richtiggestellt, ohne näher auf die Fehler einzugehen. Am Ende der Stunde findet noch eine Methode „Blitzlicht“ statt, bei der jede Schülerin und jeder Schüler in einem Satz wiedergeben soll, was sie sich heute gemerkt haben, oder was sie besonders beeindruckt hat. In der darauffolgenden Unterrichtsstunde wird das Prinzip der Solarzelle erarbeitet. Als Einstieg findet eine kurze Wiederholung der letzten Stunde statt. Danach erklärt die Lehrerin die Funktionsweise der Solarzelle, dieses Wissen festigen die Schüler/innen wiederum in Form eines Arbeitsblattes, in der sie Satzhälften zur Solarzelle richtig zuordnen sollen. Dieses wird dann verglichen und den Abschluss der Unterrichtseinheit bildet die Methode „Blitzlicht“.

3.4.4 Unterricht mit Einbezug der Schülervorstellungen

In der ersten Stunde, in der es um Batterien und Akkus geht, zeigt die Autorin in den Klassen verschiedenste Batterien und Akkus, wobei die Batterien und Akkus auch durchgegeben werden, damit die Schüler/innen sie auch angreifen können. Die Unterrichtsteilnehmer/innen erzählen, was ihnen dazu einfällt und was sie von den Batterien und Akkus ablesen können. Ziel ist es, die Schüler/innen mit ihren Vorstellungen zu Batterien und Akkus im Unterricht abzuholen und des Weiteren die Anknüpfungsstrategie des Konzeptwechsels anwenden zu können. Anschließend sollen sich die Schüler/innen selbst mit dem Thema auseinandersetzen, ohne die fachlichen Details zu kennen. Ziel dieser Unterrichtsphase ist es, dass die Schüler/innen verstehen, was die Unterschiede zwischen Batterien und Akkus sind und welche Geräte damit betrieben werden können. Die Schüler/innen sollen erkennen, dass die Batterien und Akkus eine Form von Spannungsquellen sind, dass Batterien nicht aufgeladen werden können und Akkus schon. Batterien und Akkus weisen Unterschiede im Energieverbrauch auf, daher gibt es Geräte, bei denen die Batterie und Geräte, bei denen der Akku vorteilhafter zum Einsatz kommt. Die Lehrkraft versucht die Vorstellungen der Schüler/innen in den Unterricht zu integrieren, Diskussionen anzuleiten und kritische Fragen zu stellen, um die Schülervorstellungen Schritt für Schritt in physikalisch richtige Vorstellungen umdeuten zu können. Es ist nach Kirchner (2015) wichtig, dass die Schüler/innen mit ihren Vorstellungen unzufrieden sind und die physikalisch richtigen Vorstellungen einleuchtend sind. Des Weiteren sollen sich die Schüler/innen damit beschäftigen, welche Geräte mit welcher Spannungsquelle betrieben werden und einige Fragen aus dem Alltag beantworten. Diese Aspekte werden dann auch im Plenum besprochen und mithilfe des Konzeptwechsels, der Anknüpfungs- und Umdeutungsstrategie, in eine physikalisch richtige Sichtweise umgewandelt. Hierbei ist es wichtig, jeder Schülerin und jedem Schüler die Chance zu geben, seine eigene Meinung und Vorstellung präsentieren zu können und danach auf jede einzelne einzugehen, ohne sie negativ zu bewerten und an diese anzuknüpfen, um einen kontinuierlichen Lernweg zu gewährleisten. Daraufhin können die Vorstellungen der Schüler/innen Schritt für Schritt in physikalisch richtige Vorstellungen umgewandelt werden. Im Anschluss erfahren die Klassen MB einen kontinuierlichen Übergang zur physikalisch richtigen Vorstellung, da sie an ihre Vorstellungen anknüpfen können und diese schon teilweise umgedeutet wurden. Ziel ist es, dass die Schüler/innen das Prinzip der galvanischen Zelle und die Vorgänge des Auf- und Entladens verstehen lernen. Die Lehrkraft erklärt das Prinzip der galvanischen Zelle. Dabei sollen die Schüler/innen eine Skizze auf das dazugehörige Arbeitsblatt

machen. Die Skizze wird von der Autorin ausführlich erklärt und mehrmals erläutert. Sie lässt auch Platz für Fragen. Die Autorin möchte sich auf das Verständnis konzentrieren und möglichst ausführliche Erklärungen bieten und diese mehrmals auf verschiedene Arten wiederholen. Die Lehrkraft geht darauf ein, was der Ladungsprozess bedeutet und was nun „die Batterie ist leer“ wirklich heißt, auch der Begriff der Spannungsquelle und der Stromfluss werden ausführlich diskutiert, dabei wird die Konfrontationsstrategie angewandt und die Lehrperson fragt, ob die Batterie, wenn sie sich entladen hat, wirklich leer sei. Diese Frage soll einen Konflikt bei den Schüler/innen erzeugen und die Lernenden sollen einsehen, dass dies nicht möglich sein kann. Im nächsten Schritt sollen die Schüler/innen ihr Wissen festigen. Das Ziel bei diesem Vorgang ist es, das Gelernte nochmals durchzugehen und zu reflektieren. Die Schüler/innen sollen das Gelernte wiederholen, um eventuelle Schwierigkeiten noch ausmerzen zu können. Es bietet sich wieder ein Blitzlicht an, in der die Schüler/innen erneut die Möglichkeit haben, zu erzählen, was sie sich von der Stunde gemerkt haben und ob alles verständlich dargestellt wurde. Die Schüler/innen haben die Möglichkeit, noch Fragen zu stellen. Sollten sich noch immer falsche Auffassungen ergeben, versucht die Lehrkraft, die Schülervorstellungen in physikalisch richtige Anschauungen umzudeuten. In der darauffolgenden Physikstunde, in der es um die Solarzelle geht, beginnt die Stunde mit einer kurzen Wiederholung des bereits erarbeiteten Stoffes. In der Unterrichtseinheit der Solarzelle wird der Unterricht ähnlich wie in der vorherigen aufgebaut. Der Anspruch besteht darin, dass die Schüler/innen MB wiederum ihre Vorstellungen anhand eines Arbeitsblattes aufschreiben sollen, an diese wird dann wieder angeknüpft und anschließend umgedeutet. Ziel dieser Unterrichtseinheit ist es, dass die Lernenden am Ende mit dem Wissen nach Hause gehen, wie eine Solarzelle aufgebaut ist und wie diese funktioniert.

3.5 Selektion und Beschreibung der Versuchsgruppen

Nachdem die Themen Batterien, Akkus und Solarzellen, die in der 7. Schulstufe behandelt werden, für die Testung von Schülervorstellungen gewählt werden, wird die empirische Untersuchung in den dritten Klassen durchgeführt. Insgesamt werden vier dritte Klassen aus zwei unterschiedlichen Gymnasien ausgewählt. Beide Schulen befinden sich im ländlichen Raum. Die Testung besteht aus zwei Teilen. Es gibt einen Pretest, den die Schüler/innen beantworten sollen, ohne bereits im Physikunterricht die Themen besprochen zu haben. Die Fragen, die im Kapitel Fragenbogenerstellung genauer beleuchtet werden, wurden aufgrund der verschiedenen Studien, die bereits zu diesen Themen erhoben wurden, erstellt. Ziel ist es, im Pretest herauszufinden,

welche Vorstellungen die Schüler/innen aufweisen. Danach werden zwei Klassen zufällig ausgewählt, die an einem herkömmlichen Unterricht teilnehmen und die beiden anderen Klassen nehmen an einem Unterricht teil, der auf die Schülervorstellungen aufbaut und diese stark in den Unterricht miteinbezieht. Der Unterricht wird von der Autorin selbst gehalten. Im Anschluss an die circa eineinhalb Einheiten, wobei eine Einheit auf die Themen Batterien und Akkus entfällt und eine halbe auf die Solarzelle, wird erneut eine Testung durchgeführt, welche aus denselben Fragen wie der Pretest besteht. In dieser Untersuchung soll herausgefunden werden, ob sich die Schülervorstellungen verändert haben oder sich neu gebildet haben, daher sind die Fragestellungen auch ident.

In der folgenden Tabelle sind die Schulen und Klassen angeführt, um einen besseren Überblick zu erhalten.

Schule	Klasseninformationen Unterricht ohne Bezug auf die Schülervorstellung	Klasseninformationen Unterricht mit Bezug auf die Schülervorstellung
Schule 1, ländlicher Raum, mittelgroße Bezirkshauptstadt	3b (Gymnasium mit Latein) Anzahl gesamt: 24 (17w/7m)	3c (Realgymnasium) Anzahl gesamt: 22 (4w/18m)
Schule 2, ländlicher Raum, mittelgroße Bezirkshauptstadt	3c (Realgymnasium) Anzahl gesamt: 21 (8w/13m)	3b (Gymnasium mit Französisch) Anzahl gesamt: 21 (17w/4m)

Tabelle 2: Informationen zu den Schulen und Klassen.

3.6 Fragebogenerstellung

Die Fragebögen werden von der Autorin selbst zusammengestellt. Es gibt einen Pre- und einen Posttest: Beide sind ident, um wirklich zu zeigen, ob sich in den Klassen die Schülervorstellungen ändern oder nicht. Es gibt Fragen zum Ankreuzen und offene Fragen. Bei den Multiple Choice Fragen ist es immer möglich, mehrere Antworten anzukreuzen. Diese Fragen zielen darauf ab, herauszufinden, welche Alltagsvorstellungen die Schüler/innen haben. Im Pretest wird herausgefunden, was die Schüler/innen bereits wissen und was ihre Vorstellungen sind. Der Pretest dauert ungefähr 20 Minuten pro Klasse. Die Schüler/innen werden davor ausreichend aufgeklärt, was sie zu machen haben. Ihnen wird vermittelt, dass es immer mehrere Antwortmöglichkeiten zur Auswahl gibt, dass sie auch ein Fragezeichen schreiben können, falls sie etwas nicht verstehen und dass sie alles so ausführlich und gut wie möglich beantworten sollen. Sie werden auch auf die anonyme Auswertung hingewiesen. Ebenso werden die Teilnehmer/innen darauf aufmerksam gemacht, dass

sie bei den Begründungsaufgaben auch hinschreiben sollen, ob sie geraten haben oder nicht, um der Autorin einen besseren Einblick über die Schülervorstellungen liefern zu können.

Zu den Testfragen gibt es Folgendes zu sagen:

Die genauen Fragen sind dem Anhang B zu entnehmen. Die Fragebögen bestehen aus drei Teilen. Der erste Teil beschäftigt sich mit allgemeinen Fragen zu den Schüler/innen, zum Beispiel wird nach Geschlecht, Alter, Semesterzeugnisnote, Klasse, und Muttersprache gefragt. Eine weitere Frage ist noch, ob die Klasse schon einmal wiederholt wurde oder nicht, um zu wissen, ob sich manche Schüler/innen bereits mit dem Thema beschäftigt haben. Insgesamt besteht dieser Teil aus sechs Fragen. Der zweite Teil besteht aus Fragen zu Batterien und Akkus, dazu gibt es insgesamt elf Fragen. Der dritte Teil beschäftigt sich mit der Solarzelle und besteht aus acht Fragen. Insgesamt gibt es 25 Fragen.

Zu den Themen Batterien und Akkus werden insgesamt elf Fragen zu den Alltagsvorstellungen der Schüler/innen gestellt. Anfangs wird gefragt, welche Geräte man mit einer oder mehreren Batterien betreiben kann. Dann geht es darum, warum man die Geräte, die die Schüler/innen zuvor ausgewählt haben, nicht mit einem Akku betreiben sollte. Des Weiteren gibt es eine offene Frage zu den Unterschieden zwischen Batterien und Akkus, welche die Alltagsvorstellungen der Schüler/innen erforschen soll. Da in der Studie von Sencar (2001) herausgefunden wurde, dass die Schüler/innen eher den Begriff der Stromquelle, als der Spannungsquelle verwenden, das heißt Schwierigkeiten bei den Begriffen aufweisen, wurde auch folgende Frage gestellt: Wozu dient die Batterie, als Strom- beziehungsweise Energiespeicher, als Spannungsquelle oder besteht der Zweck in mehreren Komponenten? Die Schüler/innen haben sich bereits mit dem Ohm'schen Gesetz und Schaltungen auseinandergesetzt, daher wird auch abgefragt, welche Schaltung sich in Fernbedienungen befinden. In der Studie von Bar (2016) haben die Schüler/innen Schwierigkeiten, den Stromfluss in einer Batterie richtig zu beschreiben. Daher stellt sich auch die Frage, ob die Schüler/innen überhaupt mit dem Begriff „Strom“ etwas anfangen können. Wissen sie, dass Strom kein Material ist? Des Weiteren stellt sich die Frage, wie Batterien und Akkus richtig entsorgt werden und warum, und ob die Schüler/innen auch wissen, welche Materialien in Batterien und Akkus enthalten sind. Im alltäglichen Sprachgebrauch verwendet man den Ausspruch: „Die Batterie ist leer“, deshalb werden die Schüler/innen auch gefragt, was das überhaupt bedeutet, ebenso was es beim Laden eines Akkus auf sich habe. Danach werden noch spezielle Fragen

zum Akku formuliert: „Hält ein Akku ewig beziehungsweise kann dieser Feuer fangen und warum kann er das oder auch nicht?“ Die restlichen acht Fragen beziehen sich auf die Solarzelle. Dabei wird gefragt, wie die Solarzellen funktionieren und wo sie am besten montiert werden und in welche Himmelsrichtung. Bei der Frage in welche Himmelsrichtung die Solarzellen montiert werden sollen, wird wieder eine Begründung verlangt. Danach sollen die Schüler/innen wiederum auswählen, wo die Solarzellen angewendet werden können. Umweltfragen werden auch in dem Test miteinbezogen, da uns diese im alltäglichen Leben immer wieder begegnen und in den Mittelpunkt unserer Gesellschaft rücken, zum Beispiel, ob die Solarzellen emissionsfrei sind, wenn sie es nicht sind, warum sie dann nicht jeder Haushalt benutzt und die Abschlussfrage: „Was passiert mit der überschüssigen Energie?“ Danach werden die Testbögen abgesammelt.

Im Posttest soll eruiert werden, ob sich die Vorstellungen geändert haben oder nicht und welche Gruppe mit ihrer Antwortgebung näher an den physikalisch richtigen Vorstellungen liegt. Der Posttest erfolgt sofort im Anschluss an die Unterrichtseinheit über die Solarzellen. Diese Testung ist ident mit der Vortestung, um auch nachvollziehbare Ergebnisse erzielen zu können und einen guten Vergleichswert zwischen den Klassen zu erhalten.

4 Durchführung der Untersuchung

Im folgenden Kapitel wird auf die Durchführung der Untersuchung eingegangen.

Die Durchführung der Testungen und der Unterrichtseinheiten verläuft wie bereits in der Planung beschrieben. Im Vorfeld werden alle Schüler/innen von den zuständigen Klassenlehrkräften informiert, dass sie für eine empirische Studie im Rahmen einer Diplomarbeit ausgewählt werden. Mehr Informationen erhalten die Schüler/innen zu diesem Zeitpunkt noch nicht. In der Stunde bevor der eigentliche Unterricht stattfindet, erklärt die Autorin den Schüler/innen den Ablauf der Testung und beantwortet noch etwaige Fragen zur Untersuchung. An diesem Tag werden ebenfalls die Pretests in den jeweiligen Klassen durchgeführt, diese dauern in etwa zwanzig Minuten. Die Autorin erklärt mehrmals, dass die Schüler/innen alle Fragen beantworten sollen, auch wenn sie die Antwort nicht wissen, und dass es immer möglich ist, mehrere Antwortmöglichkeiten anzukreuzen. Der Pretest verläuft in allen Klassen planmäßig. Die Schüler/innen arbeiten konzentriert und beantworten die Fragen gewissenhaft. Bei Fragen, die sie aufgrund ihres Erfahrungsschatzes noch nicht beantworten können, wird von der Lehrkraft die Option angeboten, ein Fragezeichen zu setzen. Diese Möglichkeit wird fast nicht in Anspruch genommen, und ist somit für die Auswertung der Testung zu vernachlässigen.

In den darauffolgenden Physikstunden folgen die Unterrichtseinheiten. Die erste wird für Batterien und Akkus verwendet. In der darauffolgenden Einheit wird die Solarzelle besprochen. Die Autorin begrüßt die Schüler/innen und trägt den Lehrstoff wie geplant vor. Damit die Autorin die Schüler/innen mit den Namen ansprechen kann, werden diese aufgefordert Namenskärtchen aufzustellen.

In den Klassen OB wird ein herkömmlicher Unterricht durchgeführt. Als Unterrichtsmotivation zeigt die Autorin verschiedene Batterien her, um das Interesse der Schüler/innen zu wecken. Die Kinder sind aufmerksam und verhalten sich ruhig, sie wirken schüchtern. Im Anschluss folgt die Erklärung der galvanischen Zelle anhand einer Skizze an der Tafel durch die Vortragende. Während der Erklärung des Tafelbilds stellen die Schüler/innen keine Fragen, obwohl sie dazu ermutigt werden. Daraufhin wird ein Arbeitsblatt mit einem Lückentext ausgegeben, den die Studienteilnehmer/innen in Partnerarbeit ausfüllen sollen. Die Schüler/innen bearbeiten die Aufgaben. Die Lehrerin verhält sich ruhig, geht durch die Klasse und beobachtet die Vorgangsweise der Lernenden. Sie stellt fest, dass die Schüler/innen konzentriert

bei der Sache sind und keine Fragen gestellt werden. Des Weiteren werden die Ergebnisse in der Klasse verglichen. Die Schüler/innen geben ihre Lösungen der Reihe nach Satz für Satz bekannt. Bei falschen oder unklaren Antworten erklärt die Lehrerin nochmals das richtige Ergebnis. Die Schüler/innen korrigieren dabei ihr Arbeitsblatt. Danach bespricht die Autorin Anwendungsbeispiele für Batterien und Akkus für den Alltagsgebrauch. Hier wird die Aufmerksamkeit der Schüler/innen merklich geweckt, sie beteiligen sich nun mehr durch Handzeichen oder Fragestellungen an den Unterricht. Als Abschluss wird mit der Methode „Blitzlicht“ die Stunde beendet. Jede Schülerin und jeder Schüler sagt einen Satz, der darstellt, was für sie oder ihn aus der Unterrichtseinheit wichtig ist. Genannt werden größtenteils unterschiedliche Antworten. In der nächsten Unterrichtseinheit lautet das Thema, „die Solarzelle“. Am Anfang der Stunde wird der Stoff der letzten Einheit im Lehrer-Schüler-Gespräch gemeinsam wiederholt. Die Schüler/innen beteiligen sich an der Wiederholung nach Nachfragen der Lehrerin. Danach erarbeitet die Autorin das Prinzip der Solarzelle anhand einer Tafelskizze. Die Schüler/innen hören aufmerksam zu und stellen keine Fragen, auch nicht, als sie dazu aufgefordert werden. Die Lehrerin teilt ein Arbeitsblatt aus, auf dem die Schüler/innen ihr erworbenes Wissen festigen können. Dabei werden Satzhälften zusammengefügt. Die Schüler/innen erledigen dies in Einzelarbeit. Anschließend erfolgt ein gemeinsamer Vergleich der Ergebnisse, dabei werden wiederum keine Fragen seitens der Teilnehmer/innen gestellt. Das Blitzlicht bildet den Abschluss der Stunde. Die Lehrerin hat den Eindruck, dass die Schüler/innen den Stoff wiedergeben können, jedoch kann sie nicht feststellen, ob sie auch alles physikalisch richtig verstehen.

In den Klassen MB werden zu Beginn der Unterrichtseinheit als Motivation Batterien und Akkus durchgegeben. Die Schüler/innen schauen sich die Gegenstände genau an und lesen die Aufschriften vor. Es herrscht eine angeregte Stimmung in den Klassen und die Schüler/innen vermitteln den Eindruck, dass sie mit Neugierde bei der Sache sind. Anhand eines Arbeitsblattes erarbeiten die Schüler/innen in Gruppenarbeit zu je drei oder vier Personen ihre Schülervorstellungen zum Unterrichtsthema. Die Lehrerin geht dabei durch die Klassen und beobachtet die Arbeitsweise der Teilnehmer/innen. Sie nimmt wahr, dass angeregte Diskussionen stattfinden und sich die Schüler/innen interessiert mit den Themen auseinandersetzen. Die Ergebnisse werden im Klassenverband besprochen. Die Schüler/innen beteiligen sich durch viele Handzeichen an den Gesprächen. Jede einzelne Aufgabenstellung wird ausführlich diskutiert. Bei Unklarheiten oder Fehlvorstellungen versucht die Lehrerin, diese mithilfe der Strategien des Konzeptwechsels richtig zu stellen. Alle Teilnehmer/innen ergreifen

die Chance zu Wort zu kommen und beteiligen sich konstruktiv an der Diskussion. Daraufhin erklärt die Autorin das Prinzip der galvanischen Zelle anhand einer Skizze an der Tafel und geht auf die Vorstellungen der Schüler/innen ein. Die Lernenden zeichnen die Skizze ab. Die Schüler/innen haben die Fehlvorstellung, dass die Batterie, wenn sie sich entladen hat, leer ist. Diese Schülervorstellung wird ausführlich diskutiert und bei der Erklärung der Skizze berücksichtigt, dabei wendet die Autorin die Konfrontationsstrategie an und inszeniert einen Konflikt. Die Lehrerin fragt die Schüler/innen, was mit dem Inhalt der Batterie passiert. Sie fragt, ob dieser sich auflöse und ob die Batterie wirklich leer sei, wenn sie sich entladen hat? Die Teilnehmer/innen erwecken den Eindruck, dass dieser Aspekt für sie einleuchtend ist und sie den Ladungsprozess tatsächlich verstanden haben. Danach wird in Form eines Blitzlichtes das Gelernte noch einmal zusammengefasst. Die Schüler/innen beteiligen sich aktiv an der Methode und erzählen, was ihnen in Erinnerung bleibt. Die folgende Unterrichtsstunde beschäftigt sich wiederum mit der Solarzelle. Anfangs findet wieder eine Wiederholung der letzten Stunde statt. Die Schüler/innen können den gesamten Stoff wiedergeben. Die Stunde ist ähnlich wie die vorhergehende Einheit aufgebaut. Anfangs findet eine Gruppendiskussion in der Kleingruppe begleitet von einem Arbeitsblatt statt. Den Schüler/innen scheint diese Art der Erarbeitung Freude zu bereiten, weil sie sich angeregt themenbezogen diskutieren. Es erfolgt die Aufarbeitung im Plenum, falsche Vorstellungen werden richtig gestellt, die Lehrerin bemüht sich anhand von praktischen Beispielen zu erklären. Die Solarzelle wird von der Lehrerin an der Tafel skizziert und nochmals ausführlich mit den Schüler/innen besprochen. Die Teilnehmer/innen melden sich zahlreich per Handzeichen und bringen sich mit ihren Erfahrungen ein.

Im Anschluss an die Einheit über die Solarzelle wird der Posttest allen Klassen durchgeführt, der rund zwanzig Minuten Zeit in Anspruch nimmt. Beim Posttest treten keine Probleme oder Schwierigkeiten auf, alle Schüler/innen können die Fragen beantworten.

Während des Unterrichts gibt es keine Zwischenfälle und er findet planmäßig statt. Die Autorin hat den Eindruck, dass der Unterricht den Schüler/innen MB im Gegensatz zu den Schüler/innen OB mehr Freude bereitet und sie mit größerem Eifer und Einsatz am Unterricht teilnehmen, was sich vor allem durch das verstärkte Zuwortmelden seitens der Lernenden bemerkbar macht. Die Lernenden OB erwecken den Eindruck, dass sie den Unterricht über sich ergehen lassen und möglichst wenig Beteiligung von ihnen erwartet und verlangt wird.

5 Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse des Pre- und Posttestes hinsichtlich der beiden Unterrichtsstile miteinander verglichen und dargestellt. Die Daten werden mithilfe des Microsoft-Office-Excel Programms 2010 ausgewertet. In den anschließenden Abschnitten werden zunächst ausgewählte Fragestellungen, die mögliche Fehlvorstellungen der Schüler/innen auffindig machen sollen, genannt, die verfügbaren Antwortmöglichkeiten werden außerdem aufgelistet. Danach erfolgt eine Darstellung des Erwartungshorizonts und es wird begründet, warum diese Frage gestellt wird. Schließlich werden die Antworten der Schüler/innen analysiert

5.1 Fragen zu Batterien und Akkus

<p>Frage 7 Welche der folgenden Gegenstände werden mithilfe einer oder mehrerer Batterien betrieben?</p>	<p>Antwortmöglichkeiten: Mobiltelefon; Armbanduhr, Wanduhr; Fernbedienung; Laptop (L); Kamera (K); Feuermelder (FM); Notstromversorgung in Krankenhäusern (N); Hörgerät und medizinische Implantate (HG); Digitalwaage</p>
---	---

Tabelle 3: Batteriebetriebene Geräte.

Bei der Frage nach batteriebetriebenen Gegenständen sind alle Antworten, bis auf das Mobiltelefon, den Laptop und die Notstromversorgung richtig. Die Frage soll darüber Aufschluss geben, ob die Schüler/innen aufgrund von Alltagserfahrungen bereits wissen, welche Geräte durch Batterien betrieben werden.

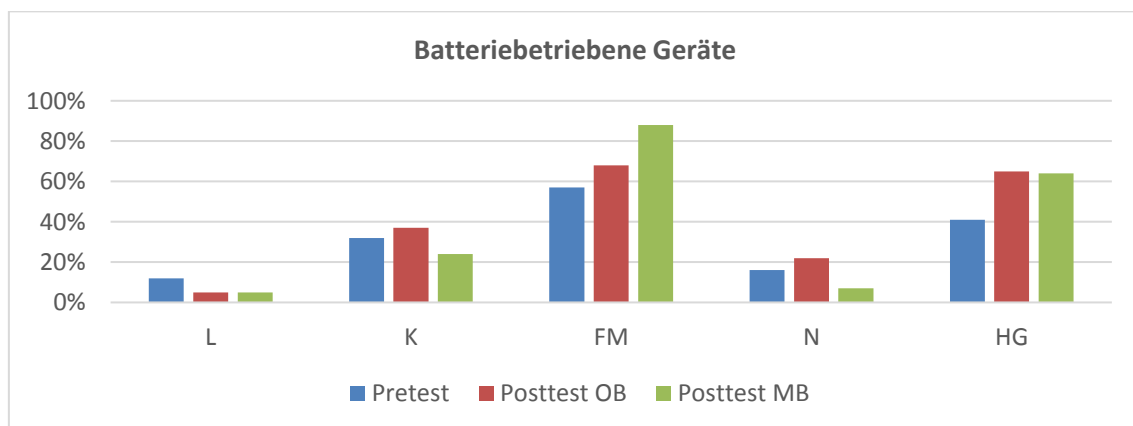


Abbildung 3: Batteriebetriebene Geräte.

Aus der Testung kann entnommen werden, dass das Hörgerät, sowohl beim Posttest OB, als auch beim Posttest MB deutlich öfter genannt wird, als beim Pretest. Interessant in Bezug auf den Pretest ist auch, dass die Schülerinnen MB häufiger das medizinische Implantat ankreuzen als die Schüler. In den Klassen OB tritt das umgekehrte Ergebnis ein, die Schülerinnen nennen das Hörgerät öfter als die Schüler.

Der Feuermelder wird im Posttest öfter von den Schüler/innen MB genannt. Die Nennung des Laptops verringert sich bei den Posttests allgemein. Die Notstromversorgung wird im Posttest in den Klassen MB nahezu nicht mehr angegeben, bei den Schüler/innen OB kommt es zu einem geringfügigen Zuwachs der Nennung.

<p>Frage 8 Warum kann es von Nachteil sein, diese Geräte mit einem Akku zu betreiben?</p>	<p>Antwortmöglichkeiten: geringer Energieverbrauch (geringer EV); großer Energieverbrauch (großer EV); Akkus sind teurer als Batterien (A teurer); Geräte sind ständig in Gebrauch, Akku macht keinen Sinn (G); haben keine Nachteile</p>
<p>Frage 9 Wie würdest du den Unterschied zwischen einer Batterie und einem Akku mit eigenen Worten beschreiben?</p>	<p>Erwartete Antworten: Akkus sind wieder aufladbar; unterschiedliche Materialien; großer Energieverbrauch bei Akkus; Akkus sind teurer; Aufbau und Gestalt sind unterschiedlich; Batterien sind ständig in Gebrauch</p>

Tabelle 4: Nachteile Geräte mit einem Akku zu betreiben.

Auf die Frage nach der Begründung der Nachteile von akkubetriebenen Geräten sind folgende Antworten richtig: wegen des geringen Energieverbrauchs, Akkus sind teurer als Batterien und da die Geräte ständig in Gebrauch sind, würde ein Akku keinen Sinn haben. Die Fragen acht und neun haben das Ziel, zu überprüfen, ob die Unterschiede zwischen Batterien und Akkus genannt werden können, die Schüler/innen sollen also wissen, warum man eine Batterie oder einen Akku in den jeweiligen Geräten verwendet. In den Pretests versucht man herauszufinden, welche Vorstellungen die Schüler/innen zum Unterschied zwischen Batterien und Akkus haben. Im Posttest geht es darum, ob sich die Schüler/innen ein physikalisch richtiges Bild dazu gemacht haben. Zu diesem gehört das Verständnis, dass der Akku einen größeren Energieverbrauch hat als die Batterie, dass der Akku prinzipiell teurer ist und dass das Laden einer Fernbedienung mittels einem Akku beispielsweise keinen Sinn machen würde, da sie tagtäglich verwendet wird und einen geringen Energieverbrauch verzeichnet. In Bezug auf den Unterschied zwischen Batterien und Akkus, den die Schüler/innen in eigenen Worten beschreiben sollen, wird erwartet, dass sie wissen, dass Batterien nicht wieder aufladbar sind und Akkus das sehrwohl sind.

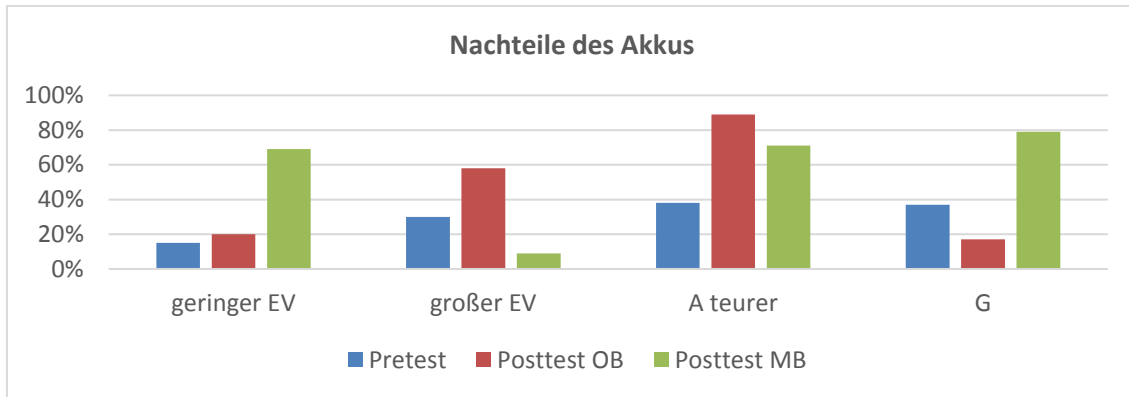


Abbildung 4: Nachteile einen Akku zu verwenden.

Bei den Pretests denken etwas mehr Schüler/innen, dass es von Nachteil wäre, Geräte wegen des großen Energieverbrauchs mit einem Akku zu betreiben, als wegen des geringen Energieverbrauchs. Beim Posttest erkennen die Schüler/innen MB, dass Geräte mit einem geringen Energieverbrauch nicht mit dem Akku betrieben werden müssen. Die Schüler/innen OB geben häufiger den größeren Energieverbrauch an, wie aus der Graphik entnommen werden kann. Der ständige Gebrauch wird häufiger von den Teilnehmer/innen MB genannt. Die Antworten zur offenen Frage werden im Grunde bereits bei der vorherigen Frage beantwortet, trotzdem war es der Autorin wichtig, herauszufinden, was die Schüler/innen denken und wie sie den Unterschied mit eigenen Worten beschreiben würden. Die Antworten sind sehr unterschiedlich und decken sich mit den zu erwartenden Antworten. Interessant ist, dass die Schüler/innen beim Posttest mehr Unterschiede finden, als noch beim Pretest.

Frage 10 Die Batterie dient als...	Antwortmöglichkeiten: Stromspeicher (SS); Energiespeicher (ES); Spannungsquelle (SQ)
Frage 11 Dürfen leere Batterien und kaputte Akkus im Haushaltsmüll entsorgt werden?	Erwartete Antwort: Nein, weil die Batterien und Akkus aus umweltschädlichen und giftigen Materialien bestehen.
Frage 12 Aus welchen Substanzen besteht eine Batterie?	Antwortmöglichkeiten: Strom (S); chemische Lösungen (cL); Magnete (Ma); Metall (Me); Energie (E); umweltfreundliche Materialien (uf. M)
Frage 17 Kann ein Akku Feuer fangen?	Erwartete Antwort: Ja, weil der Akku entflammable Materialien enthält.

Tabelle 5: Aufbau von Batterien und Akkus.

Die richtigen Antworten auf die Fragen zehn und zwölf sind: Die Batterie dient als Energiespeicher und Spannungsquelle und sie besteht aus chemischen Lösungen und Metall. Die Fragen zielen darauf ab, herauszufinden, ob die Schüler/innen den Unterschied zwischen Strom und Energie kennen und ob sie wissen, dass Batterien und Akkus Energiespeicher sind. Batterien und Akkus können chemische in elektrische

Energie umwandeln und dienen somit als Energiespeicher. Die Schüler/innen sollen wissen, was eine Spannungsquelle ist und wie eine solche funktioniert.

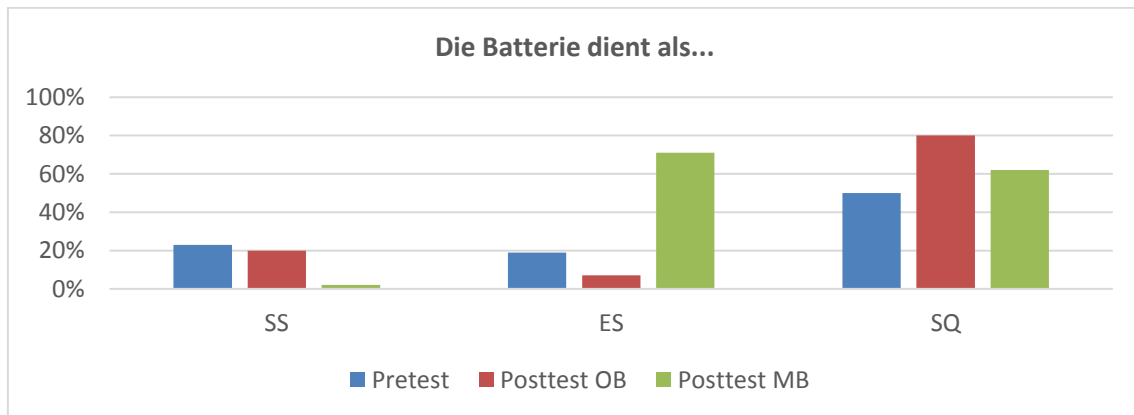


Abbildung 5: Die Batterie dient als...

Bei der Auswertung des Pretests konnte festgestellt werden, dass mehr Schüler/innen die Batterie als einen Stromspeicher, als ein Energiespeicher nennen. Beim Posttest in den Klassen OB sinkt die Anzahl der Schüler/innen, die den Energiespeicher nennen und der Stromspeicher wird öfter angegeben. Beim Unterricht MB hingegen wird der Energiespeicher deutlich öfter genannt. Die zusätzlich richtige Nennung der Antwort, dass die Batterien Spannungsquellen sind, ist bei beiden Klassen gestiegen. Zwischen Mädchen und Jungen gibt es bei dieser Frage kaum Unterschiede.

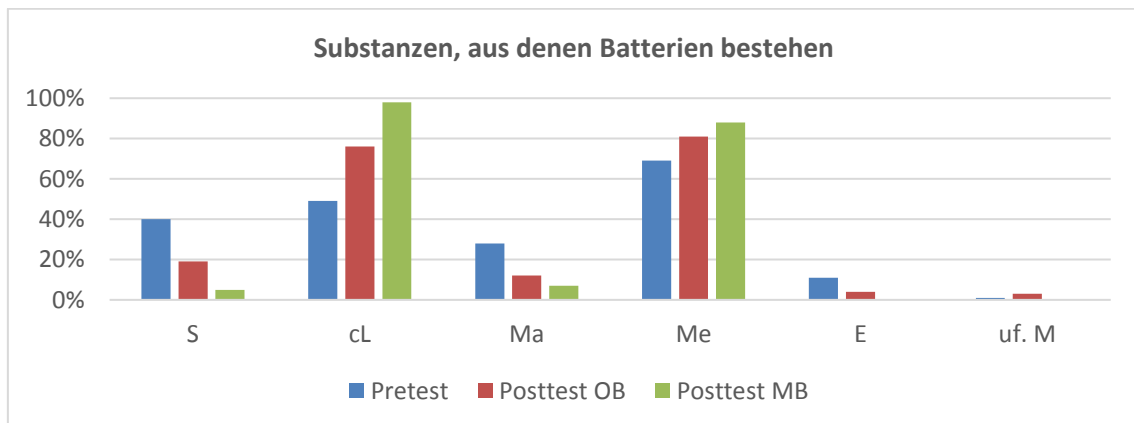


Abbildung 6: Substanzen, aus denen Batterien bestehen.

Das Ergebnis auf die Frage, aus welchen Materialien Batterien und Akkus bestehen, ist beim Pretest in beiden Gruppen wieder sehr ähnlich. Bedenklich ist, dass sehr viele Schüler/innen denken, dass Strom ein Material ist, aus dem die Batterien bestehen, ebenso kommen die Antworten Magnete und Energie vor. Beim Posttest kann ein Zuwachs der richtigen Antworten, nämlich den chemischen Lösungen und dem Metall in allen Klassen verzeichnet werden und die Häufigkeit der falsch genannten Antworten

sinkt. Bei den Schüler/innen MB ist der Rückgang noch viel stärker als bei den Teilnehmer/innen OB. Unterschiede zwischen den Geschlechtern lassen sich im Pretest feststellen: Mehr Jungen entscheiden für die Antwort, dass Batterien aus Strom bestehen. Im Posttest waren diese geschlechtsspezifischen Unterschiede nicht mehr erkennbar.

<p>Frage 13 Warum findet man in vielen Geräten, wie zum Beispiel bei einer TV-Fernbedienung zwei 1,5-Volt-Batterien? Welche Ursache hat das?</p>	<p>Antwortmöglichkeiten: Serienschaltung (S); Parallelschaltung (P)</p>
---	--

Tabelle 6: Fernbedienung.

Die richtige Antwort lautet: Serienschaltung. Diese Frage ist sehr stark mit unserem Alltag verbunden, denn in fast jedem Gerät befinden sich mindestens zwei Batterien. Die Autorin stellt diese Frage, um herauszufinden, was die Schüler/innen bereits gelernt haben und wie sie ihr Wissen anwenden.

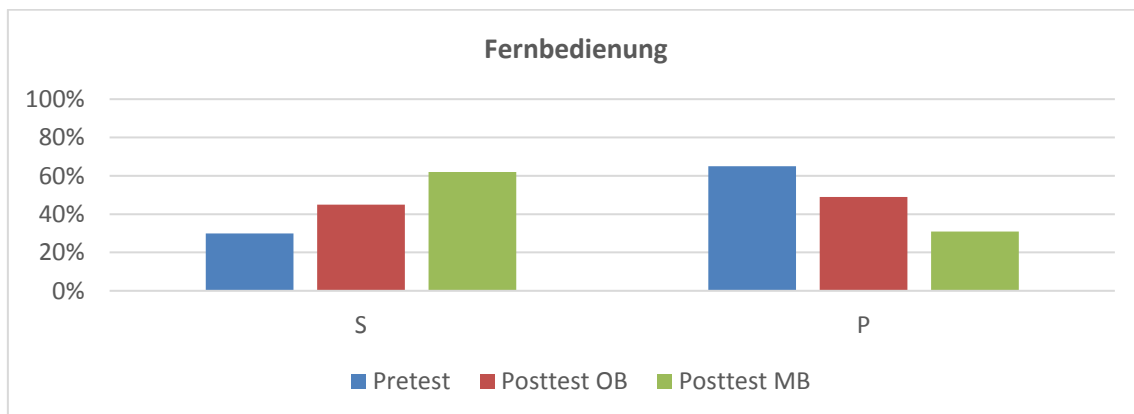


Abbildung 7: Fernbedienung

Beim Pretest kann erkannt werden, dass mehr Schüler/innen die Parallelschaltung nennen. Die Serienschaltung wird weniger oft angekreuzt. Beim Posttest beschreiben die Schüler MB öfter die Serienschaltung, die Schülerinnen kreuzen beides gleich oft an. Bei den Proband/innen OB werden beim Posttest sowohl die Serien- als auch die Parallelschaltung etwa im gleichen Ausmaß genannt.

<p>Frage 14 Was passiert, wenn eine Batterie „leer“ ist?</p>	<p>Antwortmöglichkeiten: sie hat sich entladen (E); Strom der Batterie wurde verbraucht (S); Materialien lösen sich durch chemische Prozesse auf (M); Batterie wieder aufladbar</p>
<p>Frage 15 Was passiert beim Laden eines Akkus?</p>	<p>Antwortmöglichkeiten: chemische Prozesse lassen sich wieder umkehren (cP); Strom des Akkus wurde verbraucht, somit muss der Akku wieder mit Strom aufgefüllt werden (S)</p>

Tabelle 7: Entladungs- und Ladungsprozesse.

Die richtigen Antworten sind: Die Batterie hat sich entladen und die Materialien lösen sich durch chemische Prozesse auf, sodass kein Strom mehr fließen kann und chemische Prozesse lassen sich wieder umkehren. Diese Fragen beziehen sich einerseits wieder auf die Materialvorstellung des Stroms und andererseits darauf, wie der Ladungsprozess abläuft.

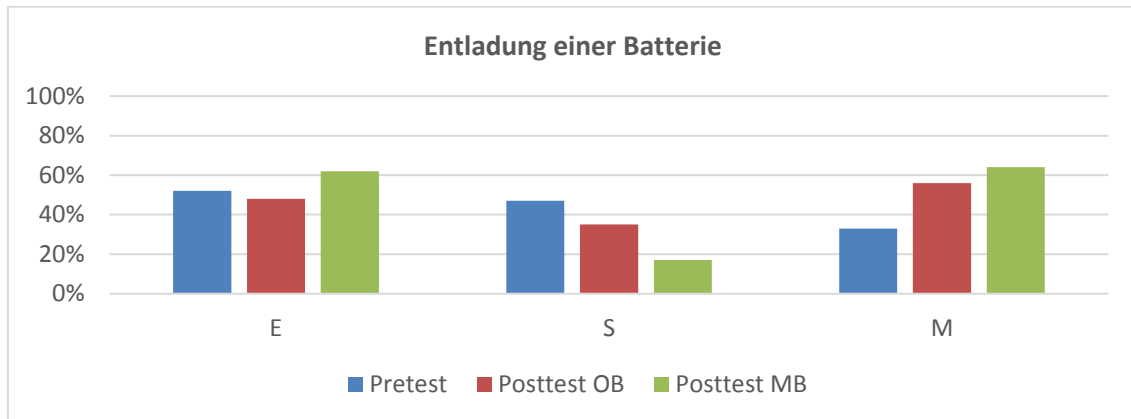


Abbildung 8: Entladung einer Batterie.

Die Antwortmöglichkeit „der Strom wurde verbraucht“ reduziert sich in beiden Klassen bei den Posttests stark, jedoch gibt es bei den Schüler/innen, die den Unterricht MB haben, noch weniger Nennungen als in den Klassen OB. Die Mädchen nennen eher den Begriff des Stromverbrauchs als die Jungen.

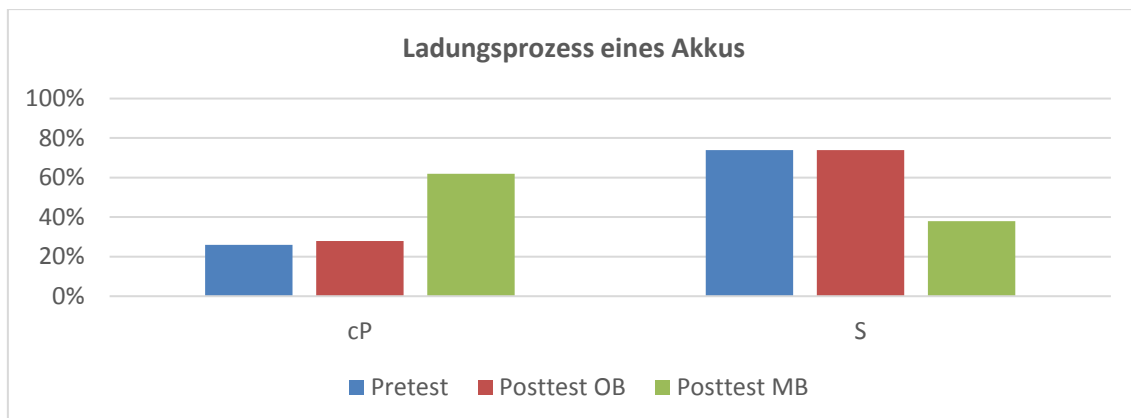


Abbildung 9: Ladungsprozess eines Akkus.

Bei der Frage nach dem Ladungsvorgang des Akkus steht wieder der Materialbegriff des Stroms im Vordergrund, viele Schüler/innen kreuzen beim Pretest an, dass der Akku mit Strom befüllt wird. In den Klassen OB bleibt das Ergebnis im Posttest etwa gleich, in den Klassen MB wird die richtige Antwort jedoch deutlich öfter genannt.

5.2 Fragen zu Solarzellen

<p>Frage 18 Wie funktionieren Solarzellen?</p>	<p>Antwortmöglichkeiten: sie wandeln die Energie des Lichts in elektrischen Strom um; sie funktionieren auch ohne Sonneneinstrahlung; sie wandeln die Energie der Wärme in elektrischen Strom um</p>
---	---

Tabelle 8: Funktionsweise von Solarzellen.

Die richtige Antwort ist: Solarzellen wandeln die Energie des Lichts in elektrischen Strom um. Die Frage zielt darauf ab, herauszufinden, ob die Schüler/innen verstanden haben, dass nicht die Wärme sondern das Licht in elektrischen Strom umgewandelt wird. Beim Pretest geben die meisten der Schüler/innen, nämlich 82 Prozent, an, dass die Energie des Lichts in elektrischen Strom umgewandelt wird. Nur wenige denken, dass die Wärme der Sonne umgewandelt wird. Beim Posttest nennen fast alle Schüler/innen beider Klassen die, dass das Licht als Energiequelle verstanden wird. In den Klassen OB sind es 100 Prozent und in den anderen Klassen 93 Prozent, die die richtige Antwort nennen. Interessant ist, dass beim Pretest ein Schüler angibt, dass die Solarzellen auch ohne Sonneneinstrahlung funktionieren, beim Posttest gibt es jedoch in beiden Klassen Zuwächse.

<p>Frage 19 Wo werden Solarzellen idealerweise montiert?</p>	<p>Antwortmöglichkeiten: Heizung; im Keller; auf dem Haus; im Schatten</p>
<p>Frage 20 In welcher Himmelsrichtung würdest du die Solarzellen montieren?</p>	<p>Antwortmöglichkeiten: Osten; Süden; Westen; Norden</p>

Tabelle 9: Beste Voraussetzungen für Solarzellen.

Die richtigen Antworten sind: Auf dem Haus in Richtung Süden werden die Solarzellen am idealsten montiert. Im Sommer können die Solarzellen die meiste Energie umwandeln. Die Fragen zielen darauf ab, ob die Schüler/innen wissen, dass das Sonnenlicht der ausschlaggebende Energiegewinnungsfaktor von Solarzellen ist, und dass es wichtig ist, so viel Licht wie möglich einzufangen zu können, weil es zum Beispiel im Sommer mehr Sonnenstunden als im Winter gibt. Alle Schüler/innen sind sich laut der gegebenen Antworten sicher, dass die Solarzellen auf dem Haus montiert werden sollen. Bei den Pre- und Posttests wurde nur diese Antwort genannt. Bezüglich der Frage nach den Himmelsrichtungen gab es beim Pretest sehr unterschiedliche Antworten. Die meisten Schüler/innen entschieden sich für den Süden (56,5 %) mit und nannten als Begründungen, dass es dort es am heißesten und am wärmsten sei, dass es dort die meisten Sonnenstunden gebe, die Sonne dort am höchsten stehe und am stärksten sei, dass dort die beste Einstrahlung oder der beste Winkel für das

Sonnenlicht sei. Beim Posttest sind die Antworten dieselben, 95 Prozent der Schüler/innen entscheiden sich jeweils für den Süden. Der Norden wird einmal genannt, mit der Begründung, dass die Sonne dort aufgeht und ansonsten gibt es keine Begründungen. Den Osten oder den Westen verwechseln manche Schüler/innen mit dem Süden, denn sie geben an, dass dort die Sonne am längsten und zu Mittag scheint. Osten und Westen werden gewählt, weil dort die Sonne auf und unter geht. Alle vier Himmelsrichtungen gleichzeitig werden mit den Begründungen gewählt, dass die Sonne den ganzen Tag wandert.

<p>Frage 18 Welche Anwendungsmöglichkeiten für Solarzellen kennst du?</p>	<p>Antwortmöglichkeiten: Taschenrechner; im Weltall; Rasenmäher (RM); Stromversorgung in Einfamilienhäuser; Solaranlagen; Küchengeräte; Solarleuchten; Armbanduhren (U); Geschwindigkeitsmesser (GM); Photovoltaikanlagen</p>
--	--

Tabelle 10: Anwendungen von Solarzellen.

Alle Antworten, bis auf das Küchengerät, sind richtig. Diese Frage dient dazu, herauszufinden, ob Schüler/innen wissen, wo die Solarzellen angewendet werden und wie sie für gewöhnlich aussehen. Dieses Wissen wird benötigt, um beurteilen zu können, ob ein Gerät mit Solarzellen betrieben werden kann oder nicht.

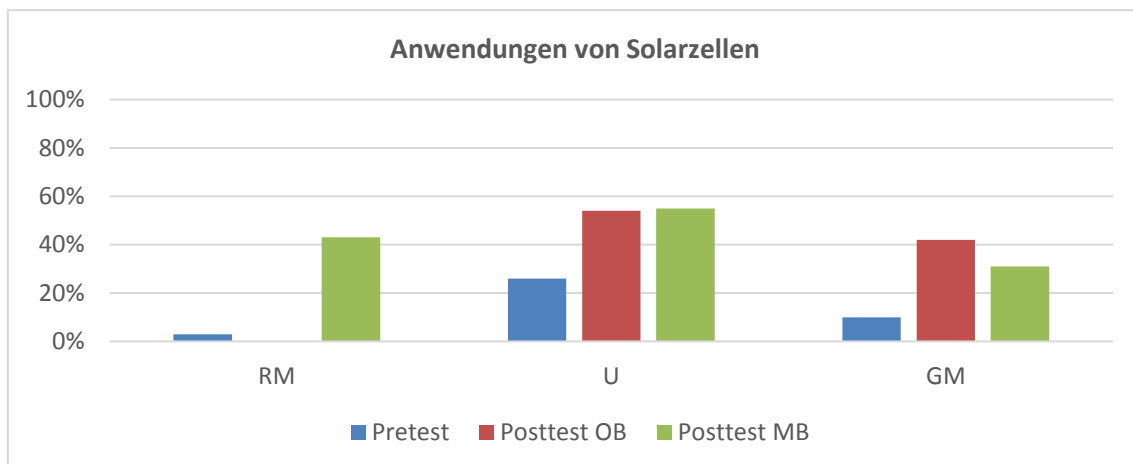


Abbildung 10: Anwendungen von Solarzellen.

Beim Pretest werden einige Anwendungsmöglichkeiten oft angekreuzt. Der Rasenmäher und der Geschwindigkeitsmesser werden sehr selten angekreuzt. Beim Posttest gibt es noch mehr Zuwächse für die Anwendungen, die mit Solarzellen betrieben werden können. Bei den Schüler/innen OB wird der Rasenmäher kein einziges Mal angekreuzt, bei den Schüler/innen MB schon. Grundsätzlich werden jene Wörter mit dem Präfix „Solar-“ bei den Pre- und Posttests häufig genannt.

Auswertung und Darstellung der Ergebnisse

<p>Frage 23 Sind Solarzellen emissionsfrei, das heißt schonender für die Umwelt, als andere Energiequellen?</p>	<p>Antwortmöglichkeiten: schaden der Umwelt; im Einsatz schaden sie nicht der Umwelt; Herstellung ist mit Emissionen verbunden</p>
<p>Frage 24 Nehmen wir an, Solarzellen richten keinen Schaden an der Umwelt an, warum werden diese dann nicht von jedem Haushalt genutzt?</p>	<p>Antwortmöglichkeiten: sie sind sehr teuer; wenn es keine Sonneneinstrahlung gibt, gibt es keinen Strom</p>
<p>Frage 25 Was passiert, wenn durch die Solarzelle Energie in Strom umgewandelt wird, dieser aber momentan nicht genutzt werden kann?</p>	<p>Antwortmöglichkeiten: Strom löst sich in Luft auf; Speicherung in Akkus; zurück an die Stromversorgung; Strom kann weiter verkauft werden</p>

Tabelle 11: Umweltaspekte von Solarzellen

Die richtigen Antworten sind: Die Solarzellen schaden, wenn sie zum Einsatz kommen, nicht der Umwelt, jedoch ist die Herstellung mit großen Emissionen verbunden. Die Solarzellen sind noch sehr kostspielig und nicht jeder Standort kommt für sie infrage. Bei der letzten Frage sind alle bis auf die erste Antwort richtig. Der Strom löst sich nämlich in Luft auf. Es ist sinnvoll, wenn die Schüler/innen darauf aufmerksam gemacht werden, wie sich die Solarzellen auf die Umwelt auswirken, um sie zu einem kritischen physikalischen Denken zu bewegen und sich eigene Meinungen bilden zu können. Auch kommt hier wiederum die Materialvorstellung des Stroms zum Vorschein und das, was mit ihm passiert, wenn man ihn nicht nützen kann. Außerdem sollen die Schüler/innen wissen, was mit dem überschüssigen Strom passiert, wenn die Energie des Lichts umgewandelt wird. Viele Schüler/innen, nämlich 40 Prozent, nennen beim Pretest schon einige richtige Antworten, jedoch sind sie noch nicht der Überzeugung, dass die Herstellung sehr wohl mit großen Emissionen verbunden. Beim Posttest OB nehmen die Zahlen bei der Antwort, in der behauptet wird, dass die Solarzellen im Einsatz nicht der Umwelt schaden, ab, nämlich um 16 Prozentpunkte. Bei der Herstellung nehmen sie um 30 Prozentpunkte zu. Bei den Klassen MB nehmen die Zahlen bei beiden Antworten zu, nämlich um 19 Prozentpunkte bei der Antwort, dass die Solarzellen im Einsatz keinen Schaden an der Umwelt anrichten und bei der Frage nach der Herstellung gibt es einen Zuwachs bei den richtigen Antworten von 36 Prozentpunkten. Bei der Frage, warum nicht jeder Haushalt schon solarbetrieben ist, sind beim Pretest alle Antworten in allen Klassen in etwa gleich oft angekreuzt worden. Dass es keinen Strom gibt, wenn keine Sonne scheint, wird nicht so oft angekreuzt (51 %) wie die anderen Antworten. Beim Posttest OB kommt es zur Abnahme der Nennungen bei der Kostenfrage, um 17 Prozentpunkte, und bei der Standortfrage, um 23 Prozentpunkte und auch zu einer deutlichen Abnahme bei der Antwort, wenn die Sonne nicht scheint, nämlich um 28 Prozentpunkte. Bei den Schüler/innen MB bleibt

das Ergebnis in etwa gleich. Die Antwort, dass es keinen Strom gibt, wenn die Sonne nicht scheint, wird um 15 Prozentpunkte weniger genannt. Interessanterweise kommt bei der letzten Frage die Materialvorstellung für fast keine Schülerin und keinen Schüler in allen Klassen und allen Testungen in Frage. Dass der Strom in Akkus gespeichert wird, ist für die meisten Schüler/innen beim Pretest naheliegend (65 %) und erhält auch in allen Klassen beim Posttest einen Zuwachs von circa 20 Prozentpunkten. Die Antwort, dass der Strom jemand anderem zugewiesen werden kann, ergibt eine Steigerung bei den Teilnehmer/innen MB um 33 Prozentpunkte. Bei den Schüler/innen OB bleibt die Anzahl gleich. Die Anzahl der Antworten, dass der Strom weiterverkauft wird, erlebt wieder eine Zunahme in beiden Klassen, jedoch bei den Proband/innen MB eine höhere, denn diese haben einen Zuwachs von 52 Prozentpunkten, die Klassen OB kommen auf eine Steigerung von 36 Prozentpunkten. Bei den Geschlechtern ist wiederum fast kein Unterschied festzustellen.

6 Analyse und Interpretation der Ergebnisse

Allgemein geht aus den Ergebnissen der Pretests in allen Klassen hervor, dass sie sehr ähnlich ausfallen, jedoch weisen die Posttests unterschiedliche Resultate auf. Diese werden in diesem Abschnitt der Diplomarbeit noch einmal zusammengefasst und herausgearbeitet. Die Autorin stellt fest, dass Fragen zu Themen, für die man kein physikalisches Verständnis braucht, wie etwa die Anwendungsmöglichkeiten oder die Verwendung von einer Batterie oder Solarzelle in Geräten, die Entflammbarkeit oder das Entsorgen von Akkus in beiden Gruppen sowohl im Pretest als auch im Posttest gut beantwortet werden. Bei den Testfragen, in denen es um das physikalische Verständnis geht, die vor allem bei den Themen Batterien und Akkus vorkommen, schneiden die Schüler/innen, die einen Unterricht MB hatten, besser ab, denn sie können auch bei den freien Antworten und Begründungen oft mehrere zutreffende Antworten nennen. Die Schüler/innen MB können durch die Anknüpfungs- und Umdeutungsstrategie des Konzeptwechsels ihre bereits vorhandenen Vorstellungen in physikalisch richtige Vorstellungen umwandeln. Dieses Konzept hilft ihnen, ihr Wissen besser anwenden zu können und ihren Horizont zu erweitern. Ebenso wird ein Klassenklima geschaffen, in dem gerne und viele Fragen gestellt werden, dies ist auch ein Grund, warum die Schüler/innen MB mehrere unterschiedliche Begründungen zu einzelnen Fragen nennen können. In den Klassen OB wird dieser Alltagsbezug nicht hergestellt, weshalb auch gewisse Fragen nicht richtig beantwortet werden können.

Ein wichtiger Punkt, bei dem es deutlich bessere Ergebnisse bei den Schüler/innen MB gibt, ist die Materialvorstellung von Strom. Viele Schüler/innen stellen sich Strom als eine Sache vor, die man sehen oder angreifen kann. Dass Strom fließen kann, indem man eine Spannungsquelle anlegt, ist ihnen noch nicht gänzlich bewusst. Diese Fehlvorstellung wird auch oft in den oben genannten Studien beschrieben. Auch der Unterschied zwischen Strom und Energie ist vielen noch nicht klar. Die Schüler/innen, die einen Unterricht OB genießen, können sich bei der Frage, ob die Batterie ein Strom- oder Energiespeicher ist, nicht eindeutig festlegen und kreuzen auch oft nichts an. Die Frage nach dem Energieverbrauch, der bei akkubetriebenen Geräten höher als bei den anderen Geräten ist, wird auch mit 40 Prozentpunkten Unterschied häufiger von den Schüler/innen MB richtig beantwortet. In diesen Klassen wird diese Vorstellung aktiv im Unterricht diskutiert und umzudeuten versucht, in den Klassen OB wird nicht auf sie eingegangen. Warum man in Geräten oft zwei oder mehrere Batterien verwendet, um eine Serienschaltung zu bauen, wird auch in den Klassen MB öfter richtig beantwortet. Aufgefallen ist auch eine „neue“ Schülervorstellung. Die

Autorin betont im Unterricht, dass ein Akku Feuer fangen kann, wenn er defekt ist. Dies ist dann der Fall, wenn beispielsweise Luft in den Akku eindringen kann oder die chemischen Prozesse nicht mehr einwandfrei funktionieren. Einige Schüler/innen interpretieren das falsch. Sie erklären den Defekt beim Posttest so, dass er durch das Anschließen eines falschen Kabels oder durch einen Produktionsfehler entsteht. Das heißt, sie gehen von einem kaputten Gerät aus und nicht von Fehlern, die beim chemischen Prozess hervorgerufen werden können. Auch geben sie an, dass Metalle den Akku schützen. Sie verstehen nicht, dass auch bei chemischen Prozessen Metalle miteinander reagieren und diese einen Fehler herbeiführen können. Diese Fehlvorstellungen werden in der Literatur nicht genannt und sollen auch in den Unterricht miteingebunden werden.

Eine Forschungsfrage bezieht darauf, ob es in der Beantwortung der Frage Unterschiede zwischen den Geschlechtern gibt. Anhand der Ergebnisse können keine nennenswerten Unterschiede in der Antwortgebung festgestellt werden. Es wird bei den meisten Frage in etwa die gleiche Anzahl von Schüler/innenantworten gezählt. Bei keiner Frage können große Abweichungen verzeichnet werden. Dies ist vielleicht darauf zurückzuführen, dass die einzelnen Klassen in Bezug auf die Geschlechter heterogen sind. In jeder Klasse herrschte ursprünglich eine Ungleichverteilung der beiden Geschlechter, für die empirische Untersuchung wurden die Klassen dann so unterrichtet, dass diese Zahlen in den Klassen MB und OB verhältnismäßig ausgeglichen waren. Bei Mikelskis (2010) wird beschrieben, dass Jungen im Unterricht häufiger aufgerufen werden als Mädchen, dies hat die Autorin zu vermeiden versucht, sodass jede Schülerin und jeder Schüler in etwa gleich oft zu Wort kommt. Ebenso wird ein kontextorientierter Unterricht empfohlen, dies hat die Autorin versucht umzusetzen und sie geht vor allem auf die Folgen für die Umwelt ein (Mikelskis, 2010).

7 Zusammenfassung und Ausblick

Unter der Betrachtung der Forschungsfragen wurde bestätigt, dass der Unterricht MB einen besseren Lernerfolg bei den Schüler/innen erzielt. Der Unterschied zwischen den Geschlechtern wird in der vorliegenden Arbeit nicht bestätigt. In der Literatur finden sich hinsichtlich der geschlechtsspezifischen Antworten unterschiedliche Betrachtungen. Viele in der Literatur beschriebenen Studien, beispielsweise die von Sencar (2001) gehen davon aus, dass es Unterschiede gibt, und sich Schülerinnen beispielsweise beim Experimentieren mehr als ihre männlichen Kollegen anstrengen müssen oder dass es seitens der Mädchen bereits Vorbehalte gegenüber dem Physikunterricht gibt bevor er überhaupt angefangen hat. Diese zuvor beschriebene Studie von Sencar (2001) erkennt aber keinen Unterschied zwischen den Geschlechtern, auch in der vorliegenden Diplomarbeit kann keine Differenz festgestellt werden.

Zum Schluss darf ich, die Autorin dieser Arbeit, mich zu dieser Diplomarbeit äußern. Ich habe sehr viel Zeit und Mühe in dieses Projekt investiert. Diese Arbeit war mir ein großes Anliegen und ich bin sehr froh darüber, dass ich sie durchgeführt habe. Die Ergebnisse sprechen für sich. In vielen Gebieten waren die Resultate sehr ähnlich in allen Klassen, jedoch bei jenen Fragen, wo es um die physikalisch richtigen Vorstellungen hinsichtlich der Batterie als Spannungsquelle oder Energiespeicher sowie um die Beschaffenheit von Strom geht, haben die Schüler/innen MB besser abgeschnitten. Ebenso wurden die Fragen zum Ladungsprozess von den Schüler/innen MB besser im Posttest beantwortet. Es liegt im Ermessen der Lehrkraft, ob der Unterricht MB oder OB gestaltet wird. Diese Arbeit soll aber vor allem darauf hinweisen, dass ein Unterschied beim Lernerfolg zwischen den Klassen OB und MB existiert. Aus Sicht der Autorin möchte man nicht mehr zum herkömmlichen Unterricht zurückkehren. Wenn man einmal einen Unterricht mit Einbezug der Schülervorstellungen gehalten hat, stellt es sich als schwierig heraus, dieses Konzept wieder zu ändern. Mein Eindruck von den Klassen war unterschiedlich. Ich hatte, während des Unterrichts den Eindruck, dass die Schüler/innen MB mehr Spaß am Unterricht hatten, es war ein offener Unterricht mit Konzeptwechselstrategien und ein angenehmes Lernklima, in dem gerne und viele Fragen gestellt wurden. Ich als Lehrperson stand nicht im Mittelpunkt, sondern fungierte als Lernbegleiterin. Auch waren die Meinungen der Schüler/innen wichtig und ich hatte den Eindruck, dass sie wirklich etwas vom Unterricht verstanden haben und auch mit nach Hause nahmen. Die Diskussionen mit den Schüler/innen regte zum kritischen Denken und zur

Selbstreflexion über die eigenen vorherrschenden Vorstellungen an. In den Klassen OB war das Klima anders, ich versuchte den Unterricht fachlich korrekt zu halten und die Schüler/innen passten auf, Fehler wurden nicht erlaubt, daher wurden auch weniger Fragen gestellt.

Diese Arbeit hat einige Erkenntnisse mit sich gebracht. Die Unterschiede zwischen den beiden Unterrichtsformen sind nicht immer eindeutig erkennbar, aber in vielen Fällen sind das Verständnis und der Lernerfolg bei den Schüler/innen MB deutlich höher als in den anderen Klassen. Den Ergebnissen nach haben die Schüler/innen, die einen Unterricht MB hatten, einen besseren Verständniszugang zu den Fragen mit physikalischen Vorstellungen. Dies ist eine kleine empirische Studie, die aber noch ausgebaut werden kann und soll. Die Stichprobenanzahl kann erhöht werden, um noch deutlichere Ergebnisse zu erzielen. Gezielte Fragen können gestellt werden, vor allem zum Strom- und Energiebegriff, und die Themen können aus größeren Blickwinkeln betrachtet werden. Man könnte die Motivation und das Interesse der Schüler/innen untersuchen, um herauszufinden, wie der Unterricht möglichst interessant gestaltet werden kann. Dies ist nur ein kleiner Anstoß zum Nachdenken und die Ergebnisse sprechen für sich. Die Forschung auf diesem Gebiet ist eine ernstzunehmende und soll auch weiterhin erforscht werden. Ich habe bei dieser Untersuchung herausgefunden, dass mir das Unterrichten mit MB mehr Spaß macht und dass auch das kritische und eigenständige Denken erfolgreicher geschult werden kann. In Zukunft werde ich weiterhin testen, welcher Zugang für die Klassen individuell am besten ist und versuchen, so einen optimalen Unterricht für alle Beteiligten zu bieten. Mein höheres Ziel ist es, damit die Naturwissenschaft für junge Menschen attraktiv gestalten zu können, sodass ihr Interesse an der Forschung geweckt wird.

8 Quellenverzeichnis

8.1 Gedruckte Quellen

- Bar, V., Azaiza, E., Azaiza, D., & Shirtz, A. S. (2016). Teaching Electrolysis Using STSE Method, Multidisciplinary Approach. *World*, 3(2).
- Barke, H.-D., & Harsch, G. (2001). *Chemiedidaktik Heute: Lernprozesse in Theorie und Praxis*. Abgerufen von <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-56621-9>
- Bleichroth, W. (Hrsg.). (1999). *Fachdidaktik Physik* (2., überarb. und erw. Aufl.). Köln: Aulis-Verl. Deubner.
- Fürböck, S., & Putz, B. (2016). *Mehrfach Physik*. 3 3 (2. Auflage). Linz: Veritas-Verlag.
- Gruber, W., & Rupp, C. (2006). *ganz klar: Physik 3*. Wien: Verlag Jugend & Volk GmbH.
- Kircher, E., Girwidz, R., & Häußler, P. (Hrsg.). (2015). *Physikdidaktik: Theorie und Praxis* (3. Auflage). Berlin: Springer Spektrum.
- Kishore, P., & Kisiel, J. (2013). Exploring High School Students' Perceptions of Solar Energy and Solar Cells. *International Journal of Environmental and Science Education*, 8(3), 521–534.
- Labudde, P. (2013). *Fachdidaktik Naturwissenschaft 1.- 9. Schuljahr*. Abgerufen von <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-201312139241>
- Mikelskis, H. F. (Hrsg.). (2010). *Physik-Didaktik: Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (2. Aufl.). Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Müller, R., & Wiesner, H. (Hrsg.). (2011). *Schülervorstellungen in der Physik: Festschrift für Hartmut Wiesner* (3., unveränd. Aufl.). Köln: Aulis-Verl.
- SENCAR, S., YILMAZ, E. E., & ERYILMAZ, A. (2001). High school students' misconceptions about simple electric circuits. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(21).
- Solomon, J., & Thomas, J. (1999). *Science education for the public understanding of science*.
- Stepans, J. (2006). *Targeting students' science misconceptions: physical science concepts using the conceptual change model*. Tamapa, FL: Showboard.
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2015). *Physik für Wissenschaftler und Ingenieure* (7. deutsche Auflage; J. Wagner, Hrsg.; M. Basler, R. Dohmen, C. Heinisch, A. Schleitzer, & M. Zillgitt, Übers.). Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.
- Wiesner, H., Schecker, H., & Hopf, M. (Hrsg.). (2011). *Physikdidaktik kompakt*. Hallbergmoos: Aulis Verlag.

8.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Unterschiede zwischen den Unterrichtsstilen.....	34
Tabelle 2: Informationen zu den Schulen und Klassen.....	37
Tabelle 3: Batteriebetriebene Geräte.....	43
Tabelle 4: Nachteile Geräte mit einem Akku zu betreiben.....	44
Tabelle 5: Aufbau von Batterien und Akkus.....	45
Tabelle 6: Fernbedienung.....	47
Tabelle 7: Entladungs- und Ladungsprozesse.....	47
Tabelle 8: Funktionsweise von Solarzellen.....	49
Tabelle 9: Beste Voraussetzungen für Solarzellen.....	49
Tabelle 10: Anwendungen von Solarzellen.....	50
Tabelle 11: Umweltaspekte von Solarzellen.....	51

8.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Links: Skizze einer galvanischen Zelle. Rechts: Zink-Kohle-Batterie.....	31
Abbildung 2: Prinzip einer galvanischen Zelle.....	31
Abbildung 3: Batteriebetriebene Geräte.....	43
Abbildung 4: Nachteile einen Akku zu verwenden.....	45
Abbildung 5: Die Batterie dient als.....	46
Abbildung 6: Substanzen, aus denen Batterien bestehen.....	46
Abbildung 7: Fernbedienung.....	47
Abbildung 8: Entladung einer Batterie.....	48
Abbildung 9: Ladungsprozess eines Akkus.....	48
Abbildung 10: Anwendungen von Solarzellen.....	50
Abbildung 12: Solarzellen.....	60
Abbildung 13: Aufbau Solarzelle.....	60
Abbildung 14: Solarzellen.....	63
Abbildung 15: Aufbau Solarzelle.....	64

8.4 Abkürzungsverzeichnis

IPN.....	Institut für Pädagogik und Naturwissenschaften
PISA.....	Programme for International Student Assessment
TIMMS.....	Third International Mathematics and Science Study
OB.....	ohne Bezug auf die Schülervorstellungen
MB.....	mit Bezug auf die Schülervorstellung

Anhang A – Arbeitsblätter

Zunächst kommen die Arbeitsblätter ohne Bezug zu den Schülervorstellungen und dann mit.

Batterie und Akkumulator (kurz: Akku) – Merktzettel

Fülle folgenden Lückentext aus und verwende die Wörter von unten:

Die Batterie beruht auf dem Prinzip einer _____.

Spannung kann auch durch _____ Reaktionen erzeugt werden, auf dieser Methode basiert auch die galvanische Zelle. Sie besteht aus einem _____ mit einem _____ (= elektrisch leitende Flüssigkeit, wie wässrige Lösungen von Säuren, Basen oder Salzen). In das Gefäß mit dem _____ werden zwei unterschiedliche Plättchen (Metalle) getaucht, wie zum Beispiel _____ und _____.

Dadurch lösen sich vom Zinkplättchen positive _____ ab und die negativ geladenen _____ bleiben zurück. Vergleichbares geschieht bei den _____. Hier lösen sich jedoch weniger Ionen als beim Zinkplättchen. Dadurch ist die _____ Ladung geringer und zwischen den beiden Plättchen entsteht eine _____.

Durch die Verbindung der beiden _____ fließt Strom vom _____ (Zink) zum _____ (Kupfer). Verschiedene Metalle können unterschiedlich hohe oder niedrige _____ erzeugen.

Ein Akku kann wieder _____ werden. Hier wird kein Stoff verbraucht, sondern durch die _____ der chemische Zustand der beiden Stoffe verändert. Beim Laden oder Wiederaufladen des Akkus wird der _____ Zustand wiederhergestellt und der Akku kann wieder seine gewohnte _____ erbringen.



Die Solarzelle



Abbildung 11: Solarzellen [Quelle: <http://energievomdach.blogspot.co.at/2015/04/wahlen-sie-die-richtigen-solarzellen.html>, Stand: 12.6.2017]

➤ Wie funktioniert eine Solarzelle?:

Skizze (Photoeffekt):

Aufbau Solarzelle:

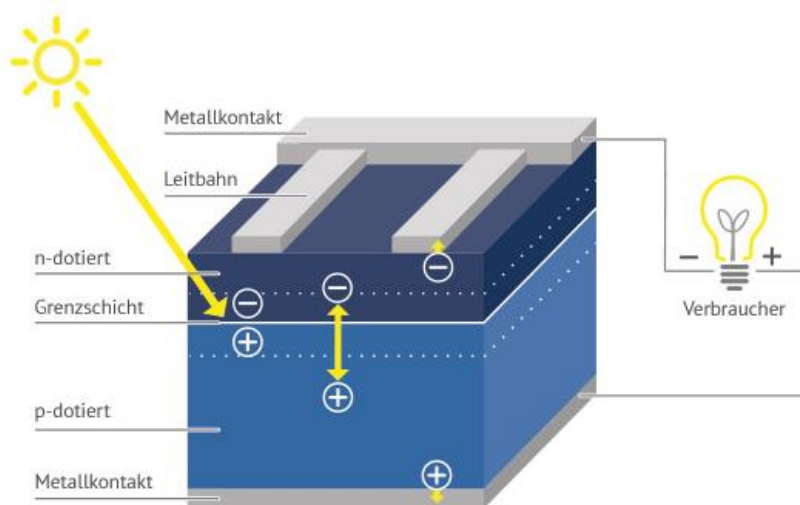


Abbildung 12: Aufbau Solarzelle [Quelle <https://www.solaranlage.de/technik/solarzellen>, Stand: 12.6.2017]

Ordne richtig zu, indem du die richtigen Satzhälften zusammenfügst:

Solarzellen bestehen aus...	
Die Grundlage der Solarzelle...	
Solarzellen wandeln...	
Lichtstrahlen bestehen aus...	
Photonen treffen auf...	
Der Stromfluss fließt in eine Richtung,...	
Gleichstrom kann...	
Überschüssiger Strom kann...	
Strom kann in Form...	

A	...Photonen.
B	...durch einen Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt werden.
C	...ist der Photoeffekt.
D	...die Metallschicht der Solarzelle und lösen so negativ geladene Elektronen heraus.
E	...in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden.
F	...Halbleitermaterialien.
G	...eines Akkus gespeichert werden.
H	...die Energie des Lichts in elektrischen Strom um.
I	...das bedeutet , die Solarzelle liefert Gleichstrom.

Batterie und Akkumulator (kurz: Akku)

➤ Was ist der Unterschied/sind die Unterschiede zwischen Batterien und Akkus?

- _____
- _____
- _____
- _____

➤ Welche Geräte kennst du, die Batterien bzw. Akkus verwenden:

Geräte die Batterien verwenden	Geräte die Akkus verwenden

➤ **Mache dir nun mit deinem Sitznachbarn Gedanken über folgende Fragen und schreibe dir diese Ideen in dein Heft auf:**

1. Was sind die Vor- und Nachteile von Batterien und Akkus?
2. Aus welchen Materialien bestehen diese?
3. Wie erfolgt die Entsorgung?
4. Wie können Batterien und Akkus unbedenklich aufbewahrt werden?
5. Was passiert, wenn die Batterie „leer“ ist?
6. Ist der Akku immer gleich leistungsstark?
7. Kann ein Akku Feuer fangen?

Die Solarzelle



Abbildung 13: Solarzellen [Quelle:
<http://energievondach.blogspot.co.at/2015/04/waehlen-sie-die-richtigen-solarzellen.html>, Stand: 12.6.2017]

- **Mache dir nun mit deinem Sitznachbarn Gedanken über folgende Fragen und schreibe dir diese Ideen in dein Heft auf:**
1. Welche Geräte verwenden Solarzellen?
 2. Wie funktionieren Solarzellen?
 3. Aus welchen Materialien bestehen diese?
 4. Wie und wo werden Solarzellen am besten montiert?
 5. Wann liefern die Solarzellen am meisten Strom oder liefern sie permanent gleichmäßig viel Strom?
 6. Gehören Solarzellen zu alternativen Energien, das bedeutet sind sie schonend für die Umwelt?
 7. Warum werden Solarzellen nicht von jedem Haushalt genutzt?
 8. Was passiert mit dem Energieüberschuss?
 9. Welches Licht wird umgewandelt?
 - a) Funktioniert die Solarzelle auch mit Mondlicht?
 - b) Funktioniert die Solarzelle auch mit künstlichem Licht?

Solarzelle – Merktzettel

- Wie funktioniert eine Solarzelle?:
Skizze (Photoeffekt):

Aufbau Solarzelle:

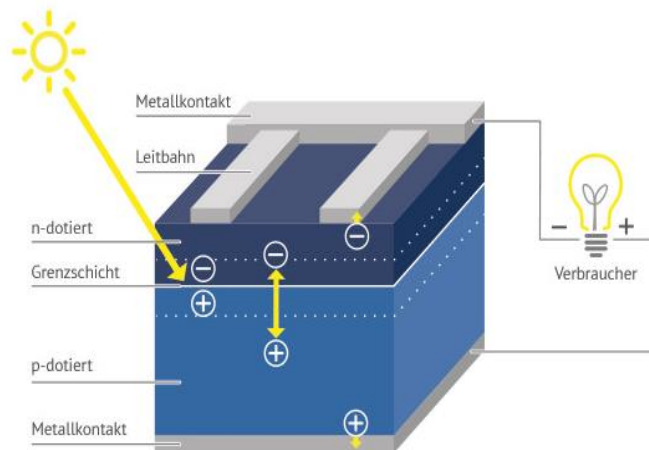


Abbildung 14: Aufbau Solarzelle [Quelle:

<https://www.solaranlage.de/technik/solarzellen>, Stand:
12.6.2017]

Die **Solarzellen** bestehen aus **Halbleitern** (meist ist das Silizium) und funktionieren dadurch mithilfe des **Photoeffekts**. Sie wandeln die **Energie des Lichts** (der Sonne) in **elektrischen Strom** um.

Der Photoeffekt funktioniert wie folgt:

Sobald Lichtstrahlen (diese bestehen aus den sogenannten Photonen) auf die Metallschicht der Solarzelle auftreffen, werden **negativ geladene Elektronen** durch einen **Stoß der Photonen aus dem Metall herausgeschlagen**. Dadurch entsteht ein Stromfluss in eine Richtung, das bedeutet die **Solarzelle liefert Gleichstrom**. Die Haushalte verwenden jedoch Wechselstrom, deshalb **muss der Gleichstrom in Wechselstrom umgewandelt** werden. Dies geschieht durch einen sogenannten Wechselrichter. Nun kann der, von der Solarzelle erzeugte Strom, von einem Verbraucher verwendet werden.

Wenn man **zu viel Strom** erzeugt, kann der Strom **ins öffentliche Stromnetz eingespeist** werden, das heißt weiterverkauft werden. **Oder** der Strom kann **in Form eines Akkus gespeichert** werden und später wiederverwendet werden. Ebenso ist es möglich Strom vom öffentlichen Stromnetz zu kaufen, falls zu wenig Strom von der Solarzelle erzeugt wird.

Anhang B – Pre- und Posttest

Pre-/Posttest - Fragebogen zu den Themen Batterie, Akku und Solarzelle

Liebe Schülerin, lieber Schüler!

Bitte fülle diesen Fragebogen sorgfältig aus (Mehrfachantworten sind immer möglich). Deine Daten dienen ausschließlich für eine empirische Untersuchung in meiner Diplomarbeit und werden anonym ausgewertet.

Allgemeine Fragen zu deiner Person:

1. Geschlecht

- weiblich
 männlich

2. Wie alt bist du?

3. Welche Note hast du in Physik im heurigen Semesterzeugnis? Kreuze an.

1	2	3	4	5	nicht beurteilt
---	---	---	---	---	-----------------

4. Ist deine Muttersprache Deutsch?

- ja
 nein

5. Hast du die 3. Klasse schon einmal wiederholt? Wenn ja, in welchem Fach?

- ja, in _____
 nein

6. In welche Klasse gehst du (z.B.: 3a)?

Fragen zu den Themen Batterie, Akku und Solarzelle (Es können immer mehrere Antworten möglich sein):

7. Welche der folgenden Gegenstände werden mithilfe einer oder mehrerer Batterien betrieben?

- Mobiltelefon (=Handy)
 Armbanduhr, Wanduhr
 Fernbedienung
 Laptop
 Kamera
 Feuermelder
 Notstromversorgung, in zum Beispiel Krankenhäusern
 Hörgerät und medizinische Implantate
 Digitalwaage

8. Warum kann es von Nachteil sein, diese Geräte mit einem Akku zu betreiben?

- wegen des geringen Energieverbrauchs
- wegen des großen Energieverbrauchs
- Akkus sind teurer als Batterien
- diese Geräte sind ständig in Gebrauch, da würde ein Akku keinen Sinn haben
- Es gäbe keine Nachteile

9. Wie würdest du den Unterschied zwischen einer Batterie und einem Akku mit eigenen Worten beschreiben?

Antwort: _____

10. Die Batterie dient als...

- Stromspeicher
- Energiespeicher
- Spannungsquelle

11. Dürfen leere Batterien und kaputte Akkus im Haushaltsmüll entsorgt werden?

- Ja, weil _____
- Nein, weil _____

12. Aus welchen Substanzen besteht eine Batterie?

- Strom
- chemische Lösungen
- Magnete
- Metall
- Energie
- umweltfreundliche Materialien

13. Warum findet man in vielen Geräten, wie zum Beispiel einer bei TV-Fernbedienung zwei 1,5-Volt-Batterien? Welche Ursache hat das?

- Serienschaltung hat eine höhere Spannung zufolge
- Parallelschaltung hat eine längere Betriebsdauer zufolge

14. Was passiert, wenn eine Batterie „leer“ ist?

- Sie hat sich entladen.
- Der gesamte Strom der Batterie wurde verbraucht. Sie hat keinen Strom mehr.
- Materialien lösen sich durch chemische Prozesse auf, sodass kein Strom mehr fließen kann.
- Man lädt die Batterie wieder auf, dann kann man sie wiederverwenden.

15. Was passiert beim Laden eines Akkus?

- Chemische Prozesse lassen sich wieder umkehren, sodass sich der Akku wieder aufladen kann.
- Ein Teil des Stroms oder der Gesamtstrom des Akkus wurde verbraucht, somit muss der Akku wieder mit Strom aufgefüllt werden, indem man ihn an der Steckdose anschließt. Dann funktioniert der Akku wieder.

16. Hält ein Akku ewig, wie zum Beispiel ein Handyakku?

- Alle Geräte nützen sich mit der Zeit ab.
- Handyakkus halten ewig.
- Durch chemische Vorgänge, verliert der Handyakku seine Kapazität, bis er dann gar nicht mehr funktioniert.
- Durch sorgfältigen Umgang kann man die Akkulebensdauer verlängern, aber nicht ewig.

17. Kann ein Akku Feuer fangen?

- Ja, weil _____
- Nein, weil _____

18. Wie funktionieren Solarzellen?

- Sie wandeln die Energie des Lichts in elektrischen Strom um.
- Sie funktionieren auch ohne Sonneneinstrahlung.
- Sie wandeln die Energie der Wärme in elektrischen Strom um.

19. Wo werden Solarzellen idealerweise montiert?

- Bei der Heizung.
- Im Keller.
- Auf dem Haus.
- Im Schatten.

20. In welcher Himmelsrichtung würdest du die Solarzellen montieren?

- Osten
- Süden
- Westen
- Norden

Begründe deine

Antwort: _____

21. Liefern Solarzellen im Sommer und im Winter gleich viel Strom?

- Ja, sie liefern gleich viel Strom.
- Nein, im Sommer liefern sie mehr Strom.
- Nein, im Winter liefern sie mehr Strom.

22. Welche Anwendungsmöglichkeiten für Solarzellen kennst du?
- Taschenrechner
 - im Weltall, bei Satelliten und Raumstationen
 - Rasenmäher
 - Stromversorgung für Einfamilienhäuser
 - Solaranlagen
 - Küchengerät
 - Solarleuchten
 - Armbanduhren
 - Geschwindigkeitsmesser
 - Photovoltaikanlagen
23. Sind Solarzellen emissionsfrei, das heißt schonender für die Umwelt, als andere Energiequellen?
- Nein, auch sie schaden der Umwelt.
 - Ja, wenn die Solarzelle im Einsatz ist, schadet sie nicht der Umwelt.
 - Die Herstellung von Solarzellen ist mit großen Emissionen verbunden.
24. Nehmen wir an Solarzellen richten keinen Schaden an der Umwelt an, warum werden diese dann nicht von jedem Haushalt genutzt?
- Ist eine Kostenfrage, sie sind noch sehr teuer.
 - Wenn keine Sonne scheint, gibt es keinen Strom. Dann braucht man wieder andere Stromquellen.
 - Nicht an jedem Standort sind Solarzellen optimal, um den Strom für ein ganzes Einfamilienhaus erzeugen zu können.
25. Was passiert, wenn durch die Solarzelle Energie in Strom umgewandelt wird, dieser aber momentan nicht genutzt werden kann?
- Der Strom löst sich in Luft auf, wenn er nicht genutzt wird. Er ist dann weg.
 - Der Strom wird in Form eines Akkus gespeichert und später wiederverwendet.
 - Der Strom geht an die Stromversorgung der jeweiligen Stadt zurück und wird jemanden anderen zugewiesen, der ihn braucht.
 - Der Strom kann weiterverkauft werden, wenn er nicht genutzt werden kann.

Vielen lieben Dank, dass du teilgenommen hast!

Zusammenfassung

Diese Diplomarbeit untersucht die Themen Batterien, Akkus und Solarzellen und ob ein Unterricht der Schülervorstellungen berücksichtigt, sich positiv auf den Lernerfolg der Schüler/innen auswirkt. Dieses Thema ist in der Physikdidaktik von großer Bedeutung und bietet ein enormes Forschungsgebiet, um den naturwissenschaftlichen Unterricht attraktiver und interessanter zu gestalten, aber auch das Verständnis und kritische Denken der Schüler/innen zu fördern. Es wird eine empirische Untersuchung mit Schüler/innen in vier Klassen der siebenten Schulstufe an zwei verschiedenen Gymnasien durchgeführt. In zwei Klassen wird Unterricht unter Berücksichtigung der Schülervorstellungen mittels Konzeptwechselstrategien durchgeführt, in den anderen beiden Klassen wird auf diese Vorstellungen nicht eingegangen und herkömmlicher Unterricht durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass es einen Unterschied zwischen beiden Unterrichtsstilen gibt. Die Berücksichtigung der Schülervorstellungen ergibt schon bei dieser kleinen Studie einen höheren Lernerfolg bei den Schüler/innen. Zwischen den Geschlechtern konnte kein nennenswerter Unterschied festgestellt werden.

Abstract

The aim of this thesis is to examine whether the students' preconceptions affect the learning success focussing on the topics batteries, accumulators and solar cells. This issue is of great importance in the field of didactics of Physics and provides a huge area of research to create an attractive and interesting scientific teaching environment and to foster the students' understanding and their critical thinking skills. The thesis contains an empirical study conducted with students in their seventh year of school at two different grammar schools. Two student orientated teaching approaches were developed: one that takes student preconceptions into account and one which does not. As the results are discussed in detail, conclusions can be drawn whether teaching should be adapted to suit the students' needs and views or not. Even in this small-scale study, an increased learning success has been achieved by taking existing preconceptions into account in teaching. Between the sexes, no significant differences regarding learning success have been found.