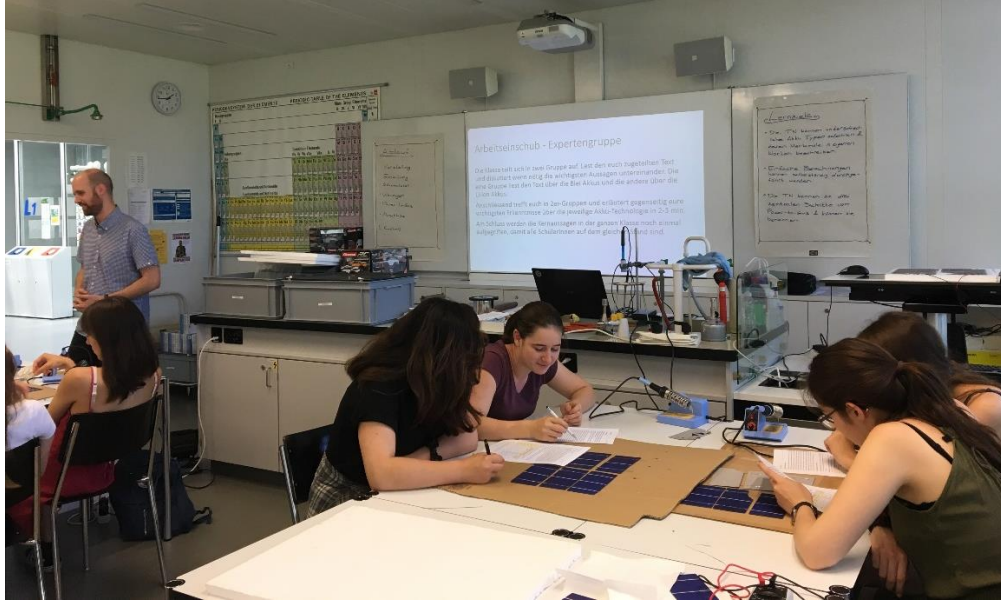


ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN
DEPARTMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT
INSTITUT UNR



**Marktanalyse und darauf basierende Unterrichtseinheiten mit
dem Themenschwerpunkt «Energiespeicher»**

Bachelorarbeit – 6. Semester

von

Martin Joss

Bachelorstudiengang 2014

Abgabedatum: 12. September 2017

Studienrichtung Umweltingenieurwesen

Korrektorin 1:

Daniela Harlinghausen, ZHAW Wädenswil

Korrektor 2:

Christoph Koller, ZHAW Wädenswil

Korrektorin 3:

Thalia Meyer, Spektrum-Energie

Impressum

Schlagworte

Akkumulator, Ausbildungseinheit, Batterie, Didaktik, Energie, Marktanalyse, MINT, Power-to-Gas, Powerbank, PV, Schulung, Science Week, Umweltbildung, Unterricht, Tagesveranstaltung

Zitiervorschlag

Joss, M. (2017). *Marktanalyse und darauf basierende Unterrichtseinheiten mit dem Themenschwerpunkt «Energiespeicher»*, Bachelorarbeit. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften Wädenswil. Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen.

Adresse des Instituts

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
Life Sciences und Facility Management
Grüental
Postfach
CH-8820 Wädenswil

Zusammenfassung

Diese Arbeit befasst sich mit dem Thema «Energiespeicherung in der Bildung». Ein Ziel dabei war herauszufinden, wie verbreitet das Thema im Raum Deutschschweiz bereits ist, und ob noch Potenzial für weitere Schulungsangebote vorhanden ist. Auf dieser Analyse aufbauend folgten zwei Schulungseinheiten an der Kantonsschule Solothurn und an der Science Week der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Wädenswil. Das Ziel dieser beiden Schulungen war herauszufinden, wie das Thema von den Teilnehmenden aufgenommen wird, und welche Inhalte sich dafür besonders gut eignen.

Es stellte sich heraus, dass die Energiespeicherung in den untersuchten Angeboten, wenn überhaupt nur am Rande ein Thema war. Das Potenzial für ein neues Angebot in diesem Bereich wird dadurch als gross angesehen.

Die Ausbildungseinheiten wurden nach didaktischen und methodischen Theorien aufgebaut und die Inhalte zielgruppengerecht zusammengestellt. Über beide Kurse gesehen, empfanden über 80 Prozent der Teilnehmenden das Schwierigkeitsgradniveau als mittel beziehungsweise als optimal. Dieses Ergebnis kann als Bestätigung dafür genommen werden, dass die Auswahl an Inhalten gelungen ist und geeigneten Methoden für die Vermittlung verwendet wurden. Das Erstellen einer Powerbank mithilfe von gebrauchten Akkumulatoren des Typs 18650 im Umfang der Science Week hatte grosses Interesse geweckt und der Kurs war gut besucht. Es war ein sehr geeignetes Thema, um Theorie und Praxis im Unterricht verbinden zu können.

Im Rahmen dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass Potenzial für Energiespeicherschulungen vorhanden ist und die Kurse sehr positiv bei den Schülerinnen und Schülern ankommen. In Zukunft kann darauf aufgebaut und ein detailliertes Angebot für unterschiedliche Schul- und Altersstufen entwickelt werden.

Abstract

This thesis deals with the topic of energy storage in environmental education. One goal was to identify the unused potential in education about energy storage with the focus on accumulator. The researched area was limited to the Swiss-German part. Based on this analysis, two training courses followed at the gymnasium Solothurn and at the Science Week of the Zurich University of Applied Sciences in Wädenswil. The aim of these two trainings was to find out how the participants approached the topic and which content was suitable for the purpose of education.

It turned out that the energy storage was never on focus of these existing courses. The potential for a new offer in this area is regarded as large.

The training units were developed according to didactic and methodical theories and the contents were matched with the target group. Taken both courses together, over 80 percent of the participants felt the level of difficulty as medium or as optimal. This result can be taken as a verification that the selection of content has been successful and that appropriate methods for instructions have been used. The creation of a power bank by using old 18650 accumulators at the Science Week had aroused a great interest and the course was well attended. It was a very appropriate subject to combine theory and practice.

In the scope of this work, it was shown that there is potential for energy storage training and that the courses are valued by the pupils. In the future, other lessons can be developed to use this untouched potential in environmental education.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung..... | 1 |
| 1.1 | Ausgangslage | 1 |
| 1.2 | Ziele und Hypothesen | 1 |
| 1.3 | Eingrenzungen..... | 2 |
| 2 | Marktanalyse | 4 |
| 2.1 | Hintergrund | 4 |
| 2.1.1 | Ziel der Marktanalyse | 4 |
| 2.1.2 | Aufbau der Marktanalyse | 5 |
| 2.2 | Umweltbildung im Bereich Energietechnik in der Deutschschweiz | 5 |
| 2.3 | Rückschlüsse aus der Marktanalyse | 9 |
| 3 | Theorie Unterrichtslektion und Workshop | 10 |
| 3.1 | Theorie zur Durchführung einer Ausbildungseinheit | 12 |
| 3.1.1 | Didaktische Planung | 12 |
| 3.1.2 | Festlegung der Unterrichtsziele | 14 |
| 3.1.3 | Inhalte auswählen | 15 |
| 3.1.4 | Strukturierung von Lerneinheiten | 18 |
| 3.1.5 | Methoden | 21 |
| 3.1.6 | Sozialform | 23 |
| 3.1.7 | Medien | 24 |
| 3.1.8 | Individualisieren | 25 |
| 3.1.9 | Praxisbewähre Ergänzungen | 26 |
| 3.1.10 | Evaluation und Auswertung..... | 27 |
| 3.2 | Besonderheiten einer Tagesveranstaltung | 28 |
| 3.3 | Energiespeichersysteme | 29 |
| 3.3.1 | Akkumulatoren | 29 |
| 3.3.2 | Power-to-Gas..... | 31 |
| 4 | Material und Methoden | 33 |
| 4.1 | Lektion zum Thema Energiespeicher | 33 |
| 4.1.1 | Lokation und Rahmenbedingungen..... | 33 |
| 4.1.2 | Festlegung des Unterrichtsinhaltes | 34 |
| 4.1.3 | Unterrichtsziele | 36 |
| 4.1.4 | Unterrichtsevaluation..... | 36 |
| 4.1.5 | Unterrichtsreflexion | 36 |
| 4.2 | Tagesveranstaltung zum Thema Energiespeicher..... | 37 |
| 4.2.1 | Rahmenbedingungen | 37 |
| 4.2.2 | Festlegung des Inhaltes | 38 |
| 4.2.3 | Unterrichtsziele | 39 |
| 4.2.4 | Evaluation der Tagesveranstaltung | 40 |
| 4.2.5 | Reflexion der Tagesveranstaltung | 40 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5 | Resultate | 41 |
| 5.1 | Auswertung der Unterrichtslektion an der Kantonsschule Solothurn..... | 41 |
| 5.1.1 | Ablauf der Lektion | 41 |
| 5.1.2 | Evaluation der Lektion..... | 42 |
| 5.1.3 | Überprüfung der Unterrichtsziele..... | 43 |
| 5.2 | Auswertung der Tagesveranstaltung an der Science Week..... | 44 |
| 5.2.1 | Ablauf der Tagesveranstaltung..... | 44 |
| 5.2.2 | Evaluation der Tagesveranstaltung | 44 |
| 5.2.3 | Überprüfung der Ausbildungsziele..... | 47 |
| 6 | Diskussion | 48 |
| 6.1 | Marktanalyse..... | 48 |
| 6.2 | Unterrichtslektion an der Kantonsschule Solothurn | 49 |
| 6.2.1 | Schwachpunkte der Auswertung | 50 |
| 6.2.2 | Persönliche Reflexion..... | 51 |
| 6.3 | Tagesveranstaltung im Rahmen der Science Week an der ZHAW..... | 52 |
| 6.3.1 | Schwachpunkte der Auswertung | 53 |
| 6.3.2 | Persönliche Reflexion..... | 54 |
| 7 | Zusammenfassung und Ausblick | 57 |
| 8 | Literaturverzeichnis | 59 |
| | Anhang | 65 |

Liste der Abkürzungen

| | |
|--------|---|
| Akku | Akkumulator |
| BA | Bachelorarbeit |
| Li-Ion | Lithium-Ionen |
| MINT | Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik |
| PBL | Problem Based Learning / Problembasiertes Lernen |
| PB | Powerbank |
| PtG | Power-to-Gas |
| PV | Photovoltaik |
| ScW | Science Week |
| SuS | Schülerinnen und Schüler |
| TN | Teilnehmende / Teilnehmerinnen und Teilnehmer |
| TZI | Themenzentrierte Interaktion |
| UB | Umweltbildung |
| UZ | Unterrichtsziel |
| ZHAW | Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften |

1 Einleitung

In dem Einleitungskapitel werden die Hintergründe und Ziele dieser Bachelorarbeit (BA) erläutert und Eingrenzungen vorgenommen. Die Eingrenzungen werden nötig, da die Themen Umweltbildung (UB) und Marktanalyse sehr weitläufige Begriffe sind.

1.1 Ausgangslage

Bereits im MINT¹-Bericht des Bundesrates (2010) wurde der Fachkräftemangel in der Technikbranche aufgezeigt. Eine Verbesserung auf dem Arbeitsmarkt kann nicht in einer kurzen Zeit erfolgen, sondern benötigt eine Ausbildung von Fachkräften auf breiter Ebene. Die Schweizer Bauwirtschaft verstärkt dadurch ihr Engagement bei der Ausbildung für Berufe, die zentral für die Erreichung der Ziele bei der Energiestrategie 2050 sind (Zünd, 2016). Durch das Umweltingenieursstudium an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) sind abgehende Studierende in vielen Bereichen der Energiestrategie 2050 gut ausgebildet. Dieses Wissen, in Themen wie Energieeffizienz, erneuerbaren Energien oder Nachhaltigkeit gilt es in Ausbildungseinheiten mit der Bevölkerung, Gemeinden oder Unternehmen weiterzugeben. Wichtig sind auch Unterrichtseinheiten an Kantons- oder Berufsschulen. Thalia Meyer arbeitet in diesen Bereichen und ermöglicht durch ihre Erfahrung, Ideen und offenen Mandaten eine Unterrichtseinheit für diese BA. Aus aktueller Marktentwicklung heraus, wird das Thema «Energiespeicher» aufgegriffen und diesbezüglich eine Marktanalyse durchgeführt. Darauf basierend wird in einer Unterrichtslektion an der Kantonsschule Solothurn und einem Unterrichtstag an der Science Week (ScW) der ZHAW in Wädenswil das Thema «Energiespeicher» mit Fokus auf die Akkumulatoren (Akkus) aufgegriffen und unterrichtet. Durch Aufzeigen der unterschiedlichen Technologien, Erläuterung der Funktionsweise anhand von Beispielen und unterschiedlichen Theorieinputs soll ein bewusster Umgang mit Akkus erreicht und ein nachhaltiges Handeln initiiert werden.

1.2 Ziele und Hypothesen

Die folgenden zwei Hypothesen sollen in dieser Arbeit untersucht werden. Entsprechend dieser Hypothesen wird die Arbeit zwei unterschiedliche Schwerpunkte haben, wobei der Schulungsteil mit Priorität behandelt wird, da dort zwei Einheiten geplant werden und beide vorbereitet, durchgeführt und nachbearbeitet werden müssen.

Obwohl die Umweltbildung in der Deutschschweiz mittlerweile stark verbreitet ist, gibt es beim Thema «Energiespeicher» noch grosse Lücken.

¹ MINT steht für Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik

Je mehr die Teilnehmenden über Speichertechnologien wissen, desto mehr Einsatzgebiete können sie benennen und können erste Berechnungen vornehmen.

Damit die erste Hypothese untersucht werden kann, wird eine Marktanalyse im Bereich der UB durchgeführt. Der Fokus liegt auf den Speichertechnologien und im Speziellen auf den Akkus. Durch die zukünftig grösseren Produktionsmengen an dezentralem Strom wird dieses Thema immer bedeutender (Isermann, 2015). Hinzu kommt die erwartete weitere Zunahme von Elektroautos (Koeller, 2017), welcher ohne Akkus nicht auskommen würde.

Der zweite Schwerpunkt dieser Arbeit ist die Durchführung zweier Ausbildungseinheiten zum selben Thema. Einmal geht es um eine Gymnasiumklasse in Solothurn, welche sich einen Tag mit Photovoltaik (PV) beschäftigt und dabei eine Lektion auf die Speichertechnologien fokussiert. Neben Akkus wird bei diesem Anlass auch die Methode Power-to-Gas (PtG) thematisiert. Das Hauptgewicht liegt im Themenbereich der Akkus, bei dem einige grundlegende Punkte durch die Teilnehmenden (TN) erarbeitet und anschliessend praxisnahe Berechnungen durchgeführt werden. Im Rahmen der zweiten Ausbildungseinheit wird eine Tagesveranstaltung bei der ScW der ZHAW Wädenswil durchgeführt. Hierbei stehen ebenfalls die Akkus und deren Wiederverwendung im Fokus. Aus bereits gebrauchten Akkus wird eine Powerbank (PB) erstellt. Die Zielgruppe für diesen Anlass sind zwölf- bis fünfzehnjährige Schülerinnen und Schüler (SuS), bei welchen noch von geringen Vorkenntnissen ausgegangen werden kann.

1.3 Eingrenzungen

In der vorliegenden Arbeit geht es um die Weitergabe von Kompetenzen im Bereich der Speichersysteme. Zentral sind die Akkus, welche bei der Lektion in Solothurn durch einen Teil PtG ergänzt werden. Der Inhalt beginnt beim «warum» sind Speicher in Zukunft immer wichtiger und geht über Berechnungen bis hin zum Verständnis der Einsatzgebiete. Bei der Tagesveranstaltung soll am Ende ein Produkt aus bereits gebrauchten Akkus entwickelt werden. Das Ziel ist die Erarbeitung einer selbstgebastelten PB. Die Theorie zu diesen Technologien wird aufgegriffen, jedoch in dieser Arbeit nicht im Detail erläutert, da der Fokus auf der Theorie einer Ausbildungseinheit, deren Planung, Durchführung und der Evaluation liegt. Die Schwerpunkte bei der Wissensvermittlung liegen auf der Funktionsweise der Akkus, deren Verwendung und die Möglichkeiten der Wiederverwertung. Ein weiterer Punkt ist das Aufzeigen der Verwendbarkeit im Bereich der PV-Anlagen.

Die Grundlage für die beiden Schulungen ist eine Marktanalyse über die Deutschschweiz, welche untersucht, wie die bestehende Umweltbildung im Bereich der Speichertechnologie aussieht und welche Kurse angeboten werden. Mögliches Potenzial für neue Schulungen soll auf diese Weise festgestellt werden. Im Detail entspricht dies nicht einer klassischen Marktanalyse, sondern soll mehr eine Übersicht darstellen und bietet eine Grundlage für die Schlussfolgerung der Arbeit, inwiefern solche Schulungen in Zukunft Sinn machen, und ob dieses Thema weiter ausgebaut werden soll.

Häufig wird umgangssprachlich das Wort «Batterie» verwendet, obwohl ein «Akkumulator» gemeint ist. Das ist insofern nicht korrekt, da Batterien zwar elektrische Energie speichern und abgeben können, sie aber danach als Speicher unbrauchbar sind. Ein Wiederaufladen von Batterien ist unmöglich. Folglich ist «Akkumulator» oder abgekürzt «Akku» der alleinige zutreffende Begriff, wenn es um heutige Energiespeichersysteme für Heimplösungen von PV-Anlagen oder um Elektromobilität geht (Sternner & Stadler, 2014). Im englischsprachigen Raum werden die Elektrofahrzeuge als «battery electric vehicles» bezeichnet, was dazu führt, dass im deutsch Sprachgebrauch fälschlicherweise das Wort «Batterieelektrische Fahrzeuge» verwendet wird (Karle, 2017). Akku und Batterie werden dadurch als Synonyme verwendet, was jedoch inkorrekt ist. Es wird zum Beispiel vom Batteriemanagementsystem (BMS) gesprochen, welches jedoch Akkus und nicht Batterien regelt. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird somit das Wort «Akku» verwendet.

2 Marktanalyse

In diesem Kapitel wird eine Bedarfsanalyse durchgeführt, inwieweit die Themenbereiche «Energiespeicherung» und im Speziellen die «Akkus» in der Umweltbildung bereits als Kurse angeboten werden. Der Markt wird auf bestehende Angebote hin analysiert und abgeschätzt, ob noch weiteres Potenzial in diesem Bereich vorhanden ist. Basierend auf dieser Marktanalyse wird eine Unterrichtslektion an der Kantonsschule Solothurn und eine Tagesveranstaltung bei der ScW geplant, durchgeführt und evaluiert.

2.1 Hintergrund

Durch die Annahme der Energiestrategie 2050 durch das Schweizer Stimmvolk am 21. Mai 2017 wurde die schrittweise Abschaltung aller Schweizer Atomkraftwerke beschlossen (Bundesamt für Energie, 2017). Die Stromlücke wird mit erneuerbaren Energien oder zu Beginn mit Hilfe von Stromimporten geschlossen. Die Stromproduktion durch erneuerbaren Energien führt dazu, dass Produktion und Verbrauch nicht immer gleichzeitig stattfinden. Diese zeitliche Verschiebung kann durch die Energiespeicherung überbrückt werden. Ein Energiespeicher wird nach Sterner und Stadler (2014) wie folgt definiert: „Ein Energiespeicher ist eine energietechnische Einrichtung, welche die drei folgenden Prozesse beinhaltet: Laden, Speichern und Entladen.“ Da in Zukunft nun vermehrt erneuerbare Energien eingesetzt werden müssen, wird das Thema «Energiespeicher» immer wichtiger werden. Ein weiterer Punkt ist das vermehrte Aufkommen der Elektromobilität (Koeller, 2017), welches ebenfalls mit Energiespeicher in Form von Akkus oder Brennstoffzellen funktioniert. Das führt zur Frage, wie viel Bildung wird in diese Richtung aktuell angeboten? Welche (Umwelt-) Schulungen nehmen dieses Thema auf? Oder gibt es hier einen noch praktisch unberührten Markt, den es auszufüllen gilt?

Sollte die erste Hypothese verifiziert werden und es bestehen tatsächlich noch grosse Lücken in diesem Bildungsbereich, wären diese ersten beiden Schulungseinheiten einen Schritt in die richtige Richtung, um diese Lücken auszufüllen. Es können Erfahrungen und Feedback gesammelt werden, welche in Zukunft in weitere Projekte miteinfließen können.

2.1.1 Ziel der Marktanalyse

Das Potenzial für Umweltbildung im Bereich der Energiespeicherung und insbesondere im Bereich der Akkus soll abgeschätzt werden können. Bei den zwei geplanten Lernveranstaltungen soll ein Angebot offeriert werden, welches aktuell noch nicht auf dem Markt ist. Aus dem Feedback der TN werden anschliessend Schlüsse auf die Praxisrelevanz des Kurses und das Interesse für weitere Veranstaltungen gezogen.

Die Marktanalyse beinhaltet keine ausserschulischen und ausserbetrieblichen Events und beschränkt sich auf die Deutschschweiz. Es werden Organisationen angeschaut, welche Schulungen und Weiterbildungen bei Schulen, Gemeinden oder Firmen durchführen.

2.1.2 Aufbau der Marktanalyse

Die Marktanalyse oder Marktuntersuchung ist eine Bestandsaufnahme des Marktes. Die kennzeichnende Frage, welche ihr zu Grunde liegt, lautet: Was ist? Es ist die Frage nach dem Zustand; zum Beispiel Art und Zahl der konkurrierenden Firmen oder Zahl der bereits vorhandenen Waren. Da diese Analyse einen Zustand zu einem gewissen Zeitpunkt beschreibt, ist sie nur eine Momentaufnahme der Marktstruktur. Streng genommen müsste eine Marktanalyse innerhalb einer unendlich kleinen Zeitspanne durchgeführt werden (Ladner, 1950).

Die Ergebnisse der Analyse dienen als Grundlage für die Geschäftspolitik beziehungsweise im vorliegenden Fall als Grundlage für den Aufbau von Ausbildungseinheiten. Ob sich dieses entstandene Angebot anschliessend für eine Weiterentwicklung im Bildungsbereich anbietet und darauf aufgebaut wird, ist Gegenstand dieser Arbeit und wird in der Schlussfolgerung aufgegriffen.

2.2 Umweltbildung im Bereich Energietechnik in der Deutschschweiz

In der nachfolgenden Tabelle 1 werden Firmen, Vereine oder Organisationen dargestellt, welche sich im Bereich der Umweltbildung auf Schulstufenniveau bewegen. Der Bezug zur elektrischen Energie muss zudem gegeben sein, damit überhaupt das Thema «Akkumulator» ein Aspekt davon sein kann. Die Liste hat nicht den Anspruch auf Vollständigkeit aller Anbieter in der gesamten Deutschschweiz, da die Recherche ausschliesslich online erfolgte. In der letzten Spalte der Tabelle 1 wird aufgezeigt, ob die untersuchte Organisation ein Angebot mit dem Schwerpunkt «Akkumulator» offeriert.

Tabelle 1: Übersicht von Anbieter in der Umweltbildung im Bereich elektrischer Energie in der Deutschschweiz

| Name | Inhalt | Zielgruppe | Akkumulator / Energiespeicher |
|--|--|---------------------------------------|--|
| Energie- und Klimapioniere (myclimate) | Unterstützung der Lehrpersonen bei unterschiedlichen Projekten. Themen sind Energiestrategie, Erneuerbare Energien, Einsparen und Effizienz, Graue Energie und Green Jobs (Energie- und Klimapioniere, o. J.). | Kindergarten, Volksschule, Gymnasien | Nein, wenn dann nur am Rande. Schwerpunkte sind der Klimaschutz und die Energieeffizienz. |
| Energie- und Klimawerkstatt (myclimate) | Klimawandel und Ressourcenknappheit werden uns in den kommenden Jahrzehnten stark beschäftigen. Weit-sicht, Innovation und nachhaltiges Handeln ist gefragt! Die Energie- und Klimawerkstatt bietet dir die Möglichkeit, ein spannendes Projekt zu realisieren und mit etwas Glück einen der attraktiven Preise abzuholen (Energie- und Klimawerkstatt, 2017). | Berufsschulen, Betriebe mit Lernenden | Je nach gewähltem Projekt. Kein Unterricht, sondern in Form von Werkstätten. |
| Energie Zukunft Schweiz | Modul Solarenergie: Die Sonne als Energiequelle. Die thermische Nutzung sowie PV werden erklärt und praktisch ausprobiert. Auch allgemein die Themen Energie oder Trinkwasser werden praxisnah bearbeitet (EZS, o. J.). | 1. bis 10. Klasse | Nein, wenn dann nur am Rande beim Thema «Eigenverbrauch der PV-Anlage». |
| Energietal Toggenburg: Nachhaltige Energiebildung | Die drei Pfeiler einer nachhaltigen Energieversorgung, Effizienz, Konsistenz und Suffizienz, fordern neue Alltagsfähigkeiten: einen wirkungsvollen, intelligenten und sparsamen Umgang mit Ressourcen, der ein bewusstes Konsum- und Mobilitätsverhalten ermöglicht (Stieger, 2016). | Volksschulniveau im Raum Toggenburg | Nein, wenn dann nur am Rande einzelner durchgeführter Projekte mit Solarenergie. |
| Verein Fairplay | Bildung für Nachhaltige Entwicklung: z.B. Handyproduktion Themenkontext ist fairer Konsum und Nachhaltigkeit. TN werden durch spielerische, kreative und selbstgesteuerte Aktivitäten an die Themenbereiche herangeführt (Uebersax, 2017). | Jugendliche bis Erwachsene | Nein, wenn dann nur am Rande, da das Programm darauf abzielt, die TN zu einem gerechten Konsumverhalten zu motivieren. |

| | | | |
|----------------------------|--|---|--|
| <p>IngCH</p> | <p>Der Verband sensibilisiert die Öffentlichkeit für die zentrale Bedeutung der Technik in Wirtschaft, Kultur und Politik und fördert das Technikverständnis der Gesellschaft, insbesondere der Jugend. IngCH trägt dazu bei, dass die Ingenieurausbildung als fundierte und erfolgversprechende Voraussetzung für anspruchsvolle Laufbahnen in den unterschiedlichsten Branchen und Funktionen wahrgenommen wird und der Ingenieurberuf über ein positives Image verfügt (IngCH, 2017).</p> | <p>Förderung des Ingenieursnachwuchs (vor allem Jugend) und Aufwertung des Ingenieursimage in der Öffentlichkeit aller Altersstufen</p> | <p>Möglich, dass es einzelne Unterrichtsansätze in die Richtung von Akkus gibt und entsprechende Themen in den Technik-wochen bearbeitet werden. Es ist allerdings nicht direkt ersichtlich.</p> |
| <p>myblueplanet</p> | <p>myblueplanet hat verschiedene Kampagnen die sich mit unterschiedlichen Themen beschäftigen. Eine Kampagne befasst sich mit der Solar-energie und läuft unter dem Namen „Jede Zelle zählt – Solarenergie macht Schule“. Ob die Jugendlichen mit einem Black Out Day einen Tag lang den Schulalltag ohne Strom bewältigen, beim Bau der Solaranlage mithelfen oder Modelle zu verschiedenen Arten der Energiegewinnung basteln: Aktionstage, Projektwochen und Experimente machen die Themen Energie, Klima und Nachhaltigkeit für die SuS erlebbar (myblueplanet, 2016).</p> | <p>SuS, aber auch für die Gemeinde und die gesamte Bevölkerung</p> | <p>Nein, wenn dann nur am Rande bei den Themen Solaranlagen, Elektrobikes und Elektroautos.</p> |
| <p>myclimate</p> | <p>Die myclimate Bildung sensibilisiert, aktiviert, vernetzt und vermittelt die nötigen Kompetenzen, die für eine nachhaltige Entwicklung benötigt werden. Sie orientieren sich dazu an den Leitsätzen für die Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) sowie den Zielen der Vereinten Nationen zur nachhaltigen Entwicklung (Sustainable Development Goals - SDG's) (myclimate, o. J.).</p> | <p>Altersgerecht von Schulkindern bis hin zu Arbeitnehmern und der Öffentlichkeit</p> | <p>Nein, wenn dann nur am Rande. Es ist eine Stiftung, die vernetzt und als Anlaufstelle dienen kann, jedoch den Fokus nicht auf technische Schulungen legt.</p> |

| | | | |
|--|--|---|---|
| Ökozentrum | Energie-Erlebnistage als gemeinsames Projekt des Ökozentrums und Energie-Schweiz. Interaktiver Postenlauf mit verschiedenen Aspekten von Energie (Patscheider, o. J.). | Kinder / Jugendliche aller Schulstufen und auch Angebote für Erwachsene | Im Bildungsbereich ein mögliches Thema bei Energie und Recycling. Projekte laufen mit alten Postroller-Akkus. |
| Public Eye | Verschiedene Schulbesuche. Bspw. zum Thema Handy, Computer und Elektronik: Wie wird ein Handy hergestellt? Woher und welche Rohstoffe werden verwendet? Was passiert mit den alten Handys? Handys mit Vertrag sind gratis – ein Grund mehr, immer das neueste zu wollen (Public Eye, 2017). | Ab Sek. I und untere Sek. II | Im Umfang ihres Angebotes mit dem Handy wird der Akku thematisiert, ist jedoch nicht der Fokus der Schulung. |
| Pusch | Umweltunterricht Energie und Klima. Mit dem eigenen Energieverbrauch befassen und dessen Auswirkung auf das Klima verstehen. Geschichten, Experimente und Fallbeispiele werden im Unterricht behandelt (Müller, 2016). | Alle Stufen. Vom Kindergarten bis zur Oberstufe | Nein, wenn dann nur als Teil von einzelnen Themenwochen. |
| Spektrum-Energie | Bildung im Bereich erneuerbare Energien und Emissionen. Anbieten eines Solarworkshops im Rahmen der Techniker Wochen an div. Kantonsschulen in der Schweiz (Meyer, o. J.). | Kinder / Jugendliche aller Schulstufen und Erwachsene | Nein, wenn dann nur am Rande im Umfang des Solarworkshops. Möglich, dass Akkus in Zukunft vermehrt einbezogen werden. |
| Umweltarena Schweiz (nur direkt vor Ort in Spreitenbach) | In der Umwelt Arena Spreitenbach entdecken Ihre SuS die Umweltbildung von ihrer spannendsten Seite. Nachhaltigkeit, erneuerbare Energie und Natur. Wie passt das zusammen mit den Bedürfnissen in Sachen Wohnen, Mobilität und Energie? Es sind rund 45 interaktive Ausstellungen vorhanden. (Umweltarena, o. J.). | Volksschule bis Berufsschulen und Erwachsene | Ein Fokus ist die Ausstellung „Second Life: zweites Leben für Postroller-Batterien“. Inzwischen ist auch ein erster Second-life Akku installiert. |

2.3 Rückschlüsse aus der Marktanalyse

Wie die Auflistung in Tabelle 1 zeigt, ist das Angebot an Schulungen im Bereich Energiespeicherung und namentlich bei Akkus praktisch nicht vorhanden oder im Fall der Umweltarena nur stationär vorhanden. Das Ökozentrum führte mit der Post CH AG ein gemeinsames Projekt für die Wiederverwertung der alten Postroller-Akkus durch. Das Ziel dabei war, dass die noch zu verfügungstehende Speicherkapazität von rund etwa 80 Prozent, welche nicht mehr für den Postbetrieb genügten, anderweitig genutzt werden können. Durch dieses Projekt entstanden stationäre Akkuspeicher, welche beispielsweise Solarstrom kostengünstig speichern können (Sattler, 2017). Mit dieser Arbeit konnten sie Erfahrungen sammeln, die sie nun auf Schulstufenniveau in Form von erlebnisreichen Parcours anbieten, bei denen die SuS Energie messen, fühlen und erfahren können (Buser, o. J.).

Speichertechnologien wie die des PtG oder der Akkus werden in Zukunft vermehrt zum Einsatz kommen (Zapf, 2017), jedoch sind PtG-Anlagen für einen Grossteil der Menschen nicht direkt im Alltag von Bedeutung. Aus diesem Grund wird der Fokus nach dieser Marktanalyse auf die Akkutechnologien gelegt, welche uns alle bei den Mobiletelefons, Laptops, Mobilität und vermehrt auch bei Drohnen begegnen. Entsprechend sind es hauptsächlich Lithium-Ionen-Akkumulatoren (Li-Ion-Akkus). Die alltägliche Nutzung erfolgt oft ohne gross zu hinterfragen, wie ein Akku aufgebaut ist und wie er funktioniert. Wird dieses Wissen den Leuten nähergebracht, wird dadurch deren Verständnis für das Recycling und den Umwelteinfluss verbessert. Diese Aussage wird mit der zweiten Hypothese untersucht.

Der Bedarf respektive das Interesse von Seiten der TN auf Sekundar- oder Kantonsschulniveau kann erst nach der Durchführung der beiden Veranstaltungen evaluiert werden und wird in der Schlussfolgerung der Arbeit aufgegriffen. Als Basis hierfür werden die schriftlichen Feedbacks der TN ausgewertet.

3 Theorie Unterrichtslektion und Workshop

Heutzutage steigt der Anspruch an eine Aus- oder Weiterbildung stetig. Alles was gelernt wird, sollte sofort in der Praxis umsetzbar sein und langfristig wirken. Der angebotene Kurs soll aktuell sowie qualitativ hochstehend sein und zudem soll der Inhalt effizient vermittelt werden. In der Realität sieht dies aber oft anders aus: Der Unterricht ist frontal und wirkt trocken. Dies zu ändern ist möglich, jedoch bedeutet dies eine längere Vorbereitungszeit und eine vertiefte Auseinandersetzung mit dem Inhalt (aeB Schweiz, 2013). Bei einem guten Unterricht ist der Inhalt auf das wesentliche reduziert (R. Meyer & Stocker, 2011) und um dies zu erreichen, gibt es gewisse Hilfestellungen, welche nachfolgend aufgegriffen werden.

In diesem Kapitel wird auf die didaktischen Grundlagen eingegangen und aufgezeigt, nach welchen Modellen die Unterrichtsplanung durchgeführt wurde. Des Weiteren wird erläutert, was eine Tagesveranstaltung beinhaltet, und wo entscheidende Unterschiede zu einer einzelnen Lektion bestehen. Als erstes werden Definitionen anhand des Dudens vorgenommen (Drosdowski, Scholze-Stubenrecht, & Wermke, 1997), welche im weiteren Verlauf als Grundlage dienen:

Didaktik:

Das Wort kommt vom griechischen Verb «didaskain», was übersetzt «lehren» bedeutet. Die Didaktik ist die Lehre des Lehrens und des Lernens.

Methodik:

Der Begriff setzt sich aus dem griechischen Wort «meta» und «hodos» zusammen, was übersetzt so viel wie «hin» und «Weg» bedeutet; «den Weg hin zum Ziel». Die Methodik ist die Wissenschaft vom planmässigen Vorgehen beim Unterrichten. Hierzu gehört die Unterrichtsorganisation, die Lehr- und Lernformen und die einzelnen Vorgehensweisen im Unterricht.

Etwas vereinfacht kann gesagt werden, dass die Didaktik das *Was* und das *Warum* darstellt und die Methodik das *Wie*. Gerade die Methodik ist sehr themenabhängig und es gibt unterschiedliche Bücher zu den einzelnen Themen; beispielsweise «Methodik der empirischen Forschung» oder «Methodik der Aktivierungstherapie» (aeB Schweiz, 2013).

Ressourcen:

Der Begriff stammt aus dem Französischen und meint ein natürliches Produktionsmittel für die Wirtschaft. Heute werden jedoch persönliche Ressourcen (Wissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten) und Ressourcen des Umfelds unterschieden. Ressourcen können erworben und damit auch vermittelt werden.

Kompetenzen (nach aeB Schweiz, 2013):

Das Wort kommt aus dem Lateinischen «competere», was so viel wie «zusammenwerfen» heisst. Es drückt sehr gut aus, was in der Didaktik gemeint ist, nämlich das Zusammenspiel der in einer Situation angepassten Ressourcen um eine Aufgabe zu meistern. Kompetenzen werden in einer Situation stets neu entwickelt und können nicht vermittelt oder erworben werden. Im Unterricht können daher einzig Situationen kreiert werden, in welchen das Zusammenspiel der Ressourcen geübt werden kann. Kompetenzen als solche können auch nicht geprüft werden, sondern erst wenn sie in der Performanz gezeigt werden.

Performanz (nach aeB Schweiz, 2013):

Der Begriff stammt vom lateinischen Wort «perficere» = vollenden, zustande bringen. Er ist das Resultat beziehungsweise Ergebnis einer ausgeübten Kompetenz und kann festgestellt und geprüft werden. In letzter Zeit wird dafür auch der Begriff «Professionalität» gebraucht, der genau das beschreibt, nämlich die gekonnte Ausübung einer Tätigkeit.

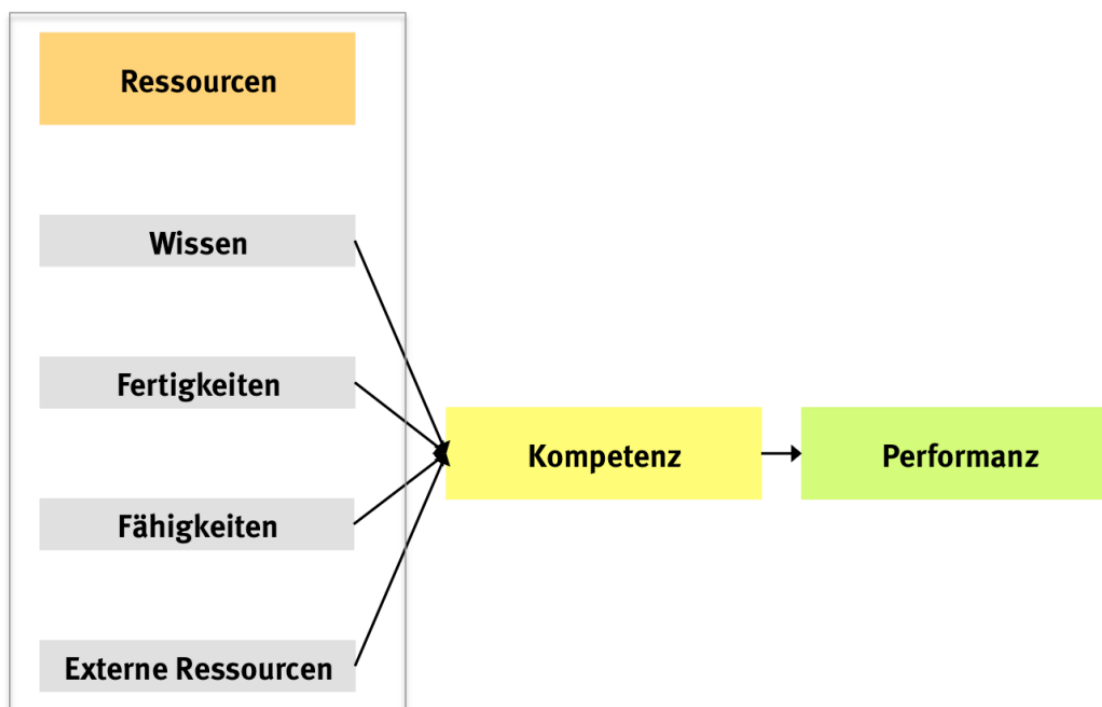


Abbildung 1: Übersicht der genannten Begriffen Ressourcen, Kompetenz und Performanz sowie deren Zusammenspiel (aeB Schweiz, 2013, S. 16)

Ergänzungen zur Abbildung 1: Als externe Ressourcen gelten beispielsweise Werkzeuge, Software und natürlich Geld. Die Kompetenz, welche nur in Situationen immer wieder neu entwickelt werden kann, ist schlussendlich potenzielle Performanz. Diese Unterscheidung von Kompetenz und Performanz geht auf die linguistische Syntax-Theorie von Noam Chomsky zurück (Chomsky, 1970).

Lernziel (nach aeB Schweiz, 2013):

Lernziele sind diejenigen Ziele, welche die Lernenden erreichen wollen. Sie sind persönlich und sollen von den einzelnen Lernenden selbst individuell formuliert und überprüft werden. Sie gehören nicht in den Lehrplan, sondern in das persönliche Lernportfolio der TN einer Ausbildung.

Unterrichts- oder Ausbildungsziele (nach aeB Schweiz, 2013):

Ein Unterrichtsziel bezeichnet von aussen gesetzte Ziele. Des Weiteren bezeichnet es ein erwünschtes und in der Vorstellung vorweg genommenes Verhalten der Lernenden am Ende des Prozesses. Sie sind nicht zufällige Grössen, sondern Ergebnisse sorgfältiger und rationaler Planung. Ein Unterrichtsziel drückt stets einen beobachtbaren Sachverhalt aus – ein wahrnehmbares Tun beziehungsweise eine beobachtbare Handlung. Nicht das Lernen unmittelbar wird im Unterrichtsziel angesprochen, sondern mittelbar über Indikatoren, die für das Lernergebnis angegeben werden, z.B. das Lösen einer bestimmten Aufgabe dafür, dass eine bestimmte Formel gelernt worden ist.

3.1 Theorie zur Durchführung einer Ausbildungseinheit

In diesem Kapitel wird auf die theoretischen Grundlagen für die Planung und Durchführung einer Unterrichtseinheit eingegangen. Die Unterkapitel bieten die Basis für die effektive Ausarbeitung der Lektionen, welche ab Kapitel 4.1 auf der Seite 33 beschrieben werden.

3.1.1 Didaktische Planung

Die didaktische Planung wird mit Hilfe des kompetenzorientierten **Berner-Modells** durchgeführt. Das Berner-Modell ist von der aeB Schweiz in Bern entwickelt worden und basiert auf dem Berliner-Modell, welches bereits in den Sechzigerjahren etabliert wurde. An dieser Stelle wird eine etwas vereinfachte Form verwendet (siehe Abbildung 2). Die ausführliche Variante ist im Band 40/41 aus der aeB-Reihe «Aus der Praxis – für die Praxis» ersichtlich (Furrer, 2009).

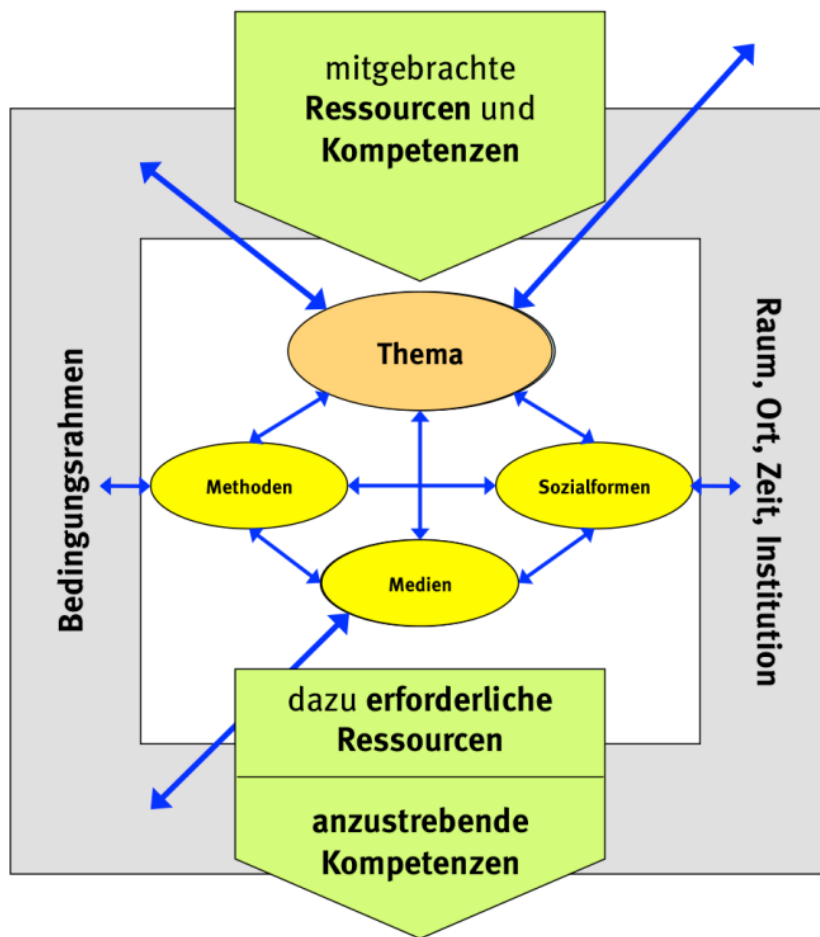


Abbildung 2: Vereinfachte Form des Berner-Modells für die didaktische Unterrichtsplanung (aeB Schweiz, 2013, S. 18)

Zu den Rahmenbedingungen zählen: Vorgaben / Absichten, Zielgruppe, Lokalität, Zeitstruktur, Budget und die Werbung, auf die jedoch im weiteren Verlauf der Arbeit nicht eingegangen wird. Die Zielgruppenanalyse ist dann einfacher, wenn die Zugangsbestimmungen zur Veranstaltung klar geregelt sind. Als Beispiel wäre hier ein Sprachkurs in einem entsprechenden Niveau zu erwähnen, aber auch die geplante Lehreinheit am Gymnasium ist ein solcher Fall. Die Klasse ist vom Alter und ihrer Gruppengröße her bekannt, was die Planung merklich vereinfacht. Das fachliche Grundwissen kann nun vom Alter her abgeleitet werden. Das gleiche gilt für die Veranstaltung der ZHAW. Dies führt dazu, dass in dieser Arbeit nicht detaillierter auf die Teilnehmeranalyse eingegangen wird.

Im Kern des Berner-Modells (Abbildung 2) ist das Thema, welches durch die Methodenwahl, die Wahl der Sozialform und durch Zuhilfenahme von Medien entsprechend vermittelt wird. Wie die Doppelpfeile anzeigen, hängen alle diese Aspekte sowohl untereinander, als auch einzeln mit den Rahmenbedingungen und stark mit dem Thema zusammen. Das bedeutet, dass sich nicht jede Methode für jedes Thema eignet und nicht jede Sozialform ist für jede TN-Gruppe gleich ideal oder nicht jedes Medium passt für jeden Raum. Es ist in der Hand der Lehrperson, dass diese einzelnen Elemente im Idealfall zu einem «Gesamtkunstwerk» vereinigt werden.

3.1.2 Festlegung der Unterrichtsziele

Bei den Unterrichtszielen (UZ) gibt es verschiedene Ebenen (aeB Schweiz, 2013):

- Richtziele: Allgemein gehalten, auf übergreifende Rahmenbedingungen beziehend
- Grobziele: Auf eine bestimmte Bildungsveranstaltung beziehend, detaillierter beschrieben
- Feinziele: Auf eine bestimmte Bildungssequenz bezogen, genau beschreibend

Im Verlauf dieser Arbeit werden somit Feinziele definiert, welche genau beschreiben, was die TN wissen und können müssen. Des Weiteren gibt es Intensitätsstufen von UZ, welche auch als Taxonomiestufen bezeichnet werden. Unter dem Begriff Taxonomie versteht man eine Einteilung des gewünschten Endverhaltens in unterschiedlich tiefe Ebenen. Es gibt verschiedene Unterteilungen; eine häufig verwendete Lernzieltaxonomie ist die von Benjamin S. Bloom und bezieht sich hauptsächlich auf kognitive UZ, weshalb sie oft auch als K-Stufen bezeichnet werden (R. Meyer & Stocker, 2011). Die Stufen beginnen bei K1, welche ein Überblickwissen erwartet und mit «Kenntnisse» bezeichnet wird (Abbildung 3). Die höchste Stufe K6 wird als Evaluation oder Beurteilung ausgewiesen, was voraussetzt, dass eine Situation anhand von Kriterien bewertet und überprüft werden kann. Döring (1995) unterscheidet hingegen nur drei Intensitätsstufen, welche für die Praxis meistens ausreichen: Kennen und Verstehen, Übertagen und (praktisch) Anwenden und Analysieren und Beurteilen.



Abbildung 3: Unterrichtsziele: Taxonomiestufen nach Benjamin S. Bloom (aeB Schweiz, 2013, S. 22)

Wie bereits erwähnt wurde, beziehen sich die auf Abbildung 3 aufgezeigten Taxonomiestufen besonders auf die kognitiven UZ. Das bedeutet, dass sie sich auf den Erkenntnisbereich wie das Wissen, Denken und Verstehen beziehen. Als weitere Unterrichtszielbereiche sind die affektiven UZ (Gefühls- und Wertebereich) und die psychomotorischen UZ (Handlungs- und Verhaltensbereich) zu erwähnen (aeB Schweiz, 2013).

Bei der Formulierung von überprüfbaren Feinzielen gibt es ein Vorgehen, welches sich weitgehend etabliert hat. Ein UZ hat drei Komponenten, welche sich nach folgender Reihenfolge abarbeiten lassen:

1. Endverhalten Was?
2. Bedingung Wie?
3. Massstab Wie viel? Wie gut?

Mit Endverhalten wird exakt das Verhalten der TN nach durchlaufendem Lernprozess bezeichnet und muss in eindeutige Begriffe gefasst werden. Es muss so formuliert sein, dass ein beobachtbares Verhalten beschrieben wird. Bei der Wahl des Verbes entscheidet sich auch welche Taxonomiestufe gewählt wird, welche von «aufzählen» bis «begründet gewichten» gehen. Die Bedingung gibt vor, unter welchen Auflagen sich das Verhalten als das erwünschte Endverhalten erweist. Muss die Definition auswendig wiedergegeben, oder dürfen Gesetzestexte beigezogen werden? Als Letztes gibt der Massstab über die Qualität des Verhaltens Auskunft. Sie können in Bezug auf Qualität, Menge und Zeit gesetzt werden. Je klarer der Massstab definiert ist, desto klarer kann ein Ziel als erreicht oder nicht erreicht gelten.

Eine zu starke Fixierung auf die Ausbildungsziele in einer Unterrichtseinheit kann aber dazu führen, dass die Lernenden sich unselbstständig verhalten. Zudem können Praxis und Erfahrungshintergrund der TN nicht in den Unterricht einbezogen werden. Eine Erweiterung in Richtung Kompetenzen, wie beim Berner-Modell dargestellt, ist darum sinnvoll. Weitere Möglichkeiten den Lernprozess teilnehmergechter und praxisnäher zu gestalten, ohne dabei die Ziele aus den Augen zu verlieren, bieten selbstgesteuertes Lernen, Handlungs- und Problemorientierung. Meistens geben die Lehrpersonen zuerst einen Theorieinput, bevor die TN passende Aufgaben zum Bearbeiten bekommen. Um das Problemlösungsverfahren zu üben, wird dieser Ablauf umgedreht. Zuerst wird mit einer relativ einfachen Problemstellung Erfahrung gesammelt und erst daraus die Theorie abgeleitet, was die Aufnahmefähigkeit verbessert (R. Meyer & Stocker, 2011). Dieser Ansatz steht nicht komplett entgegengesetzt zu den UZ, sondern bietet eine Ergänzung dafür an, wie die Ziele am effektivsten erreicht werden.

3.1.3 Inhalte auswählen

Jeder Mensch ist für seinen persönlichen Lernprozess verantwortlich. Wenn im Unterricht etwas gelernt werden soll, darf der Inhalt nicht zu dicht und nicht zu umfangreich sein, sondern muss «verdaubar» und nachvollziehbar sein. Das bedeutet, dass der gesamte Inhalt auf die wichtigen Punkte hinsichtlich der UZ heruntergebrochen werden muss und eine Auswahl stattfindet (R. Meyer & Stocker, 2011). Dabei gibt es zwei verschiedene Gesichtspunkte zu berücksichtigen, nämlich die inhaltliche und die didaktische Perspektive. Die beiden Perspektiven können nicht vollends

voneinander getrennt werden, da die Auswahl bestimmter Bausteine für die Lernveranstaltung von den fachlichen Schwerpunkten abhängen. Als erstes ist es wichtig, dass ein Überblick geschaffen wird und die Sachinhalte gesammelt und geordnet werden. In einem zweiten Schritt wird das Thema eingegrenzt. Nachdem anschliessend die bedeutsamen Lerninhalte mit Blick auf die TN ausgewählt wurden, werden die Lerninhalte im Hinblick auf die gegebene Zeit überprüft. Die didaktische Reduktion nach Klafki (2007) ist an dieser Stelle eine ebenfalls passende Hilfe.

In den Fünfzigerjahren entwickelte Wolfgang Klafki die Konzeption der didaktischen Analyse des Bildungsinhaltes. Bei dieser Analyse geht es darum, dass die Lehrperson die möglichen Inhalt auf ihren Bildungsgehalt und ihren Bildungswert für ihre TN reflektiert und rechtfertigt (R. Meyer & Stocker, 2011). Diese didaktische Analyse orientiert sich gemäss Riedl (2004) an den folgenden fünf Leitfragen, welche ihrerseits zu zahlreich weiteren Unterfragen führen können:

1) Exemplarische Bedeutung

Welchen allgemeinen Sachverhalt, welches allgemeine Problem erschliesst der betreffende Inhalt?

2) Gegenwartsbedeutung

Welche Bedeutung hat der betreffende Inhalt bereits im geistigen Leben der TN, welche Bedeutung sollte er – vom pädagogischen Gesichtspunkt aus gesehen – darin haben?

3) Zukunftsbedeutung

Worin liegt die Bedeutung des Themas für die Zukunft der TN?

4) Sachstruktur

Welches ist die Struktur des Inhaltes?

5) Zugänglichkeit

Welches sind die besonderen Fälle, Phänomene, Situationen oder Versuche des Inhaltes, welche sich dieser Klasse interessant, diskutierbar, zugänglich und begreiflich veranschaulicht werden können?

Eine weitere Möglichkeit, um den Inhalt für eine Ausbildungseinheit auszuwählen, sind die «**Siebe der Reduktion**». Ein korrektes und richtiges Mass der Reduktion gibt es nicht, da immer auf die TN, ein Ziel und ein fixes Zeitbudget Rücksicht genommen werden muss. Dieses Modell basiert auf einer dynamischen Balance, bei welcher es das richtige Mass an Reduktion nicht gibt. Bei dieser Technik wird der Inhalt mehrmals durch unterschiedlich grosse Siebe durchgeseiht. Dabei entspricht die Feinheit des Gitters der für die Lerneinheit zur Verfügung stehenden Zeit. Durch ein grosses Sieb (kurze Zeit) fällt fast alles hindurch und übrig bleiben nur wenige, wirklich grosse beziehungsweise zentrale Elemente des Inhaltes. Ein feineres Sieb hält hingegen den Grossteil des Inhaltes zurück (Abbildung 4). Somit unterstützt dieses Modell die Lehrenden bei der Auswahl des wirklich relevanten Inhaltes mit Blick auf die Zielgruppe und das Zeitbudget. Am Schluss soll geprüft werden,

ob die richtigen Inhalte im Sieb zurückgeblieben sind. Dies kann mit Hilfe des Substanzchecks kontrolliert werden. Hier wird angeschaut, ob der ausgewählte Inhalt tatsächlich das Wissen der Zielgruppe substanzvoll erweitert oder eben nicht (Zumbach, Weber, & Olsowski, 2007). Sind nur eine Reihe von Substantiven übriggeblieben, ist Vorsicht geboten. Zur Veranschaulichung ein Beispiel: Beim Schwimmen wäre „Brustschwimmen“ nicht aussagekräftig genug, sondern es sollten konkrete Aussagesätze wie z.B. „Beim Brustschwimmen ist der Kopf nur beim Einatmen über der Wasseroberfläche.“ bestehen.

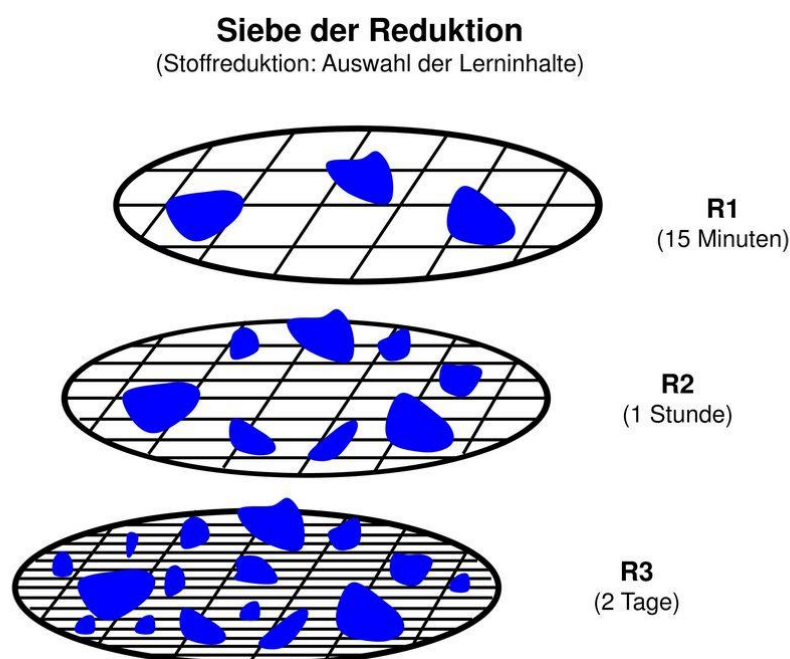


Abbildung 4: Siebe der Reduktion - Stoffmengen auf bestimmte Zeiteinheiten "herunterschütteln" (Quelle: http://docplayer.org/docs-images/40/326439/images/page_11.jpg, abgerufen am 24.6.2017)

Ist der Lernstoff eines Unterrichtes einmal ausgewählt, soll er für ein optimales Lernen aufbereitet werden. Die folgende Stichwortliste kann dabei helfen festzustellen, ob eine Lerneinheit interessant und vielversprechend vorbereitet ist (R. Meyer & Stocker, 2011):

- Neugierde wecken (Was steckt spannendes hinter dem Unbekannten?)
- Lernziele und Nutzen bekannt geben
- Sinnvoller roter Faden
- Durchgehender Spannungsbogen
- Neues alt verpacken (Hintergrund: Unbekanntes wird häufig als feindlich wahrgenommen)
- Am Alltag anknüpfen (Grössere Zusammenhänge aufzeigen, Praxisnähe)
- Erklärung vor Begriff (Zuerst vorhandene Assoziationen wecken)
- Zusätzliche Assoziationen
- Überschneidungen vermeiden
- Mit Gefühlen verbinden (Spass z.B. Bewegungen, Düfte, Klänge, Erinnerungen, etc.)
- Repetition (Am Schluss die wichtigsten Informationen wiederholen)

3.1.4 Strukturierung von Lerneinheiten

Die Lektion wird mit Hilfe des Phasenmodells AITUS geplant. Es unterstützt die Lehrperson bei der Planung, um eine Lektion systematisch aufzubauen (R. Meyer & Stocker, 2011). Unterstützt wird dieses Modell mit dem Sandwich-Konzept, welches die aktiven und passiven Lernphasen beschreibt und weiter unten beschrieben wird. Das **AITUS-Modell** teilt die Unterrichtseinheit in die folgenden fünf Teile ein und ist ein nicht problemorientierter Ansatz:

- A wie Anfangen
- I wie Interesse wecken
- T wie Theorie vermitteln und erarbeiten
- U wie Umsetzen und Üben
- S wie Schluss

Am **Anfang** geht es insbesondere darum, dass die Lehrperson Ziel und Zweck der Lerneinheit transparent macht und einen Überblick des Ablaufs gibt. Die UZ sollen begründet und der Bezug zur Praxis aufgezeigt werden. Es können auch Verbindungen zu anderen Fächern verdeutlicht werden. Das Ziel dieser Erläuterungen besteht darin, dass die TN den Sinn dieser Einheit erkennen und wissen, wozu das Gelernte gut sein soll. Dieser informative Beginn einer Lektion sollte bei einer 45 minütigen Lektion nicht viel länger als zwei Minuten dauern (R. Meyer & Stocker, 2011).

Wenn das **Interesse** bei den TN geweckt werden soll, dann ist ein wichtiger Punkt, dass ein Bezug zu bereits Bekanntem geschaffen wird. Ist dieses Interesse vorhanden, kann die Neugier für neues Wissen geweckt werden, was wiederum dazu führt, dass die Lernenden aktiv mitdenken und sie hierdurch von «Konsumenten» zu Mitbeteiligten werden (R. Meyer & Stocker, 2011). Wird gut mitgearbeitet, kann durch aktives Bestärken der TN noch weiteres Engagement gefördert werden (Pryor, 2002).

In der dritten Phase werden die **Theorien** vermittelt, die für die Erreichung der Lernziele nötig sind. Neues Wissen wird aufgebaut, Fertigkeiten werden gefördert und die Zusammenhänge aufgezeigt. Gehen die TN motiviert und interessiert aus der zweiten Phase hinaus, fällt die fachgerechte Vermittlung des Inhaltes auf fruchtbaren Boden.

Die vierte Phase, in der es um die **Umsetzung** und das **Üben** geht, muss die Bedeutsamkeit der Theorien für das eigene Denksystem erschlossen und das Gehörte respektive Gelesene in bestehendes Wissen integriert werden. Das entscheidende in dieser Phase ist, dass die Lernenden das Neue selbst erarbeiten und anschliessend anwenden können. Aufgaben mit einem mittleren Abstraktionsgrad eignen sich gut, da zu einfache gestellte oder nahezu unlösbare Aufgaben einen negativen Einfluss auf die Motivation ausüben. Für die Lehrperson bedeutet dies, dass sie genügend Zeit und Gelegenheiten für praktische Anwendungen zur Verfügung stellen muss.

Nach dem Erarbeiten von Theorie und lösen von Aufgaben, welche auch in umgekehrter Reihenfolge oder mehrmals hintereinander auftreten können, macht es am **Schluss** Sinn, die Ergebnisse der Lerneinheit zusammenzufassen und festzuhalten. Erfolge, auch wenn es nur Teilerfolge sind, können für den weiteren Lernprozess als Motivation dienen. Eine Evaluation ist ebenso Teil der Schlussphase, wie der Ausblick auf die Umsetzung in der Praxis. Zudem steht die Verabschiedung an, für die je nach Dauer der gemeinsamen Unterrichtszeit mehr oder weniger Zeit eingeplant werden sollte.

Ein gutes Sandwich zeichnet sich neben einem frischen Brot durch seine abwechslungsreichen Beilagen aus. Und genauso verhält es sich auch mit dem Unterricht: der zu vermittelnde Stoff ist abwechslungsreich zu strukturieren und zu rhythmisieren (R. Meyer & Stocker, 2011). Das **Lernsandwich** ist ein Grundmodell für einen Lernverlauf (aeB Schweiz, 2013), wobei die Bearbeitungsphasen (expressiv) die entscheidenden Momente darstellen (siehe Abbildung 5). Die Informationsaufnahmephasen (rezeptiv) sollen jeweils nicht länger als fünfzehn Minuten dauern, damit die Aufnahmefähigkeit der TN noch garantiert ist (R. Meyer & Stocker, 2011).

Die Gestaltung des Lernrhythmus soll das Lernen erleichtern, wobei es nicht darum geht, dass ein Zirkus mit möglichst vielen Nummern veranstaltet wird (sog. Edutainment). Es soll eine rhythmisierte Unterrichtsform geboten werden, die die Lernenden unterstützt (aeB Schweiz, 2013). Folgende Gestaltungselemente (nicht abschliessend) bestimmen den Rhythmus einer Lerneinheit: Methodenwechsel, Medienwechsel, Wechsel der Sozialformen, Wechsel der rezeptiven und expressiven Tätigkeiten, Wechsel zwischen Anstrengung und Entspannung, Wechsel zwischen Erarbeiten, Handeln und Reflektieren und einen guten Mix von «Kopf, Herz und Hand».



Abbildung 5: Lernsandwich für die Strukturierung eines Unterrichtes (aeB Schweiz, 2013, S. 27)

Für jede Phase gibt es unzählige mögliche Methoden und Sozialformen. Welche Methode sich wann eignet, hängt von unterschiedlichen Gegebenheiten wie der Schwierigkeitsstufe, der Gruppengröße, des Vorwissens und weiteren ab. In der aus der TN-Sicht rezeptiven Phase, in welcher die Lehrperson Wissen vermittelt, kann es von Demonstrationen, Referaten, Präsentationen bis zu Filmsequenzen, Podcasts und Plakaten gehen. Auch hier ist Abwechslung besser geeignet als eine eintönige Folienabfolge mit dem Programm «PowerPoint» (R. Meyer & Stocker, 2011).

Als Ergänzung zu den zwei genannten Modellen, kommt noch der soziale Aspekt hinzu. Wie beim Vier-Faktoren-Modell der themenzentrierten Interaktion (TZI), das besagt, dass jede Gruppe durch vier Faktoren bestimmt ist (Person *Ich*, Gruppeninteraktion *Wir*, Aufgabe *Es* und das Umfeld *Globe*) (Schneider-Landolf, Spielmann, & Zitterbarth, 2010) gibt es bei der Unterrichtsplanung das **didaktische Dreieck**. Analog zum TZI-Modell nennen sich die vier Faktoren Lehrperson, Gruppe, Thema und Umfeld respektive Praxis und stellen vier Aspekte des Unterrichtes dar (siehe Abbildung 6). Das Ziel dieses Modelles ist, dass die genannten Punkte sowohl in der Planungsphase wie auch beim Lehren selbst ein möglichst ausgewogenes Gewicht erhalten. Liegt auf einem Aspekt ein zu grosser Fokus, kann dies zu einem langweiligen, trockenen und sehr theoretischen Unterricht (Übergewicht Thema), zu einer Selbstinszenierung (Übergewicht Lehrperson), zu einer fast ausgelassenen Stimmung mit wenig Interesse am Thema (Übergewicht Gruppe) oder zu einem erschwerten Unterricht führen, wenn Störungen nicht behoben werden können (R. Meyer, 2014a).

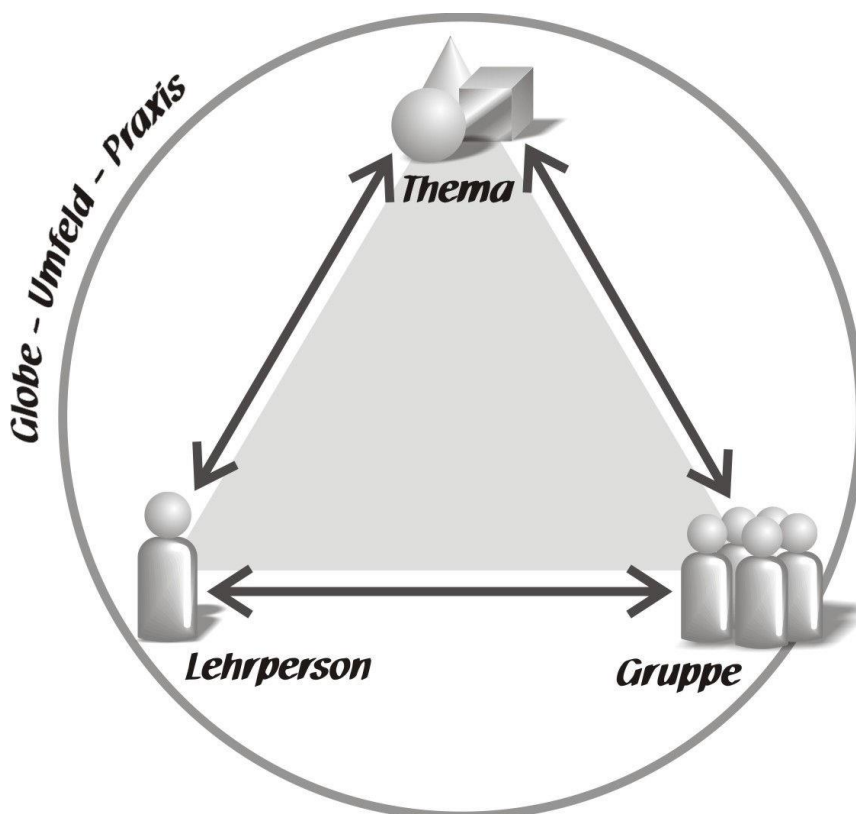


Abbildung 6: Didaktisches Dreieck respektive vier Aspekte des Unterrichtes (R. Meyer & Stocker, 2011, S. 57)

3.1.5 Methoden

Im Unterricht braucht es Verfahrensweisen, die die Lehrperson darin unterstützen, in einer Lernveranstaltung vorhandenes Interesse zu stärken, Informationen zu vermitteln, Einfälle und Ideen zu fördern, die Kommunikation anzuregen sowie gemeinsames Handeln in Gang zu bringen. Diese helfenden Verfahrensweisen nennt man in der Aus- und Weiterbildung «Methoden». Methoden müssen immer genau angeleitet und erläutert werden, dass mögliche Widerstände seitens der TN im Voraus beseitigt werden können. Das Ziel, welches mit der gewählten Methode erreicht werden soll, ist transparent darzustellen (aeB Schweiz, 2013).

Für viele Lehrpersonen eignet sich der Frontalunterricht besonders gut, da sie die komplette Kontrolle haben. Sie wissen, wie viel Zeit sie für ihre vorbereiteten Folien brauchen, und sie können dadurch den Unterricht genau planen (R. Meyer & Stocker, 2011). Dies bedeutet jedoch nicht, dass dies auch in jeder Situation die beste Lernform für die TN ist. Es ist allgemein bekannt, dass ein bewegter Unterricht die Aufnahmefähigkeit der TN fördert und das aktive Erleben das Lernen unterstützt (Kaiser & Zimmer, 2015). Oft ist es jedoch immer noch so, dass viele Unterrichtsräume durch Platzverhältnisse und Infrastruktur einen bewegungsarmen Frontalunterricht geradezu provozieren (R. Meyer & Stocker, 2011). Fairerweise muss aber auch gesagt werden, dass guter Frontalunterricht wichtige Denkanstösse geben und eine grosse Bereicherung für Lernende sein kann. Somit ist er ein wichtiges Element in einer umfassenden Bildung (Zumbach u. a., 2007). Als Ergänzung dazu, wird nachfolgend der Fokus in diesem Unterkapitel auf unterschiedliche Methoden gesetzt, auf welche immer wieder zurückgegriffen werden kann.

Die Wahl der passenden Methode ist immer abhängig von den einzelnen Elementen der Planung (siehe Berner-Modell auf der Abbildung 2). Diese Elemente wie Rahmenbedingungen, Zielgruppe, Inhalt oder Ressourcen beeinflussen sich gegenseitig. Diese Wechselwirkungen müssen bei der Planung immer berücksichtigt werden. Einfache Fragestellungen, welche die Festlegung eines sinnvollen, zielorientierten und ökonomischen Weges zwischen Ausgangslage und Zielsetzungen unterstützen, sind in Tabelle 2 ersichtlich. Diese sieben W-Fragen eignen sich als Entscheidungs- und Kontrollinstrument.

Tabelle 2: Einfache Fragestellungen, die bei der Methodenauswahl dienen können (aeB Schweiz, 2013)

| Nr. | Frage | Beschreibung |
|-----|----------|---|
| 1 | Für wen? | Die Frage nach den Teilnehmenden (Wo stehen sie? Was bringen sie mit?) |
| 2 | Warum? | Die Frage nach dem Ausgangsproblem (Warum planen und arbeiten wir für eine bestimmte Zielgruppe in einem bestimmten thematischen Zusammenhang?) |
| 3 | Wer? | Die Frage nach der Lehrperson , dem Verhältnis der Leitung zur Zielgruppe und dem Ausgangsproblem (mitbetroffen oder nicht, interessiert oder eher distanziert?) |
| 4 | Wozu? | Die Frage nach den Unterrichtszielen und den individuellen Lernzielen |
| 5 | Was? | Die Frage nach dem Inhalt (Was ist der Gegenstand, mit dem wir uns beschäftigen?) |
| 6 | Wie? | Die Frage nach den Methoden (Wie gehen wir die Sache an? Welche Verfahren können helfen, dass die Ziele erreicht werden können) |
| 7 | Womit? | Die Frage nach den Rahmenbedingungen (Womit können wir arbeiten?) |

Nicht jede Methode eignet sich für jeden Zeitpunkt während einer Ausbildungseinheit. Es gibt Anfangs- und Ausstiegsmethoden und es kann zwischen darbietenden und teilnehmerorientierten Methoden unterschieden werden. Die darbietende und die teilnehmerorientierte Methode werden in der Tabelle 3 skizziert.

Bei den darbietenden Methoden liegt der Fokus auf der Präsentation von Inhalten. Sie werden auch als dozentenorientiert bezeichnet, da die Lehrperson steuert und als Fachperson aktiv und expressiv tätig ist. Bei diesen Methoden ist die Lernaktivität der TN vorwiegend rezeptiv (zuschauen, zuhören, wahrnehmen, aufnehmen, etc.). Hingegen leitet die Lehrperson nur die teilnehmerorientierten Methoden an und begleitet die TN in einer beratenden Funktion in ihrem Lernprozess. Für die TN bedeutet dies, dass sie aktiv lernen können. Die Lehrperson ist am Schluss für den Austausch der Ergebnisse verantwortlich und gibt Impulse für die Weiterarbeit. Eine Zusammenstellung von interessanten und nicht intuitiv erfassbaren Methoden wie beispielsweise die Methode 66 werden im Anhang ab Seite 65 skizziert.

Tabelle 3: Darbietende (dozentenorientierte) und teilnehmerorientierte Methoden im Überblick (aeB Schweiz, 2013)

| | Methode | Beschreibung | Dauer |
|--------------------------------|--|--|----------|
| Darbietende Methoden | Kurzvortrag Präsentation Referat | Die Lehrperson behält die Initiative und vermittelt in relativ kurzer Zeit viel Stoff (Inhalt). Oft werden die Informationen mit Visualisierungen unterstützt. (Frontalunterricht, Storytelling) | 5-10' |
| | Lehrgespräch | Die Lehrperson steuert das Gespräch durch gezielte Fragen zum Thema und kommt dadurch mit den TN ins Gespräch. Durch das Gespräch wird ein nachhaltigerer Lernerfolg angestrebt. | 20-30' |
| | Demonstration | Vormachen und Erklären eines komplexen Prozesses anhand eines Modells, Schemata, Bilder oder Objektes. Sie soll klar gegliedert sein und auf Schlüsselpunkte muss hingewiesen werden. | 10-30' |
| Teilnehmerorientierte Methoden | Zur Erschliessung von Inhalten | Beschäftigungen mit inhaltlichen Fragestellungen. Es geht um die Erarbeitung von Wissen. (Fallbeispiele, Textbearbeitung, usw.) | variabel |
| | Kommunikation und Kooperation | Kommunikativer Austausch steht im Vordergrund. Vertiefung von Inhalten kann nebenbei geschehen. (Methode 66, Pro/Contra, usw.) | Variabel |
| | Gestalterisch, spielerisch | Ermöglicht einen handelnden und assoziativen Zugang zum Thema, häufig durch Medium bestimmt. (Collage, Rollenspiel, Mobile, usw.) | Variabel |
| | Selbstgesteuert | Ermöglicht eigenständige Auseinandersetzung mit einem Thema. Geeignet für sehr heterogene Lerngruppen. (Werkstatt, Postenlauf) | Variabel |

3.1.6 Sozialform

Unter dem Begriff Sozialformen versteht man die Organisation des Lernens in Bezug auf Interaktionen und Kooperation zwischen den Lernenden. Hierbei handelt es sich um verschiedene Formen der Gruppenzusammensetzung, welche in vier grundlegende Sozialformen unterschieden werden können: die Einzelarbeit, die Paararbeit, die Gruppenarbeit und die Plenumsarbeit

Welche Sozialform gewählt wird, ist situations- und aufgabenabhängig und jede hat ihre Vor- und Nachteile. Auch die TN und ihr aktueller Wissensstand sind mitentscheidend, welche Form gewählt wird. Die Begriffe Methode und Sozialform sind nicht immer zu trennen, da gewisse Methoden wie beispielsweise die Einzelreflexion die Einzelarbeit schon im Namen hat. Des Weiteren gibt es Methoden, die eine gewisse Mindestzahl an TN benötigt, um überhaupt durchführbar zu sein: Eine Diskussion setzt beispielsweise eine grössere Gruppe voraus. Diese gegenseitige Abhängigkeit ist

wieder im Berner-Modell durch die zweiseitigen Pfeile erkennbar. Der Begriff Sozialform umschreibt somit die soziale Komponente der Bearbeitung. In der nachfolgenden Tabelle 4 sind die jeweiligen Vor- und Nachteile der vier Sozialformen aufgelistet.

Tabelle 4: Vor- und Nachteile der vier grundlegenden Sozialformen (aeB Schweiz, 2013)

| Sozialform | Vorteil | Nachteil |
|---------------|---|--|
| Einzelarbeit | <ul style="list-style-type: none"> - Bietet sich bei sehr heterogenen Gruppen an - Lerntempo ist selber bestimmbar - Eigene Lernmethoden können angewendet werden (Bspw. Loci-Methode) | <ul style="list-style-type: none"> - Bei häufiger Anwendung kommen soziale Lernprozesse zu kurz - Bei Über- oder Unterforderung kann die Lernmotivation verloren gehen |
| Paararbeit | <ul style="list-style-type: none"> - Schnell organisierbar - Auch bei grösseren Gruppen anwendbar - Unterschiedliche Leistungsniveaus können vorteilhaft sein → Tutorentätigkeit | <ul style="list-style-type: none"> - Unterschiedliche Leistungsniveaus können zu Problemen führen - Dominanzverhalten eines Partners kann zum Passivitätsverhalten des anderen TN führen |
| Gruppenarbeit | <ul style="list-style-type: none"> - Hohe Eigenaktivität - Verstärkung kreativer Denkprozesse - Entwickeln von kooperativem Handeln - Entwicklung von Kritikfähigkeit - Möglichkeit zur Selbst- und Mitbestimmung - Unabhängiger von der Lehrperson | <ul style="list-style-type: none"> - Schüchterne TN können übergangen werden - Konsensfindung kann bei Meinungsverschiedenheiten zu Unstimmigkeiten führen - Gruppenzusammensetzung kann sich negativ auf die Arbeitsmoral auswirken - Gruppenbildung braucht Zeit |
| Plenumsarbeit | <ul style="list-style-type: none"> - Schnelle Informationsweitergabe - Alle TN werden gleichzeitig informiert - Für die Lehrperson einfach zu organisieren | <ul style="list-style-type: none"> - Wenig Platz für Eigenverantwortung und Selbstständigkeit - Stark durch die Lehrperson gesteuert |

3.1.7 Medien

Unter Medium wird der Vermittler eines Inhaltes zwischen zwei oder mehreren Personen verstanden, insbesondere zwischen Lehrenden (Sender) und Lernenden (Empfänger). In der Didaktik werden besonders die Lehr- und Lernhilfen, welche z.B. die Veranschaulichung eines abstrakten Sachverhaltes darstellen oder die zur Weckung von Aufmerksamkeit und Steigerung der Motivation als Medien bezeichnet. Medien werden nach dem Sinn, den sie ansprechen, unterschieden:

- Visuelle Medien: Flipchart, Skizze, Folie, Bild, Grafik, Tabelle, Pantomime, Modell
- Auditive Medien: CD, MP3, Sprachlabor, Podcasts
- Audiovisuelle Medien: Video, Tonbildschau, Theater, Rollenspiel
- Taktile Medien: Experimente, Versuche, Modelle

Medien sind also Transportmittel. Dadurch sind auch Arbeitsunterlagen wie Arbeitsblätter, Skripte, Bücher und Artikel Teil der Medienvielfalt. Darstellungshilfen für die Medien sind neben gedrucktem Papier auch die Pinnwand, die Wandtafel, das Flipchart, der Hellraumprojektor, der Beamer, das Whiteboard und der Overheadprojektor. Je nach Eingangskanal (sehen, hören, tasten, riechen oder schmecken) sind somit unterschiedliche Darstellungshilfen zu wählen (aeB Schweiz, 2013). Dabei ist es wichtig zu wissen, dass die Behaltensleistung steigt, indem verschiedene Sinne angesprochen werden (AKAD, 2017). Daraus können auch die Ziele von der Arbeit mit Medien abgeleitet werden (aeB Schweiz, 2013):

- das Lernen erleichtern
- verschiedene Zugänge zum Lernen ermöglichen
- Aufmerksamkeit und Konzentration fördern
- Aktivität erhöhen
- Abwechslung in den Lernprozess bringen

Aus dem Berner-Modell kann herausgelesen werden, dass die Medienwahl teilnehmergerecht, inhaltsgerecht, methodengerecht und auch ökonomisch erfolgen muss. Alle diese Punkte spielen zusammen, wobei sich der ökonomische Punkt hauptsächlich auf die Aufwand-Ertrag oder Kosten-Nutzen Abschätzung bezieht.

Beim Einsatz der Medien ist es essentiell, dass alle TN freie Sicht auf das Medium haben, die dargestellten Inhalte lesbar sind, genügend Zeit für das Lesen und Aufnehmen gegeben wird und die Medien dosiert eingesetzt werden. Zu viele und zu schnelle Wechsel können die TN überfordern, was zu einer reduzierten Aufnahmeleistung führt. Zusätzlich ist es angebracht, dass die TN immer durch die Visualisierung geführt werden, die Lehrperson authentisch bleibt und gut vorbereitet ist.

Zusammenfassend kann über die drei Kapitel Methoden, Sozialformen und Medien gesagt werden, dass es kein Patentrezept oder eine allgemein gültige Formel gibt. Es geht vielmehr darum, dass sich die Lehrperson mit den TN, dem Thema und den UZ auseinandersetzt, um entscheiden zu können, welche Methoden mit welcher Sozialform und welchen Medien geeignet erscheinen, das Thema zu erarbeiten.

3.1.8 Individualisieren

Obwohl eine Lehrperson angestellt ist, um Wissen zu vermitteln, kann Wissen nicht einfach fertig übernommen werden. Der Wissenserwerb ist ein Prozess und bedarf eines aktiv konstruierenden Individuums. Lernen ist somit ein selbstgesteuerter Prozess, wobei die Lernenden Verantwortungen für ihr eigenes Handeln übernehmen. Dies setzt ein gewisses Mass an Selbstvertrauen der Lernenden auf ihre eigenen Fähigkeiten voraus. Geeignete Lernstrategien für die Planung, Steuerung, Überwachung, Reflektion und Evaluation sollten vorhanden und eigene Stärken und

Schwächen bekannt sein (Zumbach u. a., 2007). Zu den eigenen Stärken zählt auch das Bewusstsein, zu welchem Lerntyp man selbst zählt (Lernstile nach D. Kolb siehe Anhang Seite 68). Besonders schwächere Lernende können durch komplexe Anforderungen und fehlende Strukturierungen überfordert sein oder im Verlauf des Prozesses überfordert werden. Aus diesem Grund ist eine Begleitung und Feinjustierung von Seite der Lehrperson unumgänglich.

Das **Problembasierte Lernen (PBL)** ist eine Lehr- beziehungsweise Lernform problemorientierter und gehirngerechter Didaktik. Ihre Charakteristik ist, dass die Lernenden weitgehend selbstständig eine Lösung für ein gestelltes Problem erarbeiten sollen. Der Aufbau des oben beschriebenen Selbstvertrauen kann durch PBL unterstützt werden, da der Erwerb klar definierter Fähigkeiten und Kompetenzen gefördert wird (Zumbach u. a., 2007). Kompetenzen entstehen aus der aktiven Anwendung von individuellen Ressourcen in konkreten Situationen (siehe Berner-Modell S. 12f). Problemorientierte Verfahren bieten für diesen Kompetenzerwerb eine optimale Möglichkeit, da fachliches Denken und Handeln an unterschiedlichen Themenstellungen praktiziert und geübt wird. Damit jedoch an exemplarischen Aufgabenstellungen gearbeitet werden kann, wird ein gewisses Mass an Vorwissen bei den TN vorausgesetzt. Für stufengerechte Aufgaben ist somit eine genaue Vorabklärung unverzichtbar.

3.1.9 Praxisbewähre Ergänzungen

In diesem Unterkapitel wird kurz auf einige Erfahrungen aus der Praxis eingegangen, welche sich bewährt haben und für den Unterricht übernommen werden können. Die nun hier erwähnten Punkte können nicht direkt einer Methode oder ähnlichem zugewiesen werden, sondern sind einfache Hilfsmittel, die das Lehren angenehmer gestalten.

Es ist für die TN hilfreich, wenn sie zu Beginn einen Ablaufplan über die anstehende Ausbildungseinheit erhalten. Bei diesem Ablauf sind auch Pausen oder Mittagszeit zu erwähnen, da sich die TN daran orientieren können. Beispielsweise können Toilettenpausen meistens um weitere fünf Minuten hinausgezögert werden, wenn bekannt ist, dass bald eine Pause ansteht. Diese Uhrzeiten sollten dann entsprechend eingehalten werden. Vorteilhaft ist es, wenn dieser Ablaufplan während der ganzen Dauer ersichtlich ist. Medien wie Flipchart oder ein Whiteboard eignen sich hierfür besonders gut (Abbildung 7).

Ein allgemein ersichtlicher Fragespeicher dient dem Zweck, dass Fragen, welche während der Lerneinheit nicht beantwortet werden können, für weitere Abklärungen notiert werden. Ein Vorteil gegenüber dem notieren auf einem DIN-A4 Blatt ist, dass die TN sicher sein können, dass ihre Fragen zur Kenntnis genommen wurden. Einzelne Feedbackmeldungen können zudem unterhalb des Fragen-Speichers notiert werden und das Ganze kann bequem als Foto in den Unterlagen abgespeichert werden.

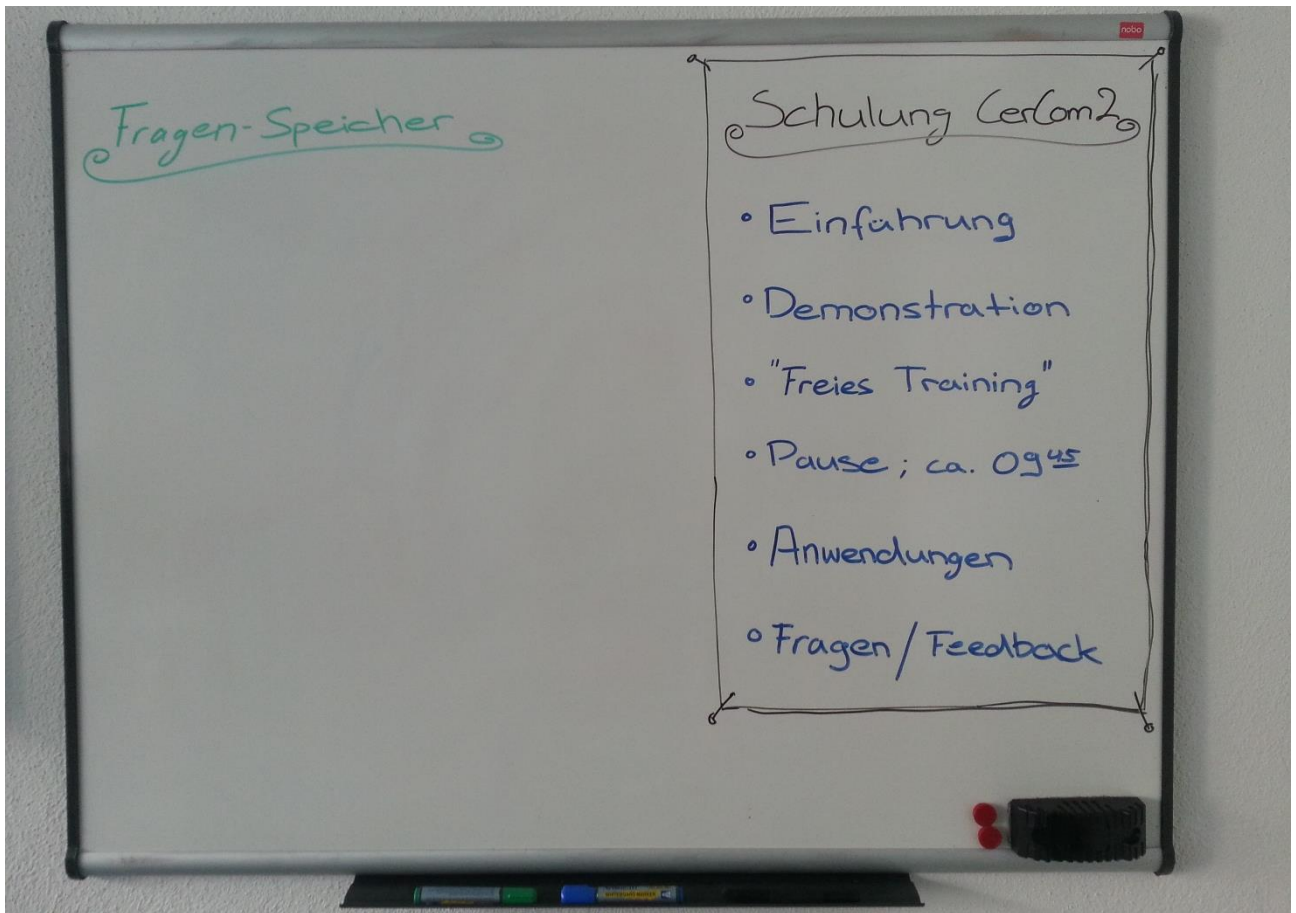


Abbildung 7: Unterrichtsablauf einer Softwareschulung mit Fragen-Speicher und Platz für Feedback auf einem Whiteboard (Eigene Fotografie vom 12.9.2014)

3.1.10 Evaluation und Auswertung

Jede Unterrichts- und Ausbildungseinheit braucht einen Abschluss. Eine Evaluation meint im Kontext der Erwachsenenbildung eine Bestimmung des Wertes einer Ausbildungseinheit. Diese ist nicht zwingend notwendig und sollte nur dann durchgeführt werden, wenn echtes Interesse an den Ergebnissen besteht (aeB Schweiz, 2013). In der vorliegenden Arbeit wurde eine Auswertung der Lektion gemacht, da aus den Ergebnissen persönliche Schlüsse für weitere Verbesserungen gezogen werden konnten. Es steht jedoch nicht nur die Lehrperson im Zentrum bei einer Auswertung, auch die TN können an einer Kursevaluation interessiert sein. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn sie Kritik ausdrücken oder auf die weiteren Kurse Einfluss nehmen wollen. Aber auch Lob oder das Bedürfnis nach Austausch der eigenen Lernerfahrung können hierfür Gründe sein. Neben der Lehrperson und den TN können auch die Arbeitgeber oder die Trägerinstitution an einer Evaluation interessiert sein. Dabei gilt es zu beachten, auf welcher Ebene überhaupt evaluiert wird. Sind die Wirksamkeit und der Kurserfolg (Zielerreichung) wichtig oder die Zufriedenheit der TN? Eine gezielte Auswahl ist besonders bei der Frage „Was wird überhaupt evaluiert?“ notwendig. Mögliche Kriterien können sein: Erreichung der Lernziele, Kursklima und –gestaltung, Methoden, Rhythmus oder Rahmenbedingungen. Wichtig beim Thema «Evaluation» ist auch, dass während

der Durchführung einer Lehreinheit laufend analysiert werden sollte, wie aktiv die TN dabei sind, und ob sie mitmachen (aeB Schweiz, 2013). Bei grosser Passivität der TN können spontan einzelne Auflockerungsübungen eingebaut werden, auf die an dieser Stelle nicht weiter eingegangen wird.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie die TN Feedback geben können. Abgesehen von einer Onlineevaluation, welche auch im Nachhinein durchgeführt werden kann, bieten sich folgende Formen an (für grafische Beispiele siehe Anhang Seite 70f):

- Ampelmethode zu einigen Fragen (Kärtchen hochhalten: grün = gut / rot = nicht gut)
- Blitzlicht (jeder TN sagt ein Satz, was sie / er gerade empfindet oder denkt)
- Stimmungsbarometer Miserabel – Okay – Super (Klebefunkte)
- Säulen zu Themen wie Tempo, Niveau, eigene Aktivität, Praxisnähe (Klebefunkte)
- Zweiachsiges Diagramm mit Praxisbezug und Schwierigkeitsgrad (Klebefunkte)

3.2 Besonderheiten einer Tagesveranstaltung

Mit den genannten Grundlagen zu Didaktik und Methodik einer Unterrichtseinheit lässt sich ebenfalls eine Tagesveranstaltung vorbereiten. Eine Tagesveranstaltung wird oft durch festgelegte Anfangs-, Mittags- und Endzeiten eingegrenzt. Die Rahmenbedingungen werden von der Organisation entsprechend vorgegeben, und es gilt sie einzuhalten. Wird der Inhalt nur grob von der Organisation vorgegeben, und kann dieser selbstständig erarbeitet werden, können die Pausen entsprechend frei eingeteilt und dem Ablauf entsprechend angepasst werden. Den abwechselnden Phasen von aktiven und passiven Unterrichtsformen ist besonders in einer länger andauernden Ausbildungseinheit Aufmerksamkeit zu schenken, wobei zu beachten ist, dass es weder um eine möglichst hohe Anzahl an Wechseln noch um möglichst viele unterschiedlichen Formen geht. Vielmehr sollte der ganze Tag in sich Abwechslung für die TN bringen und beispielsweise nach einer Einführungstheorie etwas Praktisches folgen, bevor es anschliessend mit einem weiterführenden Theorieteil zu einer zweiten Praxisaufgabe übergeht. Lehrgespräche im Plenum, einzeln etwas lesen lassen, Arbeiten zu zweit und zusätzlich eine Exkursion mit der gesamten Gruppe können die Sozialformen in ein dynamisches Zusammenspiel bringen.

Ein wichtiger Punkt bei einer Tagesveranstaltung ist es, dass sich die TN für diese relativ lange Zeit wohlfühlen. Hierzu gehört, dass man weiss, wer in der eigenen Gruppe anwesend ist. Eine Vorstellung zu Beginn des Tages mit Name, Wohnort und Motivation für diesen (freiwilligen) Kurs ist auch bei einer relativ hohen Anzahl von 25 TN eine gute Möglichkeit, erste Gemeinsamkeiten zu entdecken und die Anwesenden zum Sprechen zu ermutigen.

Eine Tagesveranstaltung bringt gegenüber einer Einzellektion den Vorteil, dass die Zeit bedeutend flexibler eingeplant werden kann. Es muss festgelegt werden, was zwingend notwendig ist zu vermitteln und was allenfalls aus zeitlichen Gründen weggelassen werden kann. Sollte die Zeit am Nachmittag noch nicht ausgenutzt sein, muss optionales Material wie beispielsweise zusätzliche Theorie oder ergänzende Berechnungen vorbereitet sein. Dies sollte so geschehen, dass die TN nicht merken, ob dies nun zum vorgesehenen Programm gehört oder nicht. Auf keinen Fall sollte das Gefühl entstehen, dass etwas Wichtiges aus der Programmbeschreibung aus Zeitknappheit weggelassen werden musste.

3.3 Energiespeichersysteme

In diesem Kapitel werden die im Unterricht erwähnten Speichertechnologien kurz erläutert und erklärt, warum sie in Zukunft an Wichtigkeit gewinnen werden. An dieser Stelle ist nicht das Ziel, dass die Technologien und deren Funktionsweise im Detail aufgezeigt werden, sondern es soll ein Überblick geben, und einige zentrale Punkte angesprochen werden.

3.3.1 Akkumulatoren

Akkus sind Speicher für elektrische Energie, die meist auf Basis eines elektrochemischen Systems beruhen. Sie bestehen aus einer oder mehreren wiederaufladbaren Sekundärzellen. Werden mehrere Zellen in Serie geschaltet, erhöht sich dadurch die Gesamtspannung. Um die Kapazität (Ladung Q) zu erhöhen, werden die Zellen parallelgeschaltet. Beim Aufladen eines Akkus wird elektrische Energie in chemische Energie gewandelt. Wird ein Verbraucher (Last) angeschlossen, so wird die chemische Energie wieder in elektrische Energie zurückgewandelt (Caspari, 2016).

An die Akkus werden unterschiedliche Anforderungen gestellt. Im Bereich der Mobiltelefone und MP3-Player ist ein möglichst geringes Volumen gewünscht. Hingegen ist beim Modellflugbau ein möglichst geringes Gewicht von Vorteil. Darüber hinaus gibt es weitere Aspekte wie Innenwiderstand, Verhalten bei hoher beziehungsweise tiefer Temperatur, Zyklusfestigkeit oder der Preis. Es gibt aktuell keine Akkutechnologie, die in allen Punkten überzeugen würde, und so haben sich in den letzten Jahren hauptsächlich zwei Technologien verbreitet: Blei-Säure-Akkus und Lithium-Ionen Akkus (Schulz, 2014).

Blei-Säure-Akkumulatoren

Das Blei-Schwefelsäure-System ist eines der bekanntesten elektrochemischen Systeme und hat inzwischen eine 150-jährige Entwicklungsgeschichte. Der Blei-Akku ist zu Beginn des 21. Jahrhunderts der am häufigsten eingesetzte Speicher für Anwendungen ausserhalb des sogenannten Consumer-Bereichs. Die Hauptanwendungen liegen im Bereich der Starterbatterie, der Elektroantriebsbatterie und der ortsfesten Akkus für Notstromversorgungen. Im lokalen Einsatz

(z.B. in einem Einfamilienhaus) können die Anlagen im Inselbetrieb oder netzgekoppelt betrieben werden und stehen häufig im Zusammenhang mit erneuerbarer Energieerzeugung. Um eine lange Lebensdauer zu erreichen, müssen alterungsfördernde Betriebszustände vermieden werden, hierzu zählen unter anderem Tiefenentladung, längere Standzeiten in tiefen Ladezuständen oder zu hohe beziehungsweise zu niedrige Zelltemperatur. Die optimale Betriebstemperatur liegt zwischen 20° und 45° Celsius (Sternner & Stadler, 2014).

Lithium-Ionen-Akkumulatoren

Erste Arbeiten zu Lithium-Batterien datieren aus den frühen Siebzigerjahren. In der Zwischenzeit sind eine Reihe von verschiedenen Elektrodenmaterialien entwickelt und untersucht worden. Diese Materialvielfalt ($\text{Li}/(\text{CF})_n$, Li/I_2 , Li/MnO_2 , $\text{Li}/\text{Ag}_2\text{V}_4\text{O}_{11}$, etc.) für Elektroden und Elektrolyte ist im Vergleich zum Blei-Säure-System eine Besonderheit des Lithium-Systems. Es ist festzuhalten, dass die Untersuchungen zur Zellchemie für Li-Ion-Zellen bei weitem nicht abgeschlossen sind und auch weiterhin Gegenstand aktueller Forschung und Entwicklung sein werden. Es ist damit zu rechnen, dass neue Materialien insbesondere für Elektroden und Elektrolyte hinzukommen werden (Sternner & Stadler, 2014). Sie besitzen des Weiteren bei gleichem Volumen eine wesentlich höhere Kapazität und sind deutlich leichter als die Blei-Säure-Akkus. Problematisch ist, dass sie sich bereits bei sehr geringer Überladung entzünden können, was entsprechende Schutzelektronik notwendig macht. Die Li-Ion-Akkus sind gegenüber den Blei-Säure-Akkus aktuell noch deutlich teurer (Caspari, 2016).

Für die Erstellung einer PB werden gebrauchte 18650 Li-Ion-Akkuzellen verwendet (siehe Abbildung 8). Diese Akkus werden in der Schweiz unter anderem von der Firma Batrec Industrie AG recycelt und finden als neue Akkuzellen in den beiden Tesla Modellen S und X Verwendung (Sorge, 2014). Die Bezeichnung «18650» bezieht sich auf ihre äussere Form und Grösse: 18 mm Durchmesser, 65 mm Länge und die Null für die runde Form (Gellerich, 2011). Diese Akkus werden zudem für Notebooks verwendet (Sorge, 2014). Auf Grund ihrer vielfältigen Verwendungen werden sie für Schulungszwecke als besonders geeignet erachtet.



Abbildung 8: Laptopakkumulator mit gebrauchten Li-Ion-Akkuzellen des Typs 18650 (Eigene Fotografie vom 8.8.2017)

Damit ein Akkublock, wie beispielsweise in Abbildung 8 ersichtlich, auf lange Zeit zufriedenstellend funktioniert, dürfen nur gleiche Zellen zusammengeschaltet werden, bei denen die gleiche Nennspannung und Kapazität vorhanden ist. Ebenfalls sollten sie das gleiche Alter besitzen. Alte Zellen können neuere bessere Zellen belasten, sodass sie früher ihr Lebensende erreichen (Schulz, 2014). Das Lebensende eines Akkublocks entspricht jedoch nicht dem Ende einzelner Zellen. Oft haben die Akkuzellen noch eine etwa 80 prozentige Speicherkapazität, die anderweitig wiederverwendet werden kann (vergleiche Abschnitt 2.3 auf Seite 9, Ökozentrum-Projekt mit der Post CH AG).

3.3.2 Power-to-Gas

Die PtG-Technologie bietet eine weitere Möglichkeit, (erneuerbare) elektrische Energie zu speichern. Hierbei wird überschüssiger, erneuerbarer Strom in Gas umgewandelt. Als erster Schritt wird Wasser elektrolysiert. Bei der sogenannten Wasserelektrolyse werden die Wassermoleküle ($2 \text{ H}_2\text{O}$) mittels Strom in Wasserstoff (2 H_2) und Sauerstoff (O_2) aufgespalten. Der Sauerstoff wird im Prozess nicht weiterverwendet und kann in die Umwelt abgelassen oder verkauft werden. Der Wasserstoff kann bis zu einem gewissen Masse direkt ins Erdgasnetz eingespeist werden, oder er wird in einen zweiten Reaktor geführt, in dem die Methanisierung stattfindet. Die Methanisierung ist

eine chemische Reaktion, bei welcher Wasserstoff (4 H_2) und Kohlendioxid (CO_2) an einem Katalysator zu Methan (CH_4) und Wasser (H_2O) reagieren. Die Weiterverarbeitung zu Methan bringt zwei wichtige Vorteile: Das Methan ist gegenüber dem Wasserstoff weniger explosiv und beinhaltet drei Mal mehr Energie pro Kubikmeter als Wasserstoffgas. Das synthetisch gewonnene Methangas kann in das bestehende Erdgasnetz eingespeist oder gelagert werden (Zapf, 2017).

Wasserstoff und Methan können wieder in Strom und Wärme umgewandelt werden oder als Treibstoff genutzt werden (grafische Abbildung der Technologie siehe Abbildung 9). Das Fernziel dieser Technologie sind bezahlbare Anlagen auf dem Markt, welche mithelfen werden, die Netzstabilität der Schweiz sicherzustellen.

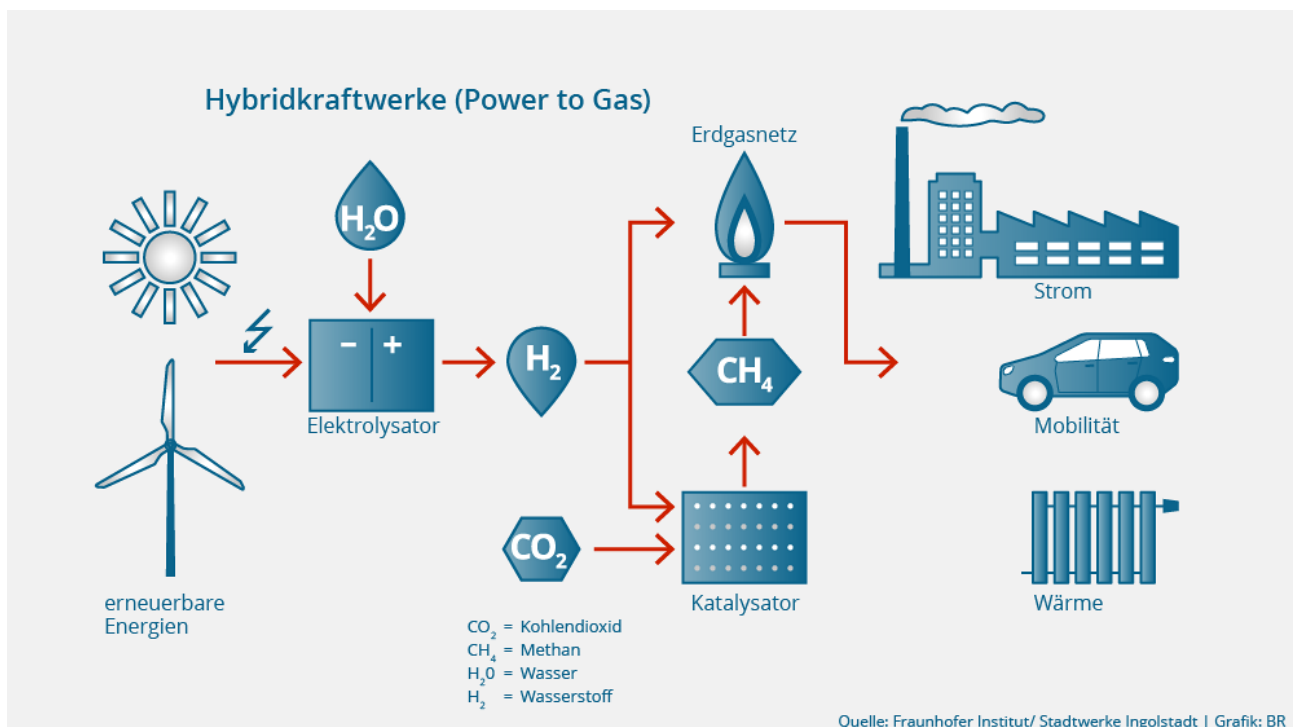


Abbildung 9: Grafische Darstellung der Power-to-Gas Technologie (Quelle: http://www.br.de/br-fernsehen/sendungen/faszination-wissen/energie-der-zukunft-power-to-gas-100~v-img_16_9_xl-d31c35f8186eb80b0cd843a7c267a0e0c81647.png?version=f5011, abgerufen am 27.7.2017)

4 Material und Methoden

In diesem Kapitel werden die Methoden und das Material für die geplanten Ausbildungseinheiten erläutert. Die Unterkapitel sind entsprechend den beiden Einheiten gegliedert – zuerst wird auf die Lektion an der Kantonsschule Solothurn eingegangen und anschliessend auf die Tageseinheit von der ScW an der ZHAW Wädenswil.

4.1 Lektion zum Thema Energiespeicher

In diesem Kapitel wird beschrieben, mit welchen Methoden und Hilfsmitteln die Lektion geplant wurde, und auf welchen Theorien diese beruhen. Die didaktischen Ansätze wurden bereits im Theorieteil aufgezeigt und referenziert.

4.1.1 Lokation und Rahmenbedingungen

Die Lektion über Energiespeicher fand, wie bereits erwähnt, an der Kantonsschule Solothurn statt. Die Dauer einer Lektion betrug 45 Minuten und sollte zum Tagesthema «Photovoltaik» passen respektive dieses um das Kapitel der Energiespeicherung – Akkus und PtG – erweitern. In der Tabelle 5 sind die Rahmenbedingungen aufgelistet.

Tabelle 5: Rahmenbedingung der Lektion in SO über Akkumulatoren (K. Schweg, E-Mail, 14. Juni 2017)

| Rahmenbedingung | Beschreibung |
|--------------------------------|---|
| Ort | Kantonsschule Solothurn, Herrenweg 18 / Raum: L18 |
| Zeit / Dauer | Nachmittag (13:30 Uhr) / 45 min |
| Tagesthema | Solarworkshop |
| Thema der Lektion | Energiespeicher (Akkumulatoren / Power-to-Gas) |
| Infrastruktur | Klassenzimmer mit Whiteboard und Beamer |
| Zur Verfügung stehendes Budget | Keines |
| Klassenniveau / Klassengrösse | 11. Schuljahr (+/- siebzehnjährig) / 17 TN (♂ 9 / ♀ 8) |
| Vertiefungsrichtung | Biochemie |
| Vorkenntnisse | Unbekannt |
| Sonstige Anwesende | Thalia Meier (Spektrum-Energie GmbH) Christian Schreiber (Klassenlehrer) |

4.1.2 Festlegung des Unterrichtsinhaltes

Die Herausforderung bestand darin, dass die genauen Vorkenntnisse der TN nicht bekannt waren, und die Themen «Akkumulatoren» und «Power-to-Gas» beide jeweils sehr umfangreich ausgelegt werden können. Durch die begrenzte Zeit einer Lektion und abzüglich der Einleitung, Zusammenfassung und Ausblick blieb für den Hauptteil nicht mehr viel Zeit übrig. Neben dem Zeitfaktor spielten die Ressourcen vor Ort, die Medienmöglichkeiten und die abwechslungsreichen Phasen von aktivem Teilnehmen und passivem Informationsaufnahmen der TN eine entscheidende Rolle.

Diese Voraussetzung führte dazu, dass als roter Faden eine PowerPoint-Präsentation aufgesetzt wurde (Tabelle 6), welche es ermöglichte, auf einfache Art und Weise an die Thematik der PV anzuknüpfen. Mit Grafiken, welche die überschüssige Stromproduktion gegenüber dem Eigenverbrauch darstellen, konnte die Speicherthematik und deren Wichtigkeit verständlich gemacht werden. Damit der Ablauf der Lektion stets ersichtlich war, wurde dieser auf einem Flipchart notiert und nicht in die Präsentation eingebunden. Die persönliche Vorstellung in Form eines kurzen Lebenslaufes wurde gewünscht, damit die TN Einblicke in eine mögliche Berufslaufbahn erhalten.

Die Einleitung der Lektion wurde mit bereits bestehendem Wissen verknüpft, was in einer für die TN passiven Form geschah. Um die TN nun aktiv am Unterricht teilnehmen zu lassen, wurden sie in ein kurzes Lehrgespräch miteinbezogen. Die Frage, wo überall Akkus verwendet werden, lag nahe und konnte anschliessend mit ausgewählten Beispielen untermauert werden. Aus diesem Grund wurde das Thema «Akkumulatoren» vor dem zweiten Thema «Power-to-Gas» behandelt. Anschliessend an die Wissensabfrage wurden einzelne wichtige Punkte zu den Akkus zusammengestellt und erklärt. Da dies wieder eine passive Form ist, sollte darauf wieder ein für die TN aktiver Teil folgen. Dies geschah damit, dass ein Arbeitsblatt (siehe Anhang Seite 80f) verteilt und die Klasse angewiesen wurde, die Expertengruppe-Methode anzuwenden. Die rechte Seite der TN bekam den Auftrag, sich den Blei-Säure-Akkus zuzuwenden und die linke Seite kümmerte sich um die Theorie der Li-Ion-Akkus. Anschliessend kamen die TN in Zweier- und Dreiergruppe zusammen und erläutern die zentralen Punkte ihrer jeweiligen Technologie. Die wichtigsten Punkte dieser zwei Technologien, welche im Zusammenhang mit PV entscheidend sind, wurden in der Präsentation noch einmal aufgegriffen, damit alle TN auf dem gleichen Wissensstand waren.

Wird mit PV und Akkus gearbeitet, sind die Stromkosten ein wichtiger Faktor. Eine ganze Akku-Speicheranlage zu berechnen, wurde in der begrenzten Zeit nicht angestrebt. Vielmehr sollten Formeln präsentiert werden, welche den TN im täglichen Leben weiterhelfen. Eine Fragestellung lautete: Wie schwer fällt das tägliche Aufladen des Smartphones bei der Stromrechnung ins Gewicht? Dies ist eine Frage, welche die TN direkt mit der Praxis in Verbindung bringen konnten und sie wieder zur aktiven Mitarbeit anregte. Mit dieser Berechnung wurde das Thema «Akkumulator» abgeschlossen und zum Thema «Power-to-Gas» übergegangen. Die Einleitung in

die neue Materie folgte mit einem Informationsfilm der Hochschule für Technik Rapperswil, die in diesem Themenbereich starkes Knowhow vorzuweisen hat. Der Titel der Animation lautete «Power-to-Gas, so wird Strom speicherfähig», und sie ist frei im Internet verfügbar. Die zentralen Punkte für die TN aus diesem Film waren die jeweiligen Arbeitsschritte, welche sie auswendig kennen mussten: Wasserelektrolyse, Methanisierung und Einspeisung ins Gasnetz oder Lagerung von Wasserstoff (H₂) respektive Methan (CH₄). Diese Punkte wurden auf einer zusätzlichen Folie noch einmal aufgegriffen, damit sie für alle TN klar ersichtlich waren. Auch wurden die Vorteile von PtG noch einmal separat aufgelistet.

Diese Unterrichtsblöcke dauerten etwas über 40 Minuten, und dann stand die Zusammenfassung der Lektion an. Hier wurde der Schwerpunkt auf die UZ gelegt, welche im nächsten Abschnitt erläutert werden. Der Ausblick diente dazu, dass die TN ein Gefühl dafür bekamen, in welche Richtung es in Zukunft mit der Speicherung weitergehen wird und ob sie möglicherweise in diesem Bereich arbeiten wollen. Die Vertiefungsrichtung Biochemie ist sicherlich eine geeignete Basis hierfür.

Tabelle 6: Übersicht der verwendeten Medien im Unterricht an der Kantonsschule Solothurn

| Verwendetes Medium | Beschreibung |
|--|---|
| Beamer / PowerPoint-Präsentation | Roter Faden durch die Lektion |
| Beamer / Film-Inputs | Wissensvermittlung und Auflockerung |
| Flipcharts «Ablauf» und «Unterrichtsziele» | Übersicht über den Ablauf und die Ziele |
| Flipchart «Feedbackvorlage» | Anonyme Sammlung von Feedback |
| Arbeitsblatt «Akkumulatoren» | Selbstständige Arbeit |
| Alter Smartphone-Akku | Anschauungsmaterial (haptische Sinnesreizung) |

In der Tabelle 6 ist der verwendete Medienmix ersichtlich. Auf ein 3D-Modell wurde aus logistischen, zeitlichen und inhaltlichen Aspekten verzichtet. Dank Beamer, Flipchart, einem Arbeitsblatt und einem alten Akku als Anschauungsobjekt konnte der Unterricht interessant und abwechslungsreich gestaltet werden.

4.1.3 Unterrichtsziele

Durch die begrenzte Unterrichtszeit von 45 Minuten und dem unbekanntem Wissensstand der TN mussten die UZ so festgelegt werden, dass das Wissen zusammen erarbeitet und in relativ einfachen und kleinen Aufgaben angewendet werden konnte. Dies bedeutete, dass die Feinziele in den unteren K-Stufen lagen (Kenntnisse bis Anwendung). Aus der Inhaltsreduktion heraus ergaben sich somit die folgenden drei kognitiven UZ:

- Die TN können zwei unterschiedliche Akkumulator-Typen aufzählen und deren Merkmale in eigenen Worten beschreiben.
- Einfache Berechnungen können selbstständig durchgeführt werden.
- Die TN kennen den Prozessablauf von Power-to-Gas und können die drei zentralen Arbeitsschritte benennen

Die UZ wurden auf ein Flipchart geschrieben, damit sie für alle TN zu jeder Zeit ersichtlich waren. Eine schriftliche Prüfung der UZ war nicht vorgesehen; darum erfolgte am Ende der Lektion eine mündliche Abfrage beziehungsweise mündliche Wiederholung der angestrebten Ziele. Der Lektionenplan und hilfreiche Merkpunkte für die Unterrichtsdurchführung sind im Anhang ab der Seite 72 ersichtlich.

4.1.4 Unterrichtsevaluation

Der Unterricht wurde anhand von unterschiedlichen Kriterien beurteilt. Zum Beispiel wurden die Fragen gestellt: Wurde die Zeit eingehalten? Konnte der Ablauf eingehalten werden? Wie haben die TN mitgearbeitet? Als weitere Auswertung wurden Balkendiagramme hinzugezogen, welche auf einem Flipchart vorbereitet wurden. Mit Hilfe dieser Säulen konnten Fragen nach dem Niveau, Tempo und der Eigeninitiative mit den Stufen «zu tief», «optimal» und «zu hoch» beantwortet werden. Die TN setzten bei der individuellen Empfindung pro Aspekt jeweils ein Kreuz. Des Weiteren konnte durch diese Methode abgefragt werden, wie relevant die TN das Thema für die Praxis einschätzten. Waren sie noch nicht im Stande die Praxisrelevanz zu beurteilen, dann setzten sie das Kreuz in der Mitte des Balkens. Als Vorlage hierfür diente die Abbildung 19: Säulen-Darstellung für Kursfeedback im Anhang auf Seite 70.

4.1.5 Unterrichtsreflexion

Eine Unterrichtsreflexion aus Sicht der Lehrperson wurde geschrieben, damit persönliche Erkenntnisse aus dieser Erfahrung aufgezeigt werden konnten. Der Unterricht wurde weder audio- noch videotecnisch aufgezeichnet. Entsprechend wurde vom Unterricht eine evidenzbasierte Reflexion erstellt.

4.2 Tagesveranstaltung zum Thema Energiespeicher

In diesem Kapitel wird beschrieben, mit welchen Methoden und Hilfsmitteln die Tagesveranstaltung für die ScW der ZHAW geplant wurde, und auf welchen Theorien diese beruhen. Die didaktischen Ansätze wurden bereits im Theorieteil aufgezeigt und referenziert.

4.2.1 Rahmenbedingungen

Die ScW fand dieses Jahr vom 7. bis 11. August statt. Das Angebot wurde für junge Leute zwischen zwölf und fünfzehn Jahren entworfen worden und setzte sich aus den folgenden Kursen zusammen: «Chemie und Farbe», «Impfstoffe gegen Grippe», «Licht – der Ursprung unseres Lebens», «Schokolade – Speise der Götter», «Powerbank für dein Handy», «Reise durch die Welt der Aromen» und «Programmieren & Animieren». Diese sieben ganztägigen Kurse lehnten sich an die von der ZHAW Wädenswil angebotenen Studienrichtungen Biotechnologie, Chemie, Lebensmitteltechnologie und Umweltingenieurswesen an. Die Kurse begannen morgens um 08:30 Uhr und dauerten bis um 16:00 Uhr, Türöffnung war jeweils bereits um 08:00 Uhr (Ambühl-Khatibi, 2017).

Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Kurs «Powerbank für dein Handy» genutzt, um an einem Tag ein individuelles Programm zu gestalten, das gegenüber dem geplanten Programm abweichen konnte. Das festgelegte Datum für diese Lernveranstaltung war der 11. August 2017. Auf dem Flyer der ScW wurde der Kurs wie folgt ausgeschrieben:

„Ein Kurs für Girls und Boys, die sich für Nachhaltigkeit interessieren. Du lernst, wie man gebrauchte Akkus zu einem zweiten Leben erweckt und damit eine Powerbank baut. Das Gehäuse der Powerbank wirst du mit dem 3D-Drucker herstellen und im Gehäuse ein kleines Solarmodul einbauen und anschliessen. Selbstverständlich darfst du deine Powerbank mit nach Hause nehmen und für dein Handy verwenden.“ (Ambühl-Khatibi, 2017)

Als Material standen aus Holz vorgefräste Bauteile (siehe Abbildung 10), die Ladeelektronik für ein kontrolliertes Laden und Entladen des Akkus sowie Solarzellen für die Aufladung der Akkuzelle zur Verfügung. Die Ladeelektronik muss vorhanden sein, damit der Akku weder tiefenentladen (führt zu Alterungserscheinungen der Zelle) noch überladen (Explosionsgefahr) wird. Die Herstellung der Gehäuseteile im Unterricht konnte aus zeitlichen Gründen nicht vor Ort durchgeführt werden, da dies bis zu drei Stunden pro Bausatz in Anspruch genommen hätte. Entsprechend musste der Kurs frühzeitig vorbereitet werden. Die recycelten Akkuzellen wurden teilweise bei der Firma Batrec Industrie AG bezogen oder selbstständig aus alten Laptopakkumulatoren ausgebaut (siehe Abbildung 8). Die bereits vorhandenen technischen Einrichtungen wie der Beamer mit der Lautsprecheranlage konnten benutzt werden. Flipcharts und sonstige Gebrauchsmaterialien wurden von der ZHAW Wädenswil zur Verfügung gestellt.

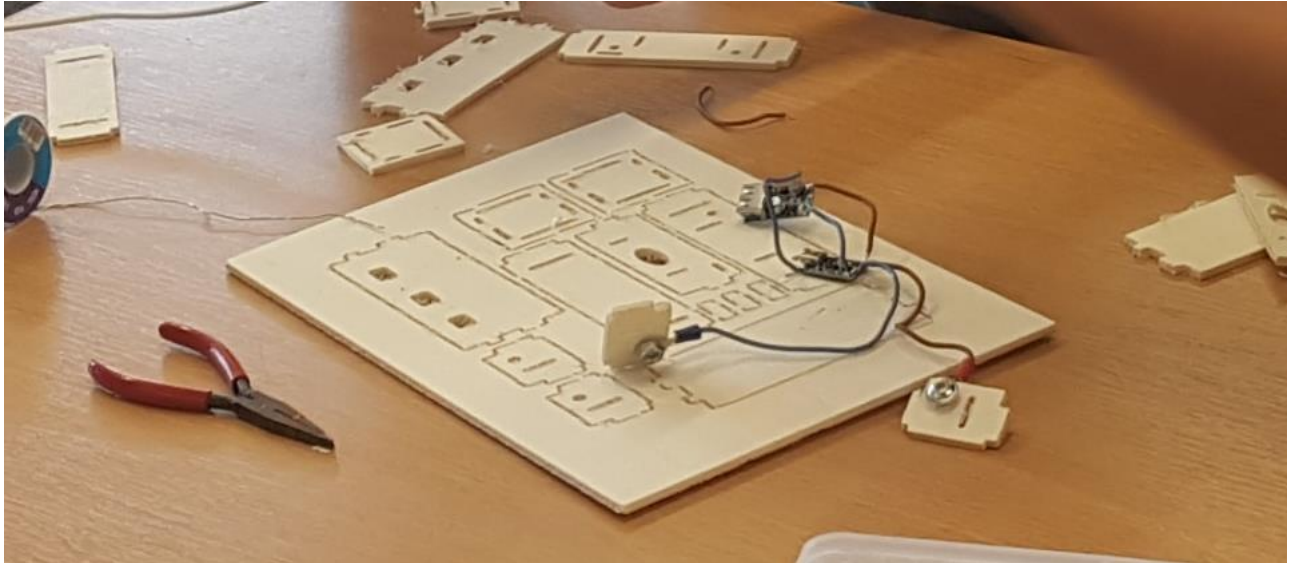


Abbildung 10: Holzplatte mit vorgefrästen Bauteilen und Schaltelektronik für das Laden und Entladen des Akkus (Eigene Fotografie vom 7.8.2017)

Die Anzahl der TN wurde bei allen Kursen auf maximal 25 begrenzt. Am Freitag 11. August 2017 war der erstmals durchgeführte Girls-Day und die Teilnehmerinnenzahl lag bei achtzehn. Dieser Tag wurde mit dem Hintergrund eingeführt, dass sich junge Frauen in den technischen Bereichen durch Anwesenheit von jungen Männern nicht gleich gut entfalten, wie wenn sie alleine unter sich sind.

4.2.2 Festlegung des Inhaltes

Der Inhalt dieser Veranstaltung war durch die Kursausschreibung im Kern vorgegeben. Das Ziel war die selbstständige Erstellung einer PB, und dass deren Funktionsweise verstanden wird. Da heute gemäss der JAMES-Studie aus dem Jahr 2016 rund 98 Prozent aller Jugendlichen bereits ein Smartphone besitzen, ist das Thema «Powerbank» für praktisch alle TN sehr aktuell (Waller, Willemse, Genner, Sarah, Suter, & Süss, 2016). Das grosse Interesse wurde durch die zahlreichen Anmeldungen bestätigt. Der Kurstag für die ScW wurde ursprünglich von Christoph Koller (Dozent am IUNR²) und seinem Sohn Valentin erstellt. Die Holzplatten wurden durch sie im Voraus gefertigt und das sonstige Material an der Schule organisiert.

Die Theorievermittlung war nicht vorgegeben und konnte selbstständig erarbeitet werden. Zentrale Punkte wie die Erklärung des Multimeters, Grundsätze des Messens, die Berechnung der zu erwartenden Messwerte, Hilfeleistungen beim Löten oder die Funktionsweise des Steckbrettes mussten im Verlauf des Morgens eingebaut werden. Auf Berechnungen mit Leistung, Kapazität und Stromkosten wurde aus Unkenntnis über die genaue Vorbildung und die damit verbundene potenzielle Überforderung der TN verzichtet.

² IUNR steht für Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Mit diesen Voraussetzungen war die Richtung für die Ausbildungseinheit gegeben. Die Einleitung in die Theorie wurde mit der Definition eines Energiespeichers begonnen. Auf dieser Basis wurde aufgebaut und das Thema «Akkumulator» näher erläutert. Wo werden diese eingesetzt? Wie ist ein Akku aufgebaut? Wie ist die Funktionsweise? Wie lange ist die Lebensdauer? Die entsprechende Präsentation ist im Anhang unter dem Titel «PowerPoint-Präsentation vom 11. August 2017, Science Week an der ZHAW Wädenswil» ab der Seite 86 ersichtlich.

Die Besichtigung der Solaranlagen im Grüental nach dem Mittag hatte die Anforderung, dass die unterschiedlichen Systeme erläutert werden. Angeschaut wurden die 30 Grad Aufständigung eines PV-Moduls, zwei Installationsvarianten der PVT-Module, eine Agro-PV-Anlage inklusive Akkusystem und eine der Sonne nachgeführte PV-Anlage. Ebenfalls besichtigt und erläutert wurde das Solarlabor der ZHAW Wädenswil. In diesem Labor werden die Daten einer PVT-Anlage aufgezeichnet und grafisch dargestellt. Die genaue Zeit für diese Exkursion war schwierig vorauszusagen, da je nach Fragedichte die Führung zeitlich variabel gehalten werden musste. Die Zeit am Nachmittag war jedoch flexibel und konnte durch das Hinzufügen oder Weglassen eines Theorieblockes variiert werden. Diese Flexibilität war Voraussetzung, dass die TN einen für sie erfolgreichen und interessanten Tag erleben durften.

Der Inhalt der Ausbildungseinheit hatte das Niveau «herausfordern, aber nicht überfordern» zum Ziel. Es sollten neue Erkenntnisse erworben werden, jedoch war eine Überforderung bei einem freiwilligen Anlass zu vermeiden. Da das Vorwissen aller achtzehn TN nicht bekannt war, mussten erweiterte Aufgaben mit dem Messgerät und den Solarpanels vorbereitet werden, um bei frühzeitigem beenden der geplanten Aufgaben keine Langeweile aufkommen zu lassen.

4.2.3 Unterrichtsziele

Die UZ leiteten sich von dem Kursbeschreib ab. Es gab grundlegendes Wissen, welches bei einigen TN bereits vorhanden war oder im Umfang dieser Veranstaltung erarbeitet werden musste. Dieses Wissensziel befindet sich auf den Lernzieltaxonomie-Stufe eins bis zwei. Die im Unterricht zusammengesetzte PB führte zur Stufe drei (Anwendung) der Kenntnisse. Folglich waren die Feinziele:

- Die TN kennen Einsatzgebiete von Solarzellen und Akkumulatoren und können je mindestens fünf davon benennen.
- Die TN können nach einer Einführung selbstständig ein für den Auftrag passendes Gehäuse zusammenbauen und verstehen wie eine Powerbank funktioniert.
- Die TN fertigen aus zur Verfügung gestellten alten Akkus eine funktionierende Powerbank mit Hilfe einer Solarzelle.

Die Überprüfung dieser Ziele erfolgte durch die Kontrolle der erstellten PB und deren Funktionalität, und das erste Ziel wurde im Plenum mündlich abgefragt. Diese Veranstaltung während den Sommerferien war für die TN freiwillig und das Wissen wurde später nicht in einem Test abgefragt. Die Prüfung der UZ erfolgte primär als Feedback zur Lektion und deren Erfüllung als komplette Tagesveranstaltung für Jugendliche.

Für die Erreichung der genannten Ziele war ein gut geplanter Tagesablauf notwendig. Der Lektionenplan und für die Durchführung hilfreiche Merkmale sind im Anhang ab Seite 82 ersichtlich.

4.2.4 Evaluation der Tagesveranstaltung

Die Lernveranstaltung wurde ebenfalls anhand von unterschiedlichen Kriterien beurteilt. Es liessen sich die gleichen Evaluationsfragen nach der Zeit, dem Ablauf und der Mitarbeit der TN beantworten. Nach Rückfrage bei Azita Ambühl-Khatibi durften für die Evaluation zudem die offiziellen Feedbackfragebögen der ScW ausgewertet werden.

4.2.5 Reflexion der Tagesveranstaltung

Eine Unterrichtsreflexion wurde aus Sicht der Lehrperson geschrieben, damit persönliche Erkenntnisse aus dieser Erfahrung aufgezeigt werden konnten. Der Unterricht wurde weder audio- noch videotecnisch aufgezeichnet. Es wurde eine evidenzbasierte Reflexion geschrieben, welche durch die Auswertungen aus den offiziellen Feedbackfragebögen der TN der ScW ergänzt wurde. Die Fragebögen konnten nach Rückfrage bei Azita Ambühl-Khatibi verwendet werden.

5 Resultate

In diesem Kapitel werden die Resultate der Unterrichtslektion und der Tagesveranstaltung aufgezeigt. Neben Kriterien wie Zeitmanagement und Einhaltung des Ablaufes sind auch die Rückmeldungen der TN ein wichtiges Resultat. Diese Feedbacks wurden in Solothurn auf einem Flipchart gesammelt und bei der ScW durften nach Absprache die offiziellen Feedbackbögen verwendet werden.

5.1 Auswertung der Unterrichtslektion an der Kantonsschule Solothurn

In diesem Unterkapitel werden die Resultate der Unterrichtseinheit von Solothurn dargestellt. Da die TN nichts Praktisches erarbeitet haben, was bildlich dargestellt werden kann, werden gewisse Soll / Ist – Kriterien einander gegenübergestellt, welche die Basis für die Diskussion bilden. Ebenfalls ein wichtiges Resultat ist das Feedback von Seiten der TN, da dies über unterschiedliche Aspekte der Lektion Aufschluss geben kann.

5.1.1 Ablauf der Lektion

Der Ablauf von der Unterrichtseinheit und die UZ wurden auf Flipcharts notiert und für alle TN ersichtlich im Klassenzimmer am Whiteboard aufgehängt (siehe Abbildung 11 und vergleiche Titelblatt der Arbeit). Nach der Begrüssung wurde der Ablauf vorgestellt und erläutert, was die TN in den einzelnen Abschnitten erwarten dürfen. Beispielsweise wurde erwähnt, dass im Abschnitt mit den Akkus zwei kleinere Berechnungen durchgeführt werden, welche sie der ganzen Thematik näherbringen würde.

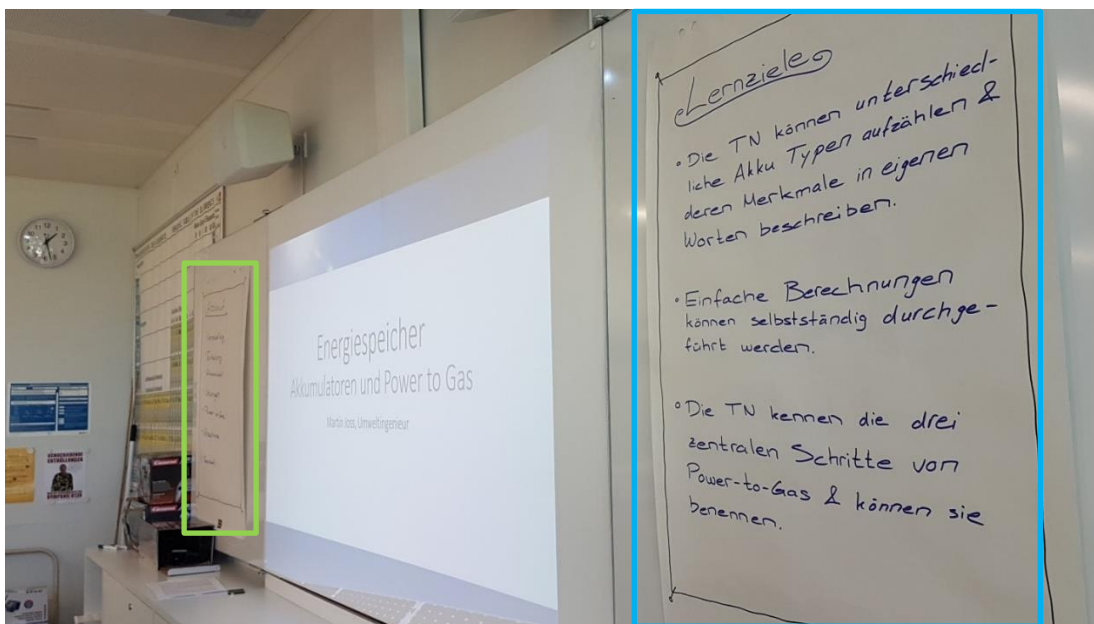


Abbildung 11: Unterrichtsetting vor Ort (grün = Ablauf, blau = Unterrichtsziele und in der Mitte = PowerPoint) (Eigene Fotografie vom 6.7.2017)

Nach den geplanten PowerPoint-Folien wurde noch ein zusätzlicher Film über Li-Ion-Akkus in Fahrzeugen abgespielt. Die Lektion dauerte somit gesamthaft zwischen 45 und 50 Minuten.

5.1.2 Evaluation der Lektion

Die Unterrichtseinheit wird auf unterschiedliche Punkte hin geprüft (Tabelle 7). Eine persönliche Kursreflexion aus Sicht der Lehrperson ist im Kapitel 6.2.2 ersichtlich.

Tabelle 7: Evaluation der Unterrichtslektion in SO

| Kriterium | Soll / Ziel | Ist |
|------------------------------|---|--|
| Unterrichtsdauer | 45 min | 43 min + optionaler Videosequenz von 2.5 min |
| Anleitung der TN | Es wird einmal klar und deutlich kommuniziert und auf Anhieb verstanden. | Es gab keine Verständnisfragen von den TN. Die Formeln für die Berechnungen wurden erst auf Rückfrage noch einmal angezeigt. |
| Partizipation TN | Akku-Berechnungen durchführen Text lesen (Expertengruppen) | Gute Mitarbeit von den meisten TN Jungen positiv aufgefallen, Mädchen Aufgabe nicht korrekt verstanden |
| Rücksichtnahme auf TN | Bei zu hohem Tempo wird dies angepasst. Es wird auf Fragen von TN eingegangen. | Die Sprache wurde bewusst langsam und deutlich gewählt. Die Fragen konnten beantwortet werden. |
| Ablauf | Der geplante Ablauf kann eingehalten werden und baut logisch aufeinander auf. | Der Ablauf konnte wie geplant durchgeführt werden. Formeln mussten 2x angezeigt werden. |
| Einsatz Technik | PPT und Videos funktionieren. | PPT und in der Präsentation eingebundenes Video funktionierte, optionales Video brauchte 1-2 min. |
| Allgemeines Unterrichtsklima | Ein abwechslungsreicher, interessanter und beidseitig aktiver Unterricht. | Die TN führten die Aufgaben nach Anweisung aus und stellten Fragen zum Inhalt. Sie waren präsent. |

Die Lektion wird zudem anhand des Feedbacks der TN evaluiert. Die Rückmeldung konnten die TN anonym auf einem Flipchart abgeben und 13 von 17 TN haben dies gemacht (Abbildung 12). Konnten die TN nach dieser Unterrichtseinheit noch nicht einschätzen, ob für sie das Gelernte in der Praxis von Relevanz ist, dann sollten sie das Kreuz in der Mitte des horizontalen Balkens setzen.

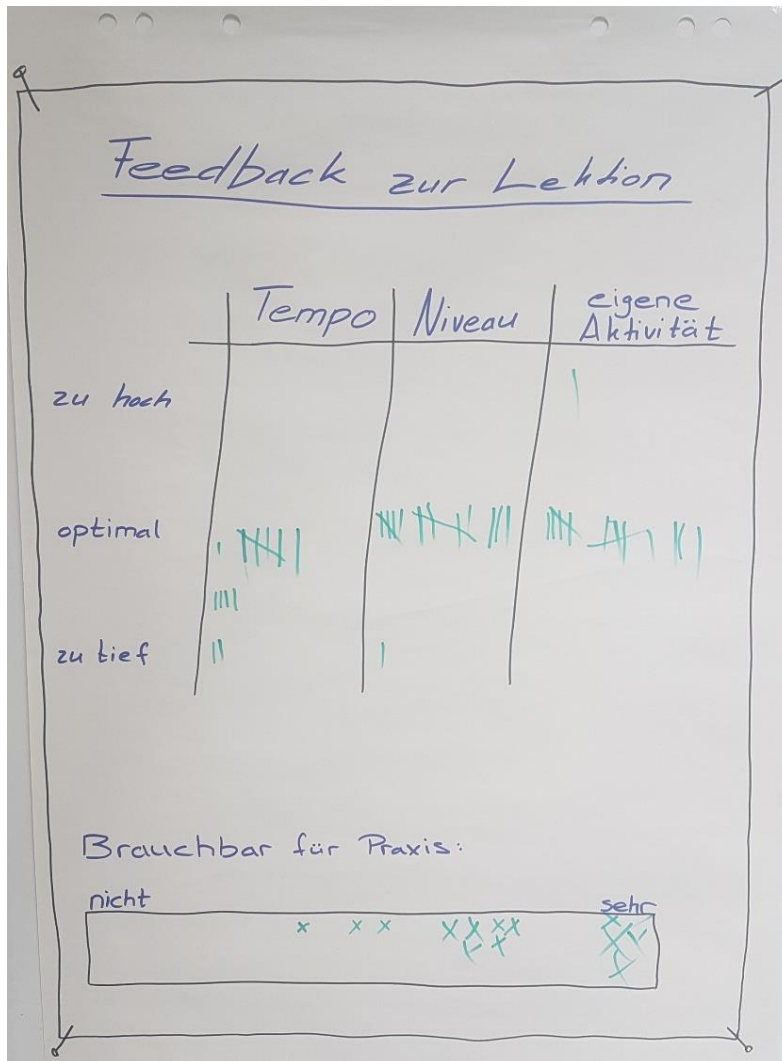


Abbildung 12: Feedback der TN zur Lektion über Energiespeicher (13 / 17 TN) (Eigene Fotografie vom 6.7.2017)

5.1.3 Überprüfung der Unterrichtsziele

In der Technikwoche des Gymnasiums ist das primäre Ziel der Schulleitung, dass die Jugendlichen mit neuen Inhalten in Kontakt kommen und Interessen für unterschiedliche Themengebiete geweckt werden. Der Inhalt ist nicht prüfungsrelevant und wird nicht für den weiteren Verlauf des Gymnasiums vorausgesetzt. Aus diesem Grund wurden die UZ, welche auf einem Flipchart notiert und aufgehängt wurden (Abbildung 11), nach Rücksprache mit dem Klassenlehrer nicht speziell erwähnt. Am Schluss der Lektion wurden die relevanten Punkte der Lerneinheit mit einer Zusammenfassung noch einmal aufgezeigt.

5.2 Auswertung der Tagesveranstaltung an der Science Week

In den folgenden Unterkapiteln wird auf die Resultate der Tagesveranstaltung bei der ScW 2017 der ZHAW Wädenswil geschaut. Als wichtiger Bestandteil dieser Auswertung dienen wie erwähnt die offiziellen Feedbacks der Teilnehmerinnen am Girls-Day der Science Week.

5.2.1 Ablauf der Tagesveranstaltung

Eine Vorschau auf den Tagesablauf erfolgte mündlich nach der Begrüssung und den ersten organisatorischen Angelegenheiten. Es wurde bewusst keine detaillierte Tagesablaufplanung präsentiert, da je nach Arbeitsgeschwindigkeit der TN und Fragen der Ausbildungstag flexibel angepasst werden musste. Grob erwähnt wurden die folgenden Punkte:

- 1) Einleitung in die Thematik der Energiespeicherung
- 2) Einige Grundlagen zu Li-Ion-Akkus
- 3) Erste Messversuche mit Spannung und Strom
- 4) Arbeitsbeginn bei der PB
- 5) Eine viertelstündige Pause inklusive Verpflegung wird zwischen 10:00 Uhr und 10:30 Uhr stattfinden
- 6) Nach dem Mittag gibt es eine kurze Exkursion ins Grüental (PV-Anlagen)
- 7) Fertigstellung der PB

5.2.2 Evaluation der Tagesveranstaltung

Die Tagesveranstaltung wird nach unterschiedlichen Gesichtspunkte hin evaluiert (siehe Tabelle 8). Zusätzlich zu diesen allgemeinen Kriterien wird das Feedback aus den Rückmeldungen der TN einbezogen (siehe Tabelle 9 und Tabelle 10). Eine persönliche Unterrichtsreflexion aus Sicht des Referenten folgt im Unterkapitel 6.3.2.

Tabelle 8: Evaluation der Tagesveranstaltung von der Science Week in Wädenswil

| Kriterium | Soll / Ziel | Ist |
|------------------------------|---|--|
| Unterrichtsdauer | 08:45 bis 15:45 Uhr mit 75 min Mittag | Zeit wurde wie geplant eingehalten. |
| Anleitung der TN | Es wird einmal klar und deutlich kommuniziert und auf Anhieb verstanden. | Es gab keine allgemeinen Verständnisfragen der TN. Wenn nötig wurde der 2er-Gruppe geholfen. |
| Partizipation TN | Vorkenntnisse abfragen Messen von Spannung und Strom Zusammenbauen der PB Auf der Exkursion werden Fragen gestellt | Zu Beginn sehr passiv und zurückhaltend Gute und speditive Arbeit in den 2er-Gruppen Jede 2er-Gruppe konnte die PB anfertigen Viele kreative Fragen wurden zu den PV-Systemen gestellt und zeigte deren grosses Interesse |
| Rücksichtnahme auf TN | Bei zu hohem Tempo wird dies angepasst. Es wird auf Fragen von TN eingegangen. | Die Sprache wurde bewusst langsam und deutlich gewählt. Es wird von keinen Vorkenntnissen ausgegangen. Die Fragen wurden beantwortet. |
| Ablauf | Der geplante Ablauf kann eingehalten werden und baut logisch aufeinander auf. | Der Ablauf konnte wie geplant durchgeführt werden. Berechnungen wurden weggelassen. |
| Einsatz Technik | PPT und Video funktionieren beide. | PPT und in der Präsentation eingebundenes Video funktionierten einwandfrei. |
| Allgemeines Unterrichtsklima | Ein abwechslungsreicher, interessanter und beidseitig aktiver Unterricht. | Die TN führten die Aufgaben nach Anweisung aus und stellten Fragen zum Inhalt. Sie waren präsent. |

Tabelle 9: Feedback über den Schwierigkeitsgrad des Kurses (18 TN)

| Einfach | Mittel | Schwierig |
|---------------|----------------|------------|
| 5 TN (27.8 %) | 13 TN (72.2 %) | 0 TN (0 %) |

Zur Tabelle 9 kann angemerkt werden, dass drei TN eine Begründung für ihre Bewertung abgaben und die lauten wie folgt: „Ich fand den Kurs einfach, weil es gut erklärt wurde.“, „Mittel, will ich nöd so druscho bin.“ und „Ich fand ihn mittel (wegen dem Löten).“

Tabelle 10: Anonymes schriftliches Feedback der Teilnehmerinnen am Ausbildungstag

| TN | Wie fandst du die Dozierenden / Mitarbeitenden der Science Week? Und warum? |
|----|---|
| 1 | Ich fand sie sympathisch. |
| 2 | Nett und hilfsbereit. |
| 3 | Sie waren nett und haben alles gut erklärt. |
| 4 | Nett. |
| 5 | Nett, wenn wir Fragen hatten, haben sie probiert, diese so gut wie möglich zu erklären. |
| 6 | Angenehm, weil es ruhig war. |
| 7 | Sie waren super freundlich, nett, hilfsbereit und fröhlich. |
| 8 | Sehr gut. |
| 9 | Mega nett und hilfsbereit. |
| 10 | Ich fand, sie waren sehr sympathisch und kompetent. |
| 11 | Nett. |
| 12 | Nett. |
| 13 | Ich fand sie hilfreich. Sie haben immer gut geholfen. |
| 14 | Nett und geduldig. |
| 15 | Nett und geduldig. |
| 16 | Nett. |
| 17 | Ich ha sie guet gfunde. |
| 18 | Nett und hilfsbereit. |

Des Weiteren gab es zwei schriftliche Anmerkungen, dass sie den Girls-Day besonders schätzten. Die beiden Statements lauten wie folgt: „Ich fand es cool, dass nur Mädchen im Kurs waren.“ und „Nur mit Mädchen zu arbeiten, war toll.“

Sie empfanden es als positiv, dass sie selbst Experimente durchführen durften (siehe Abbildung 13) und eine PB mit nach Hause nehmen konnten. Diese Aussagen wurden knapp zehn Mal in ähnlicher Form wiederholt.

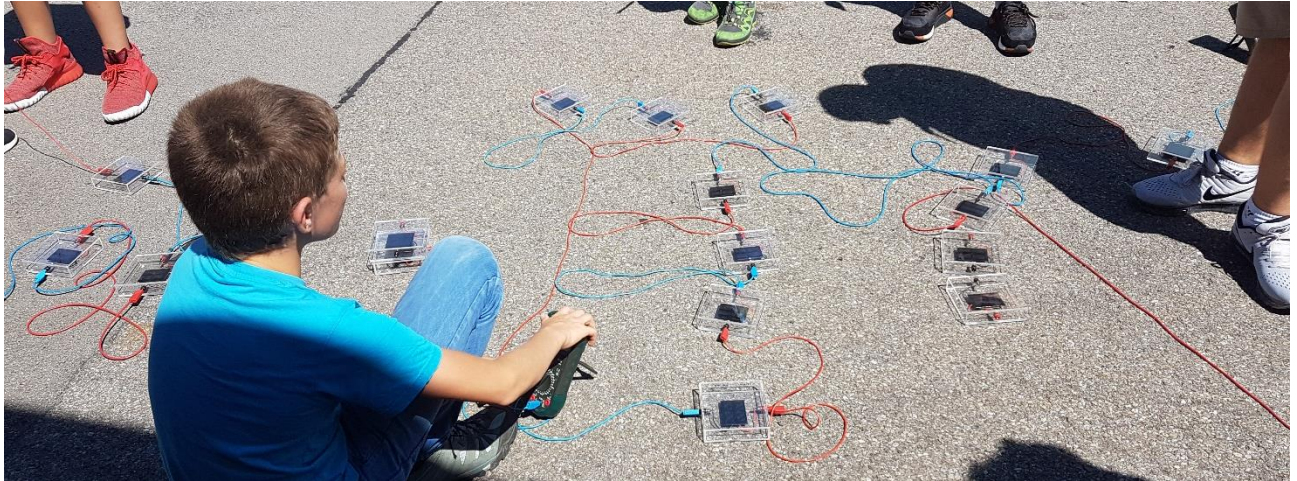


Abbildung 13: Valentin Koller unterstützt bei den Messversuchen die TN (Eigene Fotografie vom 7.8.2017)

5.2.3 Überprüfung der Ausbildungsziele

Die ScW ist ein freiwilliges Ferienprogramm für SuS. Das Ziel ist auf der einen Seite, dass Interesse an den wissenschaftlichen und technischen Berufen geweckt wird, und auf der anderen Seite, dass auch die ZHAW Wädenswil vorgestellt und als Fachhochschule der Wahl präsentiert wird (Ambühl-Khatibi, 2017). Dementsprechend ist der Lerninhalt dieses Ausbildungstages nicht prüfungs- oder schulrelevant. Die Ausbildungsziele wurden somit nicht direkt den TN kommuniziert, sondern dienen als Planungsgrundlage und Orientierung für die Lehrperson.

Die gesetzten UZ wurden trotzdem wie folgt überprüft: Die selbst erstellte PB wurde auf deren Funktion hin geprüft und kontrolliert (siehe Abbildung 14). Zudem wurden die Anwendungsmöglichkeiten und vielfältige Verwendbarkeit der Akkus am Ende des Tages mündlich im Plenum abgefragt und noch einmal zusammengefasst.



Abbildung 14: Spannungsmessung der selbst erstellten PB (Eigene Fotografie vom 7.8.2017)

6 Diskussion

Die Gliederung in diesem Kapitel orientiert sich an der Reihenfolge der Arbeit: Zuerst wird die Marktanalyse aufgegriffen und anschliessend wird auf die Unterrichtslektion und die Tagesveranstaltung im Detail eingegangen. Die Diskussion bietet die Basis für die nachfolgende Zusammenfassung und den Ausblick in die Zukunft.

6.1 Marktanalyse

Der Markt wurde bereits in Kapitel 2.3 auf Seite 9 analysiert, da dies die Basis für die Erstellung der beiden Ausbildungseinheiten bildete. Es muss noch einmal betont werden, dass die Bildungsangebote betreffend Speichertechnologien und insbesondere bei den Akkus noch grosses Potenzial aufweisen. Das Knowhow wäre jedoch wichtig: Durch den korrekten Einsatz eines Akkus in dessen Nutzungszeit und der damit verbundenen längeren Lebensdauer kann dieses Wissen zu einer ressourcenschonenderen Zukunft verhelfen. Ebenfalls hilft dieser Kurs, dass alte Akkus eines Laptops selbst recycelt werden können. SuS können im Alter zwischen zwölf und neunzehn Jahren, welche sich noch in der Berufs- oder Studienwahl befinden, durch die im Umfang dieser Arbeit durchgeführten Schulungen ein zukünftiges Forschungs- oder Arbeitsfeld finden. Die Näherbringung von Technik, Elektronik und handwerklichen Arbeiten kann die Freude an MINT-Berufen wecken und weiter stärken.

Die erste erstellte Hypothese hat sich durch die Marktuntersuchung bestätigt. Dies zeigt, dass zukünftige Schulungsangebote in diesem Bereich durchaus Chancen auf dem Bildungsmarkt haben können, und das Thema «Akkumulator» als Marktlücke angesehen werden kann.

Die durchgeführte Marktanalyse ist eine Bestandsaufnahme von Angeboten in der Deutschschweiz, welche keinen Anspruch auf Vollständigkeit hat. Als Schwäche der Marktanalyse kann ihr Umfang angesehen werden. Es ist jedoch bereits in dieser Breite der Analyse ersichtlich, dass es kein vergleichbares Angebot mit diesem Bildungsinhalt auf dem Markt gibt. Es ist jedoch bereits in der Breite der Analyse ersichtlich, dass die gesuchten Angebote nicht in dem Umfang vorhanden sind, wie sie in dieser Arbeit durchgeführt wurden. Des Weiteren liegt der Fokus der Bachelorarbeit auf der Erstellung, Durchführung und Evaluation von Ausbildungseinheiten, welche sich einem Thema widmen, das aus Sicht des Verfassers noch nicht genug Aufmerksamkeit in der Umweltbildung erhält. Durch den erwarteten Anstieg mobiler Anwendungen und einer weiteren Zunahme der Elektromobilität in den kommenden Jahren (Koeller, 2017) werden Akkus stetig zunehmen, und es ist wichtig, dass das Wissen über Funktionalität und die Rohstoffe den Leuten zugänglich gemacht wird.

6.2 Unterrichtslektion an der Kantonsschule Solothurn

Das Ziel, dass die SuS nach einer Einführung in die Akkutechnologien mehr Einsatzgebiete benennen können als noch vor der Schulung, konnte erreicht werden und wurde mündlich im Unterricht abgefragt. Ein weiterer zentraler Punkt für die TN war das Erkennen des Unterschiedes einer Batterie zu einem Akkumulator. Die Batterie ist für die einmalige Verwendung produziert und Akkus können mehrfach verwendet werden (Sternner & Stadler, 2014).

Wie den TN vermittelt und aufgezeigt wurde, ist in Zukunft ein grosses Potenzial bei den Speichertechnologien vorhanden. Gerade bei einer Klasse mit der Vertiefungsrichtung Biochemie ist dies wichtig zu wissen, da es ein möglicher Arbeitsbereich für die zukünftigen Fachkräfte darstellt. Auf dem anonymen Feedback-Flipchart der Klasse im Kapitel «Resultate» ist zu erkennen, dass die Lektion mehrheitlich als praxisnah empfunden wurde. Inwiefern dies die Berufswahl beeinflusst, bleibt jedoch offen und müsste mit detaillierteren Umfragen oder Einzelgesprächen abgeklärt werden. Eine Berechnung im Unterricht war die Kalkulation der jährlichen Energiekosten für die Benutzung des Smartphones, wenn es täglich einmal um 100 Prozent aufgeladen wird (theoretische Annahme). Aus mündlichem Feedback nach der Lektion von zwei Schülern hat diese Aufgabe zu ihrem Verständnis beigetragen. Daraus lässt sich nicht ableiten, ob sie nun die ganze Speicherthematik für ihre Vertiefung als praxisnah anschauen oder nur einzelne bearbeitete Aufgaben im Umfang dieses Unterrichtes.

Ebenfalls ist in den Resultaten ersichtlich, dass die Lektion vom Niveau und von der Balance zwischen aktivem und passivem Unterrichtsteil von fast allen TN als optimal angesehen wurde. Dies sind wichtige Feedbackpunkte und sollten bei weiteren Ausbildungseinheiten beibehalten werden. Das Unterrichtstempo wurde als optimal bis eher tief beurteilt. Hier ist in Zukunft darauf zu achten, ab welchem Zeitpunkt das Tempo erhöht werden kann. In der vorliegenden Situation wurde die Geschwindigkeit jedoch bewusst eher tief angesetzt, da die Vorkenntnisse nicht in Erfahrung gebracht werden konnten, und alle TN angesprochen werden sollten. Die Unterrichtsdauer konnte gut eingehalten werden und war in diesem Fall nicht entscheidend, da durch die ganztägige Workshop-Dauer die einzelnen Abschnitte flexibel gestaltbar waren, was mit der Schule vorgängig von Thalia Meyer abgeklärt wurde. Wird nun das Unterrichtstempo erhöht und der geplante Inhalt schneller vermittelt als ursprünglich geplant, müsste weiteres optionales Material bereitgehalten werden, was je nach Zeitverlauf eingesetzt werden kann. Der hier geplante optionale Film über Li-Ion-Akkus wurde am Ende der Lektion gezeigt, da wie erwähnt, die Zeit nicht auf exakt 45 Minuten beschränkt war.

Die Mitarbeit der TN war sehr gut, und die Anleitungen zu den Aufgaben wurden meistens korrekt befolgt. Die Experten-Methode und anschliessende Bildung von Zweiergruppen wurde von der Hälfte nicht verstanden beziehungsweise nach Aussage ihres Klassenlehrers vermutlich absichtlich

missverstanden. Die Aufgabe konnte in der nun etwas veränderten Ausgangslage dennoch durchgeführt werden, und es musste nur wenig improvisiert werden. In Zukunft ist darauf zu achten, dass die Erläuterung und Anleitung einer Aufgabe noch klarer und unmissverständlich durchgeführt wird. Etwas mehr Zeit zu Beginn investieren, kann anschliessende Diskussionen verhindern und ermöglicht effizienteres Arbeiten.

Der geplante Ablauf konnte erfolgreich eingehalten werden, da der Inhalt aufbauend und zusammenhängend war. Es kamen wenige Verständnisfragen aus der teilnehmenden Gruppe, die jedoch dann allesamt beantwortet werden konnten.

Bevor die Lektion begonnen hatte, wurde die Technik überprüft und neben der Bildwiedergabe auch die Tonwiedergabe getestet. Die Präsentation funktionierte dadurch während der Lektion problemlos, und es gab keine Verzögerungen oder Irritationen. Da der anschliessend gezeigte optionale Film nicht in der Präsentation eingebunden war, musste das Programm gewechselt werden, was auf dem Beamer nicht sofort funktionierte. Einige Einstellungen mussten vorgenommen werden, doch das Problem war nach etwa einer Minute behoben. Es war vorteilhaft, dass Bild und Ton vorab getestet wurden, jedoch muss in Zukunft auch der Programmwechsel mindestens einmal vor dem Start durchgespielt werden.

6.2.1 Schwachpunkte der Auswertung

Die SuS der Kantonsschule Solothurn gaben auf einem vorbereiteten Flipchart anonym ihr persönliches Feedback zu unterschiedlichen Punkten der Lektion über Energiespeicher ab. Es wurde mehrmals deutlich gesagt, dass sich dieses Feedback nur auf die Lektion der Energiespeicher bezieht und nicht auf die ganze Dauer des Solarworkshops. Es ist jedoch nicht auszuschliessen, dass der sehr gut organisierte und interessante Solarworkshop die TN in ihrer Empfindung mitbeeinflusst hat. Diese Beeinflussung kann nur schlecht verhindert werden; ein möglicher Ansatz wäre beispielsweise gewesen, dass ganz gezielt nach gewissen Punkten aus der Lektion heraus gefragt wird. Ein mögliches Beispiel könnte wie folgt aussehen: „Wie ist die eigene Aktivität im Energiespeicher-Unterricht? Und wenn diese zu hoch ist, was kann weggelassen werden? Was wäre andernfalls wünschenswert gewesen?“ Dies würde jedoch im Vergleich zu einzelnen Kreuzen setzen erheblich mehr Zeit zur Beantwortung der Fragen in Anspruch nehmen. Der erhöhte Zeitaufwand für die TN in ihrer Pausenzeit könnte wiederum die Rücklaufquote herabsetzen. Eine relativ hohe Rücklaufquote ist anzustreben, da die Rückmeldungen dadurch besser einzuordnen sind und ein objektiveres Gesamtbild ergeben. Eine Quote von 13 aus 17 kann im vorliegenden Fall als positiv gewertet werden. Da mehrfach kommuniziert wurde, dass dieses Feedback ausschliesslich die Speicherlektion betrifft, wird von einer korrekt eingetragenen Rückmeldung ausgegangen. Unsicherheiten diesbezüglich können aber nicht komplett ausgeschlossen werden.

Die Lektion wurde nicht auf Video aufgezeichnet, was eine spätere Auswertung der einzelnen Situation im Detail erschwert. Die ganze Lektion anhand einer Aufnahme zu reflektieren, war jedoch nie vorgesehen. In Zukunft könnte ein solch zusätzliches Recording beim Reflektieren und Verbessern der Ausbildungseinheit helfen. Im nächsten Abschnitt folgt eine persönliche Unterrichtsreflexion.

6.2.2 Persönliche Reflexion

In diesem Abschnitt folgt eine persönliche Reflexion der Unterrichtseinheit an der Kantonsschule Solothurn vom 6. Juli 2017. Da diese Reflexion aus persönlicher Sicht geschrieben wurde, sind die kommenden Abschnitte dieses Unterkapitels in der Ich-Form formuliert.

Den Unterricht konnte ich durch die vorgängige Erstellung eines Ablaufplanes der Lektion recht entspannt angehen. Da ich den ganzen Ablauf zu Hause drei Mal durchgespielt hatte, konnte ich ein Gefühl für die Länge der einzelnen Abschnitte bekommen und den Inhalt entsprechend kürzen. Was zu Hause nicht geübt werden konnte, sind die Reaktionen und die Partizipation der TN. Dank unterschiedlichen Schulungserfahrungen im Militär oder bei den Mathematik-Tutoriaten an der ZHAW konnte ich mit ungeplanten Inputs gut umgehen. Diese Erfahrungen halfen mir somit, dass ich mich auf die Vermittlung des Inhaltes konzentrieren konnte und mich von den TN nicht abgelenkt fühlte. Zudem war die ganze Klasse ausgesprochen angenehm; sie war bei den Berechnungen oder der Gruppenarbeit aktiv dabei, was zusätzliches Motivieren nicht nötig machte.

Der Umstieg von der PowerPoint-Präsentation auf den optional geplanten Film verlief nicht planmässig und braucht eine Minute. In dieser Zeit blieb ich ruhig, da mir solche Situationen vertraut sind und ich die Technik grundsätzlich verstehe. Mit der Zeit wurde es in der Klasse etwas lauter, da die TN miteinander zu sprechen begannen. In diesem Moment wäre eine situationsbezogene Bemerkung meinerseits zur Entspannung der Situation passend gewesen. Das nächste Mal werde ich den Wechsel von Programmen vor der Lektion durchspielen.

Das Thema «Feedback» musste mehrmals mündlich angesprochen werden, damit sich der Feedbackbogen schlussendlich gefüllt hat. Dies wurde als eher mühsam empfunden. Mit 13 von 17 möglichen Rückmeldungen bin ich jedoch zufrieden. Ebenfalls sehr zufrieden kann ich mit den Antworten zu dem Niveau, der eigenen Aktivität der TN und dem Praxisbezug sein. Bei diesen Punkten gab es meist positive Feedbacks, obwohl die Vorkenntnisse nicht bekannt waren. Beim Tempo habe ich die Klasse eher unterschätzt und wollte bewusst langsam und klar den Inhalt vermitteln. Hier gilt es in Zukunft die TN besser wahrzunehmen und zu erkennen, wie schnell im Unterricht weitergemacht werden kann.

Abschliessend bin ich mit der Vorbereitung und Durchführung der Lektion sehr zufrieden und dankbar für die Erfahrung. Wichtige Verbesserungspunkte bezüglich der elektrischen Technik und der Wahrnehmung der TN nehme ich in die nächste Veranstaltung mit. Bereits erfolgreiche Punkte wie die der Vorbereitung, Nutzung von Checklisten vor dem Unterrichtsstart, klare und deutliche Kommunikation und dem abschliessenden Zusammenfassen der Inhalte werden beibehalten. Der Praxisbezug ist mir persönlich in der Schule wichtig, und den werde ich immer versuchen klar darzulegen. Aus diesem Grund wurde die Lektion mit einem Ausblick abgeschlossen, welche den möglichen Nutzen skizziert und die TN motivieren soll.

6.3 Tagesveranstaltung im Rahmen der Science Week an der ZHAW

Zu Beginn der Tagesveranstaltung wurden die Beweggründe der TN abgefragt, warum sie sich für diesen Kurs angemeldet hatten. Zu einem Grossteil war die Antwort, dass sie gerne wissen möchten, wie eine PB funktioniert und wie sie aufgebaut ist. Zudem hatten einige TN noch keine PB zu Hause und wollten unbedingt eine selber bauen.

Das Ziel der Kursausschreibung, dass sich die TN nach einer Einführung in die Akkutechnologien mit der Technik, die hinter einer PB steckt, beschäftigen und selbst eine PB erstellen können, wurde erreicht. Ebenfalls wurde erläutert, dass eine Batterie nur einmal verwendbar ist und ein Akku mehrmals wiederaufgeladen werden kann (Sterner & Stadler, 2014). Zudem war der Spaziergang für die Besichtigung der PV-Systeme im Grüental gemäss mündlichen Rückmeldungen auf dem Rückweg sehr gelungen. Es sei eine spannende Abwechslung respektive Ergänzung zum eigentlichen Thementag gewesen.

Eine möglichst passende Abwechslung von aktiven und passiven Phasen für die TN konnte dank der Themenvorgabe gut erreicht werden. Der ganze Tag war stark auf die Praxis und das Handwerkliche ausgelegt, was zwischendurch mit Theorieinputs und Erläuterungen unterbrochen wurde. Die nötige körperliche Bewegung wurde nach dem Mittagessen mit dem Spaziergang ins Grüental erreicht.

In den Resultaten ist ersichtlich, dass die Soll-Ziele mit dem Ist-Zustand der Veranstaltung übereinstimmen oder sogar übertroffen wurden. Es wurde beispielsweise nicht erwartet, dass so viele Fragen auf der kleinen Exkursion gestellt und Gespräche über die PV-Systeme geführt werden. Ob sich der Einsatz von Spiegeln bei bifacialen PV-Modulen finanziell rentiert, ist nur ein Beispiel dafür, wie weit die Schülerinnen gedacht haben. Das Feedback zu den Referenten aus der Tabelle 10 ist ebenfalls positiv herausgekommen, was die Durchführung des Unterrichtes auf diese Art und Weise bestärkt. Da dieses Feedback aus den offiziellen Feedbackbögen der ScW herausgenommen werden durfte, liegt die Rücklaufquote bei 100 Prozent, was für die Evaluation von grossem Vorteil ist. Die Durchführung einer solchen Feedbackrunde erwies sich als positiv und wird beibehalten.

Der Ausbildungstag über die Akkus und die PB wird gesamtheitlich als Schwierigkeitsgrad mittel eingestuft. Dies kann als sehr positiv angesehen werden, da dies wie erwähnt kein Anlass zur Überforderung sein sollte und dennoch ein gewisses Niveau vermittelt werden wollte. Somit wurde in dieser Hinsicht das Ziel erfüllt. Die technischen, abstrakten Ladevorgängen von Akkus konnten offensichtlich teilnehmerinnengerecht vermittelt werden. Wird der Kurs in einer anderen Form erneut durchgeführt, sollte das Niveau entsprechend der Zielgruppe überprüft und angepasst werden, damit der Kurs nicht als zu einfach angesehen wird.

Bei einer weiteren Durchführung einer solchen Bildungseinheit kann die Einführung ins Löten optimiert werden. Es würde sich im Nachhinein anbieten, dass die TN, die noch nie gelötet haben, zusammengerufen werden und eine kurze Demonstration an einer Lötstation erhalten. Dies hätte den Vorteil, dass alle TN auf den gleichen Stand gebracht werden können und die Einzelheiten nicht mehrmals erklärt werden müssen. Alternativ könnten die Zweiergruppen zu Beginn so gebildet werden, dass mindestens eine Person davon bereits das nötige Wissen mitbringt. Da nicht garantiert werden kann, dass eine solche Gruppenzusammensetzung zu Stande kommt, bietet sich die erste Variante als die geeignetere an.

Der Technikwechsel von einer PowerPoint-Folie auf den Film stellte dieses Mal keine Probleme dar, da das Video direkt in der Präsentation eingebunden wurde und es keine zusätzlichen Materialien gab. Die Wechsel vom Beamer auf den Overheadprojektor funktionierten jeweils einwandfrei.

Da zu Beginn der Ausbildungseinheit keine Wortmeldungen bezüglich Einsatzgebiete von Akkus eintraten, war die zweite Hypothese nur unschwer zu verifizieren. Am Ende des Kurses wussten die TN einige Einsatzgebiete von Akkus, die von einer PB über Inselbetriebe im Alpenbereich bis hin zu Mobilitätsanwendungen reichen. Dies zeigt das mögliche Potenzial zur Sensibilisierung und Wissenserweiterung durch eine solche Schulung.

Der durchgeführte Ausbildungstag war der erste Girls-Day der bereits zum vierten Mal stattgefundenen ScW. Anhand der Feedbacks der TN wurde dies als positiv gewertet. Aus Sicht der Referenten war es sehr angenehm, da die TN konzentriert und fokussiert am Arbeiten waren. Eine Beibehaltung des Girls-Day wird für die kommenden Jahre empfohlen.

6.3.1 Schwachpunkte der Auswertung

Die Tagesveranstaltung wird hauptsächlich auf Basis des persönlichen Empfindens oder einzelner objektiv messbarer Punkte, wie der Zeiteinhaltung, ausgewertet. Ein detailliertes Feedback der TN zum Unterrichtstempo, der eigenen Aktivität und der Verständlichkeit liegt nicht vor. Auf Grund des vorgegebenen Feedbackbogens seitens der ScW wurde auf ein zusätzliches Feedback-Flipchart, wie jenes in Solothurn, verzichtet. Der Spass der TN und deren positive Erfahrung standen im Vordergrund und sollten nicht durch mehrfaches Feedbackgeben geschmälert werden.

Da diese Ausbildungseinheit einen ganzen Tag dauerte, konnten einzelne Situationen nicht mehr im Detail nachvollzogen werden. Der Kurs wurde nicht auf Video oder Tonband aufgenommen, was eine nachträgliche Bearbeitung erleichtert hätte, jedoch vom Zeitaufwand her zu keinem Zeitpunkt in Betracht gezogen wurde.

6.3.2 Persönliche Reflexion

In diesem Abschnitt folgt eine persönliche Reflexion der Tagesveranstaltung an der ZHAW Wädenswil vom 11. August 2017. Da diese Reflexion aus persönlicher Sicht geschrieben wurde, sind die kommenden Abschnitte dieses Unterkapitels in der Ich-Form formuliert.

Der Girls-Day war ein gelungener Abschluss einer intensiven ScW. Da ich Christoph Koller bereits die ganze Woche bei seinem Programm unterstützte, fiel es mir am Freitag relativ leicht, den Lead zu übernehmen und durch den Tag zu führen. Nach einer kurzen Begrüssung und persönlichen Vorstellung aller Anwesenden, wurde mit dem ersten Theorieblock ins Thema geführt (siehe PowerPoint-Präsentation im Anhang). Auf meine Frage nach ihren Vorkenntnissen – wo Akkus überall verwendet werden – kam keine einzige Rückmeldung. Ich musste meine ersten Fragen selbst beantworten und merkte, dass sich die TN noch nicht aktiv am Unterricht zu beteiligen wagten. Nach den Erläuterungen des Messgerätes und ersten Messversuchen lockerte die Stimmung merklich auf, und es war für mich eine sehr angenehme Atmosphäre. Die TN arbeiteten in neun Zweiergruppen und zeigten zwischendurch ihre Messresultate auf dem Overheadprojektor den anderen TN. Das Präsentieren und Erläutern der eigenen Resultate half ebenfalls dabei, die Stimmung weiter zu lockern.

Das Löten (siehe Abbildung 15) wurde nicht im Plenum erläutert, da einzelne TN bereits Erfahrungen damit gemacht hatten. Dies führte allerdings dazu, dass bei der einen oder anderen Zweiergruppe individuelle Unterstützung geboten werden musste. Dies war eine der grössten Herausforderungen, dass jeder Gruppe mehr oder weniger gleich viel Aufmerksamkeit geschenkt wurde und stetig erkannt wurde, wenn Hilfe benötigt wird. Für Fragen und das Testen der PB standen jederzeit auch Christoph Koller sowie Valentin und seine zwei Kollegen, welche den Kurs zu Beginn der Woche besuchten, zur Verfügung. Durch ihre Unterstützung konnte das Löten in überschaubarer Zeit erfolgreich abgeschlossen werden.



Abbildung 15: Lötstation für die Erstellung der Powerbank (Eigene Fotografie vom 7.8.2017)

Die kurze PV-Exkursion ins Grüental führte neben den fachlichen Inputs dazu, dass sich die Gruppe weiter kennen lernen konnte und gewisse neue Gespräche stattfanden. Auch die körperliche Aktivität tat der Ausbildungseinheit aus meiner Sicht gut und liess die Konzentration nach dem Mittag erneut ansteigen. Durch die vielen kreativen Fragen und Anmerkungen bei der Besichtigung der Anlagen wurde mir deren Interesse weiter bewusst. Neben den unterschiedlichen Aufständungen der PV-Module wurde zudem das PVT-System erklärt, welches PV und die thermische Nutzung kombiniert (siehe Abbildung 16).



Abbildung 16: Erläuterung von PVT-Modulen durch Martin Koch (Eigene Fotografie vom 9.8.2017)

Abschliessend kann ich mit der Durchführung sehr zufrieden sein, und die Feedbacks der TN unterstützen dies mehrheitlich. Die Rückmeldungen, wie die TN die Dozierenden empfunden haben, zeigen mir, dass ich beim Unterrichten auf dem richtigen Weg bin. Die gute Vorbereitung und der Einsatz von Checklisten haben sich ebenfalls bei dieser Veranstaltung bewährt. Die Technik funktionierte einwandfrei, und auf die TN konnte ich wie geplant eingehen. Mit diesen positiven Erfahrungen werde ich kommende Ausbildungseinheiten motiviert angehen.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Die Untersuchung zweier Hypothesen im Bereich der Umweltbildung hat ergeben, dass noch grosses Potenzial im Schulungsbereich von Speichertechnologien besteht und dort insbesondere das Thema «Akkumulator» spannende Möglichkeiten bietet. Durch die Durchführung von zwei Ausbildungseinheiten basierend auf einer Marktuntersuchung konnte festgestellt werden, dass das Thema «Energiespeicher» eine mittlere bis sehr hohe Praxisrelevanz für die TN aufweist. An einer Kantonsschule wurde eine Unterrichtseinheit von knapp 50 Minuten durchgeführt, die sich auf aktuellen didaktischen und methodischen Ansätzen abstützte. Die Einheit beinhaltete Theorieblöcke sowie eine Zweierarbeit und Berechnungen. Die Berechnung der jährlichen Stromkosten für das tägliche Aufladen des Smartphones wurde sehr positiv aufgenommen und sorgte bei gewissen TN für Staunen, wie günstig die Energiekosten sind. Bei der zweiten Ausbildungseinheit wurde bei der ScW der ZHAW Wädenswil einen ganzen Unterrichtstag zum Thema «Powerbank» durchgeführt. Wie die Lektion an der Kantonsschule, stützte sich auch dieser Tag auf den heutzutage gängigen Unterrichtstheorien. Neben verschiedenen Theorieblöcken und einer Exkursion zur Einführung in die PV wurde hauptsächlich in Zweiergruppen gearbeitet. Diese Arbeiten beinhalteten die Spannung- und Strommessung von einfachen Schaltungen, Löten und als Schwerpunkt die Erstellung einer PB aus einer alten 18650 Akkuzelle. Diese Zellen haben insofern einen hohen Alltagsbezug, da sie in Notebooks verwendet und ebenfalls von der Firma Tesla bei ihren ersten beiden Elektroauto-Modellen eingesetzt werden.

Durch eine internetbasierte Marktanalyse konnte festgestellt werden, dass in der Umweltbildung Schulungen zum Thema «Akkumulator» momentan noch selten bis gar nicht vorhanden sind. Obwohl Li-Ion-Akkus auf den ersten Blick langweilig erscheinen mögen, wurde in dieser Arbeit gezeigt, dass es grosses Potential für einen spannenden Unterricht bietet. Entsprechend positiv waren die Rückmeldungen der TN über dieses Angebot.

Die Schulungen fanden bei den TN grossen Anklang und mit der Art wie unterrichtet wurde, waren die meisten zufrieden. Das Niveau war besonders bei der ganztägigen Ausbildungseinheit nicht einfach abzuschätzen, da die Vorkenntnisse der TN nur anhand ihres Alters abgeschätzt werden konnten. Über 70 Prozent der TN haben den Schwierigkeitsgrad des Kurses als mittel bewertet, was als positiv zu werten ist. Niemand scheint überfordert gewesen zu sein und nur wenige etwas unterfordert. Auf dieser Basis kann für zukünftige Schulungen sehr gut aufgebaut werden. Eine Weiterführung dieses Angebotes wird auf jeden Fall empfohlen und wird weiterhin auch ein Thema für den Verfasser dieser Arbeit bleiben. Inwiefern ein Angebot verbreitet aufgezogen werden kann, ist momentan noch unklar und muss in einem weiteren Schritt geklärt werden.

In den möglichen Ausbildungseinheiten in Zukunft gilt es insbesondere zu beachten, dass die hier erlangte Erfahrung mit der gelungenen Unterrichtsgestaltung beibehalten wird. Die Einführung ins Löten wird beispielsweise für alle TN in kleineren Gruppen geschehen, um dadurch alle auf den gleichen Wissensstand zu bringen. Im Voraus muss zudem überlegt werden, welche Feedbackfragen gestellt werden, und was von dem jeweiligen Kurs ausgewertet werden soll. Nur durch ehrliche Rückmeldungen der TN und dem sich selbst kritischen Hinterfragen können laufend Fortschritte im Angebot vorgenommen werden.

8 Literaturverzeichnis

- aeB Schweiz. (2013). *Skript Modul 1 - Lernveranstaltungen mit Erwachsenen durchführen*.
- AKAD. (2017). Gezielt lernen - kann man Lernen lernen? Abgerufen 24. August 2017, von <https://www.akad.ch/de-CH/Lernen-bei-AKAD/Lerntipps/Gezielt-Lernen?JsEnabled=true>
- Ambühl-Khatibi, A. (2017). Science Week. Abgerufen 21. Juli 2017, von <https://www.zhaw.ch/de/lsvm/dienstleistung/nachwuchsfoerderung-angebote-fuer-schulen/science-week/>
- Bundesamt für Energie. (2017). Was ist die Energiestrategie 2050? Abgerufen 16. August 2017, von <http://www.bfe.admin.ch/energiestrategie2050/06445/index.html?lang=de>
- Buser, C. (o. J.). Bildungsangebote für Schulklassen. Abgerufen 4. September 2017, von <http://www.oekozentrum.ch/99-0-Fuer-Schulklassen.html>
- Caspari, C. (2016). Akkumulatoren. Abgerufen 27. Juli 2017, von <http://www.elektronikinfo.de/strom/akkus.htm>
- Chomsky, N. (1970). *Aspekte der Syntax-Theorie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Döring, K. (1995). *Lehren in der Weiterbildung - ein Dozentenleitfaden* (5. Auflage). Weinheim: Deutscher Studien Verlag.
- Drosdowski, G., Scholze-Stubenrecht, W., & Wermke, M. (1997). *Duden - das Fremdwörterbuch* (6. Auflage). Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich: Bibliographisches Institut & F.A. Brockhaus AG.
- Energie- und Klimapioniere. (o. J.). Stufengerechte Impulslektion. Abgerufen 2. September 2017, von <https://www.energie-klimapioniere.ch/fuer-lehrpersonen/>
- Energie- und Klimawerkstatt. (2017). Energie- und Klimawerkstatt. Abgerufen 4. September 2017, von <https://www.energie-klimawerkstatt.ch/fuer-lernende.html>
- EZS. (o. J.). Energie und Trinkwasser auf der Spur – unsere Schulangebote. Abgerufen 4. September 2017, von <http://www.ezs.ch/linie-e/Schulangebote/index.php>
- Furrer, H. (2009). *Das Berner Modell - Ein Instrument für eine kompetenzorientierte Didaktik*. Bern: hep verlag ag.
- Gellerich, W. (2011). *Akkumulatoren - Grundlagen und Praxis*. Aachen: Shaker Media GmbH.
- IngCH. (2017). Über uns - IngCH Engineers Shape our Future. Abgerufen 2. September 2017, von <http://ingch.ch/de/uber-uns/>
- Isermann, S. (2015). ewz speichert Sonnenlicht für die erneuerbare Zukunft – Pilotprojekt Batteriespeicher. Abgerufen 22. August 2017, von <https://www.ewz.ch/de/ueber-ewz/medien/medienmitteilungen/2015/batteriespeicher.html>
- Kaiser, A., & Zimmer, R. (2015). *Bewegter Sachunterricht*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren

GmbH.

Karle, A. (2017). *Elektromobilität - Grundlagen und Praxis* (2. aktuell). München: Carl Hanser Verlag.

Klafki, W. (2007). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik: Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik* (6. Auflage). Weinheim: Beltz Verlag. Abgerufen von https://www.amazon.de/Neue-Studien-Bildungstheorie-Didaktik-kritisch-konstruktive/dp/340732085X/ref=pd_sbs_14_1?_encoding=UTF8&psc=1&refRID=FT5H1V8Q41DQZ0KR89YK

Koeller, S. (2017). Jaguar Land Rover: Bis 2025 alle Modelle auch elektrisch. Abgerufen von <https://www.electrive.net/2017/06/10/jaguar-land-rover-elektrifizieren-sich-bis-2025/>

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning - experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Ladner, M. F. (1950). *Methoden der Marktanalyse*. Zürich: Schulthess & Co. AG.

Meyer, R. (o. J.). Gruppenpuzzle. Abgerufen 10. September 2017, von <https://arbowis.ch/index.php/100-2014/erwachsenenbildung/unterrichtsmethoden/kompetenzfoerdernde-methoden/306-gruppenpuzzle>

Meyer, R. (2014a). Das didaktische Dreieck. Abgerufen 21. Juni 2017, von <https://arbowis.ch/index.php/67-2014/erwachsenenbildung/unterrichtsplanung/phasenmodelle/43-didaktisches-dreieck-planungsfragen>

Meyer, R. (2014b). Lernstile nach David Kolb. Abgerufen 26. Juni 2017, von <https://arbowis.ch/index.php/erwachsenenbildung/lernen/83-2014/erwachsenenbildung/lernen/lernstile/175-lernstile>

Meyer, R., & Stocker, F. (2011). *Lehren kompakt 1*. Bern: hep verlag ag.

Meyer, T. (o. J.). Bildung. Abgerufen 2. September 2017, von http://www.spektrum-energie.ch/?page_id=44

mikro-didaktik.de. (2013a). Kleingruppenarbeit: Methode66. Abgerufen 24. Juni 2017, von <http://mikro-didaktik.de/kleingruppenarbeit-methode66/>

mikro-didaktik.de. (2013b). Kreativitätstechniken: Brainwriting (Methode 635). Abgerufen 24. Juni 2017, von <http://mikro-didaktik.de/kreativitaetstechniken-brainwriting-methode-635/>

mikro-didaktik.de. (2016). Kopfstand-Technik. Abgerufen 24. Juni 2017, von <http://mikro-didaktik.de/kopfstand-technik/>

MINT Bericht des Bundesrates. (2010). Mangel an MINT-Fachkräften in der Schweiz. Ausmass und Ursachen des Fachkräftemangels in MINT Bericht des Bundesrates, (August), 50. Abgerufen von http://www.sbf.admin.ch/dokumentation/00335/01737/01738/index.html?lang=de&download=NHzLpZeg7t,Inp6l0NTU042l2Z6ln1acy4Zn4Z2qZpnO2Yuuq2Z6gpJCDfYJ3fmym162epYbg2c_JjKbNoKS6A--

Müller, C. (2016). Unterrichtsvorschläge zu aktuellen Umweltthemen. Abgerufen 4. September 2017, von <http://www.pusch.ch/fuer-schulen/unterrichtsmaterial/unterrichtsvorschlaege/>

- myblueplanet. (2016). So funktioniert «Jede Zelle zählt – Solarenergie macht Schule!» (JZZ). Abgerufen 2. September 2017, von <http://www.jzz.ch/was-ist-jzz/>
- myclimate. (o. J.). myclimate - Bildung. Abgerufen 4. September 2017, von <https://www.myclimate.org/de/bildung/>
- Patscheider, M. (o. J.). Energie-Erlebnistage. Abgerufen 4. September 2017, von <http://www.oekozentrum.ch/68-0-Energie-Erlebnistage.html>
- Pryor, K. (2002). *Don't shoot the dog! The new art of teaching and training* (Revised Ed). Gloucestershire: Ringpress Books Ltd.
- Public Eye. (2017). Themen. Abgerufen 2. September 2017, von <https://www.publiceye.ch/de/mitmachen/schulbesuche/themen/#c6964>
- Riedl, A. (2004). *Grundlagen der Didaktik*. Franz Steiner Verlag.
- Sattler, M. (2017). Second Life: zweites Leben für Postroller-Batterien. Abgerufen 4. September 2017, von <http://www.oekozentrum.ch/355-0-Second-Life-zweites-Leben-fuer-Postroller-Batterien.html>
- Schneider-Landolf, M., Spielmann, J., & Zitterbarth, W. (2010). *Handbuch Themenzentrierte Interaktion (TZI)* (2. durchge). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Schulz, D. (2014). *Akkus und Ladetechniken*. Haar bei München: Franzis Verlag GmbH.
- Sorge, N.-V. (2014). Tesla baut seine Autos künftig ohne die legendären Laptop-Batterien. Abgerufen 17. August 2017, von <http://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/tesla-stellt-in-gigafactory-nicht-batteriezellen-vom-typ-18650-her-a-998973.html>
- Sterner, M., & Stadler, I. (2014). *Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration*. Heidelberg: Springer Vieweg.
- Stieger, N. (2016). Nachhaltige Energiebildung. Abgerufen 2. September 2017, von http://www.energietail-toggenburg.ch/Nachhaltige_Energiebildung_NEB.html
- Uebersax, S. (2017). Fair Battles Lernmedien. Abgerufen 2. September 2017, von <http://fairbattles.ch/angebote/lernmedien/>
- Umweltarena. (o. J.). Angebote für Schulen. Abgerufen 4. September 2017, von <http://www.umweltarena.ch/umweltbildung/angebote-fur-schulen/>
- Waller, G., Willemse, I., Genner, Sarah, Suter, L., & Süss, D. (2016). *JAMES - Jugend, Aktivitäten, Medien - Erhebung Schweiz*. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften. Abgerufen von www.zhaw.ch/psychologie/JAMES
- Zapf, M. (2017). *Stromspeicher und Power-to-Gas im deutschen Energiesystem*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Zumbach, J., Weber, A., & Olsowski, G. (2007). *Problembasiertes Lernen*. Bern: hep verlag ag.

Zünd, M. (2016). Bildung im Energiebereich: Engere Zusammenarbeit aller Beteiligten. Abgerufen 23. August 2017, von <http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/index.html?lang=de&msg-id=60308>

Abbildungsverzeichnis

Titelbild: Fotografie von Thalia Meyer bei der Unterrichtseinheit in Solothurn vom 6. Juli 2017

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Übersicht der genannten Begriffen Ressourcen, Kompetenz und Performanz sowie deren Zusammenspiel (aeB Schweiz, 2013, S. 16) | 11 |
| Abbildung 2: Vereinfachte Form des Berner-Modells für die didaktische Unterrichtsplanung (aeB Schweiz, 2013, S. 18) | 13 |
| Abbildung 3: Unterrichtsziele: Taxonomiestufen nach Benjamin S. Bloom (aeB Schweiz, 2013, S. 22)..... | 14 |
| Abbildung 4: Siebe der Reduktion - Stoffmengen auf bestimmte Zeiteinheiten "herunterschütteln" (Quelle: http://docplayer.org/docs-images/40/326439/images/page_11.jpg , abgerufen am 24.6.2017)..... | 17 |
| Abbildung 5: Lernsandwich für die Strukturierung eines Unterrichtes (aeB Schweiz, 2013, S. 27) | 19 |
| Abbildung 6: Didaktisches Dreieck respektive vier Aspekte des Unterrichtes (R. Meyer & Stocker, 2011, S. 57)..... | 20 |
| Abbildung 7: Unterrichtsablauf einer Softwareschulung mit Fragen-Speicher und Platz für Feedback auf einem Whiteboard (Eigene Fotografie vom 12.9.2014)..... | 27 |
| Abbildung 8: Laptopakkumulator mit gebrauchten Li-Ion- Akkuzellen des Typs 18650 (Eigene Fotografie vom 8.8.2017) | 31 |
| Abbildung 9: Grafische Darstellung der Power-to-Gas Technologie (Quelle: http://www.br.de/br-fernsehen/sendungen/faszination-wissen/energie-der-zukunft-power-to-gas-100~_v-img__16__9__xl_-d31c35f8186eb80b0cd843a7c267a0e0c81647.png?version=f5011 , abgerufen am 27.7.2017)..... | 32 |
| Abbildung 10: Holzplatte mit vorgefrästen Bauteilen und Schaltelektronik für das Laden und Entladen des Akkus (Eigene Fotografie vom 7.8.2017) | 38 |
| Abbildung 11: Unterrichtssetting vor Ort (grün = Ablauf, blau = Unterrichtsziele und in der Mitte = PowerPoint) (Eigene Fotografie vom 6.7.2017) | 41 |

| | |
|---|----|
| Abbildung 12: Feedback der TN zur Lektion über Energiespeicher (13 / 17 TN) (Eigene Fotografie vom 6.7.2017) | 43 |
| Abbildung 13: Valentin Koller unterstützt bei den Messversuchen die TN (Eigene Fotografie vom 7.8.2017) | 47 |
| Abbildung 14: Spannungsmessung der selbst erstellten PB (Eigene Fotografie vom 7.8.2017) ... | 47 |
| Abbildung 15: Lötstation für die Erstellung der Powerbank (Eigene Fotografie vom 7.8.2017) | 55 |
| Abbildung 16: Erläuterung von PVT-Modulen durch Martin Koch (Eigene Fotografie vom 9.8.2017) | 56 |
| Abbildung 17: Beispiel der Kreativitätstechnik Methode 635 (Quelle: http://www.ibim.de/techniken/3-5-Methode635.gif , abgerufen am 24.6.2017) | 66 |
| Abbildung 18: Lernkreislauf: Lernphasen nach Kolb (R. Meyer, 2014b) | 68 |
| Abbildung 19: Säulen-Darstellung für Kursfeedback | 70 |
| Abbildung 20: Zweicachsiges Diagramm für Kursfeedback | 70 |
| Abbildung 21: Stimmungsbarometer für Kursfeedback | 71 |
| Abbildung 22: Mögliche Darstellung eines Stimmungsbarometers aus der Praxis nach einer Softwareschulung (Eigene Fotografie vom 23.4.2014) | 71 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Übersicht von Anbieter in der Umweltbildung im Bereich elektrischer Energie in der Deutschschweiz | 6 |
| Tabelle 2: Einfache Fragestellungen, die bei der Methodenauswahl dienen können (aeB Schweiz, 2013) | 22 |
| Tabelle 3: Darbietende (dozentenorientierte) und teilnehmerorientierte Methoden im Überblick (aeB Schweiz, 2013) | 23 |
| Tabelle 4: Vor- und Nachteile der vier grundlegenden Sozialformen (aeB Schweiz, 2013) | 24 |
| Tabelle 5: Rahmenbedingung der Lektion in SO über Akkumulatoren (K. Schweg, E-Mail, 14. Juni 2017) | 33 |
| Tabelle 6: Übersicht der verwendeten Medien im Unterricht an der Kantonsschule Solothurn | 35 |
| Tabelle 7: Evaluation der Unterrichtslektion in SO | 42 |
| Tabelle 8: Evaluation der Tagesveranstaltung von der Science Week in Wädenswil | 45 |
| Tabelle 9: Feedback über den Schwierigkeitsgrad des Kurses (18 TN) | 45 |
| Tabelle 10: Anonymes schriftliches Feedback der Teilnehmerinnen am Ausbildungstag | 46 |
| Tabelle 11: Lernstieltypen - didaktische Schlussfolgerungen: Was Lernende mögen (R. Meyer & Stocker, 2011, S. 167) | 69 |
| Tabelle 12: Lektionenplan über Energiespeicher an der Kantonsschule Solothurn | 72 |
| Tabelle 13: Tagesablauf der Ausbildungseinheit an der Science Week | 82 |

Anhang

Methodensammlung für den Unterricht

In diesem Anhang-Kapitel werden einige Methoden für den Unterricht skizziert. Die Liste ist nicht abschliessend und geht nicht ins Detail.

Expertengruppe-Methode oder Gruppenpuzzle

Für den Arbeitsauftrag sind alle TN gleich verantwortlich. In den zusammengesetzten Gruppen ist jeder als Experte für einen Teil zuständig. Die intensive Beschäftigung mit einem Aspekt und die Wiedergabe des Gelernten führt in den meisten Fällen zu einem erhöhten Lernerfolg (R. Meyer, o. J.). Im Folgenden wird der Ablauf dieser Methode skizziert:

Vorbereitung

Die Lerninhalte werden in etwa gleich grosse Teile aufgeteilt.

Anweisungsphase: Expertengruppe

TN befassen sich mit ihrem zugeteilten Thema und werden so zu Experten.

Vermittlungsphase: Puzzlegruppe

Austausch der erarbeiteten Informationen mit Vertretern von anderen Themen / Lerninhalten.

Vertiefungsphase

Wiederholende und vertiefende Aufgaben werden über alle Themenaspekte hinweg bearbeitet.

Methode 66

Die Zahl 66 bezieht sich auf die Anzahl TN pro Gruppe (sechs TN) und auf die Dauer der Bearbeitung (sechs Minuten). Diese Methode bietet sich besonders gut bei grösseren Gruppen ab 24 Personen an. Jede Person hat somit knapp eine Minute Zeit, um ihren persönlichen Beitrag mündlich zur Frage- oder Problemstellung einzubringen. Sie ist ohne grösseren Aufwand durchzuführen und innerhalb kurzer Zeit kann ein breites Spektrum an Ideen zusammengetragen werden. Die begrenzte Zeit birgt aber die Gefahr, dass die Vorschläge nur wenig reflektiert und ungefiltert dem Plenum präsentiert werden (mikro-didaktik.de, 2013a).

Methode 635 (Brainwriting)

Diese Methode gehört zu den Kreativitätstechniken und ist eine Weiterentwicklung des Brainstormings. Die Zahl 635 bezieht sich auf sechs TN, welche jeweils drei Ideen in fünf Minuten schriftlich generieren (633 wäre natürlich ebenfalls eine Option). Jeder TN bezieht sich jeweils direkt auf die Lösungsvorschläge der anderen Gruppenmitglieder und entwickelt so deren Ursprungsideen

weiter. Die TN können sich so gegenseitig inspirieren und gemeinsam eine möglichst grosse Vielfalt an Ideen produzieren. Bei sechs mal fünf Minuten dauert diese Methode eine halbe Stunde. Sie funktioniert wie folgt: Oben auf ein Blatt Papier wird die Frage notiert und anschliessend das Blatt mit drei Spalten versehen. Zuerst schreiben nun alle TN je eine Idee in eine Spalte. Nach fünf Minuten wird der Zettel im Kreis weitergegeben und die Ideenschreibung wird fortgeführt, bis alle TN bei jedem Blatt ihre Gedanken hinzugefügt haben (siehe Abbildung 17). Diese Methode braucht ebenfalls kaum Vorbereitungszeit und durch die verlängerte Zeit gegenüber der Methode 66 können auch komplexere Fragestellungen behandelt werden. Es kann jedoch sein, dass das Brainwriting von Runde zu Runde schleppender verläuft, da den TN keine neuen Punkte mehr einfallen (mikrodidaktik.de, 2013b).

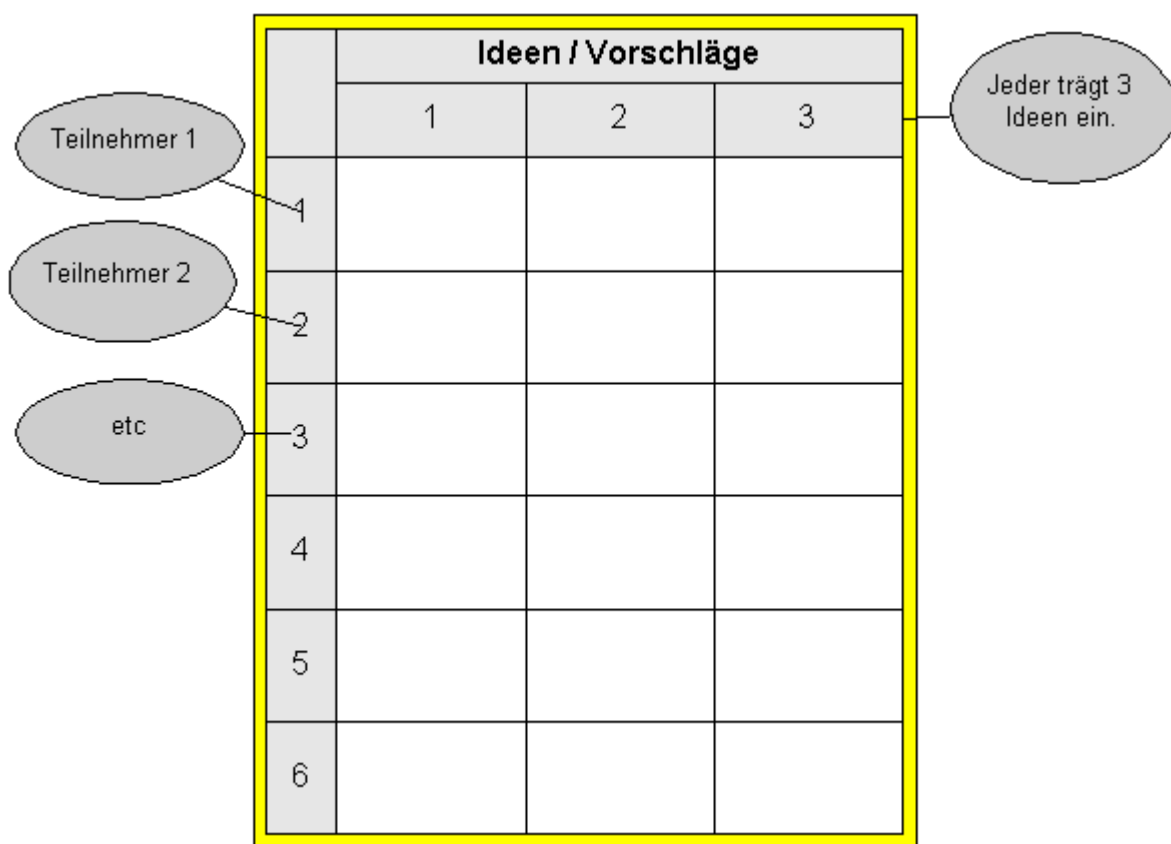


Abbildung 17: Beispiel der Kreativitätstechnik Methode 635 (Quelle: <http://www.ibim.de/techniken/3-5-Methode635.gif>, abgerufen am 24.6.2017)

Kopfstand-Technik

Diese Kreativitätstechnik ist schnell vermittelbar, ohne grösseren Aufwand durchführbar und zudem ist sie unterhaltsam. Mit deren Hilfe können neue Ideen oder Problemlösungen gefunden werden. Sie funktioniert wie folgt: Die ursprüngliche Fragestellung wird zunächst ins Gegenteil verkehrt. Anschliessend werden Ideen und Lösungsvorschläge gesammelt, welche dann erneut umgekehrt werden (mikrodidaktik.de, 2016). Folgendes Beispiel dient der Veranschaulichung:

Ursprüngliche Fragestellung: *Wie erreiche ich, dass meine TN mit dem Unterricht zufrieden sind?*

Umkehrung der Fragestellung: *Wie erreiche ich, dass meine TN mit dem Unterricht überhaupt nicht zufrieden sind?*

Sammlung von Ideen: *Ich komme zu spät, meine Folien sind nicht lesbar, ich spreche leise, ich gebe viele Informationen und mache nie eine Pause beim Reden, die Beleuchtung ist sehr dunkel, ...*

Umkehrung der gefunden Ideen: *Ich bin pünktlich, meine Folien sind strukturiert und ich habe eine leserliche Schriftgrösse / Schriftart gewählt, ich spreche deutlich und bestimmt, der Raum ist hell, ...*

→ Weiterentwicklung zu konkreten und praxistauglichen Lösungsansätzen.

Lernstiele nach David Kolb

In diesem Anhang-Kapitel wird auf die vier unterschiedlichen Lernstiele respektive Lerntypen nach Kolb (1984) eingegangen. Im Deutschen heissen diese Lernstiele Macher/in, Entdecker/in, Denker/in und Entscheider/in (siehe Abbildung 18). Auf den Achsen unterscheiden sie sich anhand ihrer Aktivität und Beziehung / Sachebene. Dazu können gemäss der Theorie von Kolb (1984) vier verschiedene Lernphasen unterschieden werden: Die konkrete Erfahrung, reflektierendes Beobachten, abstrakte Begriffsbildung und aktives Experimentieren.

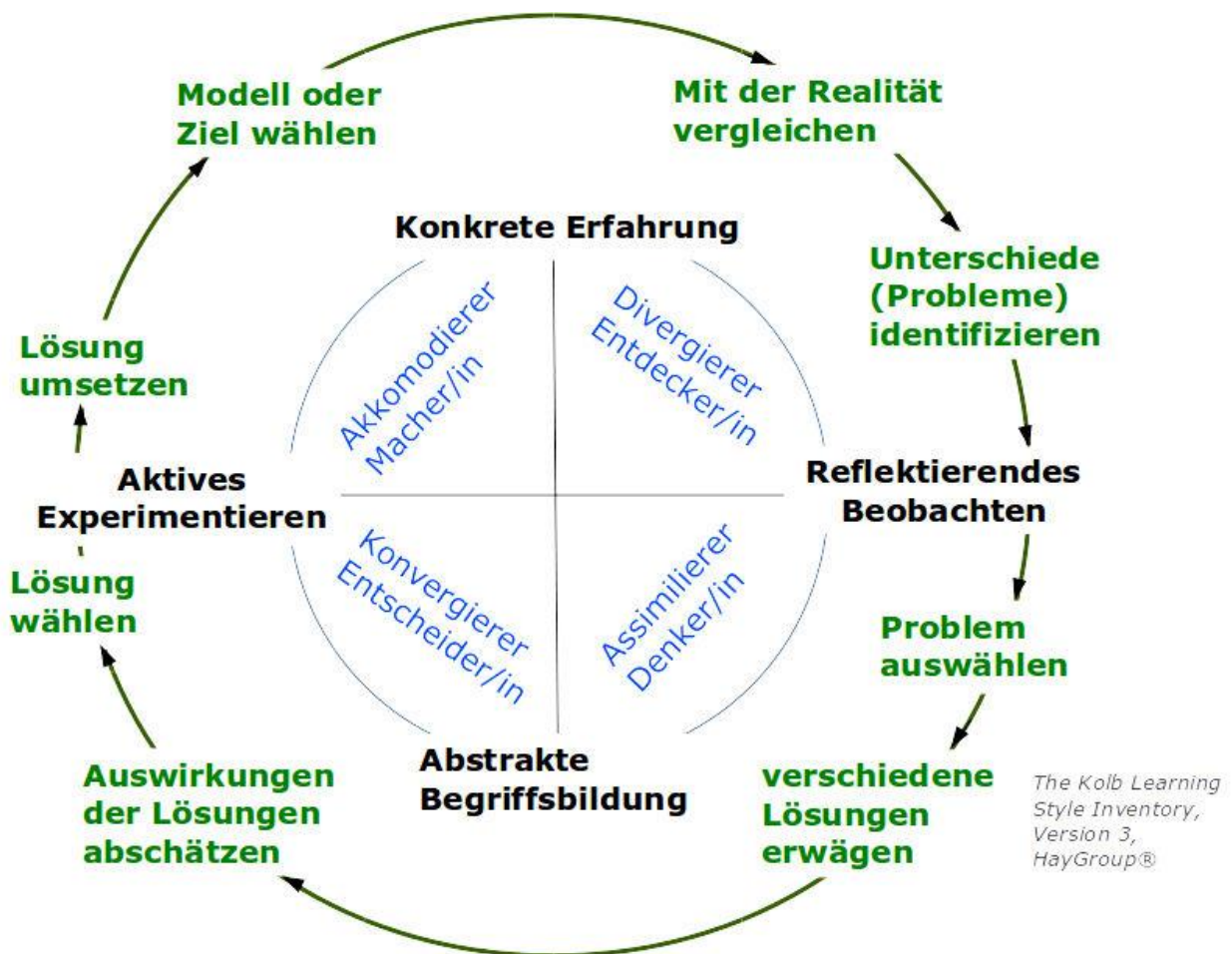


Abbildung 18: Lernkreislauf: Lernphasen nach Kolb (R. Meyer, 2014b)

Auf der Abbildung 18 ist in grüner Farbe das sog. Rad des Problemlösens ersichtlich. Je nach Lernstiel liegt die persönliche Stärke in einem anderen Problemlösungsschritt. Lernen im Sinn von Problemlösung folgt diesem Kreis im Uhrzeigersinn (R. Meyer, 2014b).

Als Schlussfolgerung für den Unterricht heisst das, dass über die Lernstiele verschiedene Aufgaben übernommen und so die TN optimal eingesetzt werden können. Eine Lernstieleinstufung kann auf Papier oder online erfolgen, wo es kostenlose Tests gibt. In der Tabelle 11 sind die vier Lernstiele noch genauer nach ihren Präferenzen aufgeschlüsselt und dargestellt.

Tabelle 11: Lernstieltypen - didaktische Schlussfolgerungen: Was Lernende mögen (R. Meyer & Stocker, 2011, S. 167)

| | Entdecker/in | Denker/in | Entscheider/in | Macher/in |
|--------------------------|--|--|--|---|
| Präsentationsform | Kurzreferat, Diskussion Lehrgespräch visuell und grafisch unterstützt man kann auch vom Thema abkommen Aktuelles aufgreifen | Vortrag an Bekanntem anknüpfen keine Experimente zum Inhalt Passendes visualisieren Schemata, Grafiken | Fallbeispiele vorlegen eigene Beispiele bringen und aus der Praxis abholen wofür kann ich es brauchen? Moderation | PowerPoint-Präsentation an Tafel zeigen unterhaltende Show Anschauungsmaterial |
| Lernform | zuschauen, beobachten Erfahrungen machen Probleme besprechen selber vertiefen Schlussfolgerungen ziehen | klare Zielvorgabe logisches Vorgehen an Texten Theorie selber erarbeiten gut strukturierte Referate | involviert sein der Kurs soll etwas mit der Praxis zu tun haben anhand von Checklisten | in einer Gruppe mit Humor Ergebnisse selber präsentieren mit Abwechslung Spannung |
| Übungen | keine Rezepte, nur Hinweise Erfahrungen machen und darüber berichten beobachten und beschreiben heterogene Gruppen | Anspruchsvolle (Denk-)Aufgaben Analogien Theorie erarbeiten Analyse von Zusammenhängen Einzelarbeit | Rezepte nichts Neues Eselsbrücken Verfahren ausprobieren und bewerten homogene Gruppen | zum praktisch Nachvollziehen etwas herstellen mit attraktivem Material herausfordernd Partnerarbeit |
| Kursunterlagen | Zusammenfassungen Fallbeispiele, Erfahrungsberichte | Bücher Unterlagen mit klarer Struktur und Quellenangaben vollständig | praxisnah mi Beispielen und Checklisten | zum Selberergänzen mit Aufgaben witzig illustriert |
| Lehrperson | Begleiter/in kooperativ, aufgestellt herausfordernd | Expert/in vor allem sachlich kompetent | Praktiker/in muss „wissen, wovon sie reden“ klar führend, eindeutig | Mit Ausstrahlung vor allem sozial kompetent handfest |

Feedback holen – grafische Darstellungen von unterschiedlichen Möglichkeiten

Die hier ersichtlichen Grafiken (Abbildung 19 bis Abbildung 21) beziehen sich auf das Kapitel 3.1.10 auf der Seite 27. Die Abbildungen stammen aus den ergänzenden Materialien zum Buch Lehren kompakt 1 Kapitel 7 von Ruth Meyer und Flavia Stocker und wurden von www.arbowis.ch am 23. Juni 2017 abgerufen.

Bei den Diagrammen und Grafiken, welche mit Klebepunkten funktionieren, können Teilgruppen mit unterschiedlich farbigen Klebepunkten unterschieden werden. Werden sie mit den Initialen beschriftet, können die Punkte einzelnen TN zugeordnet werden.

Säulen

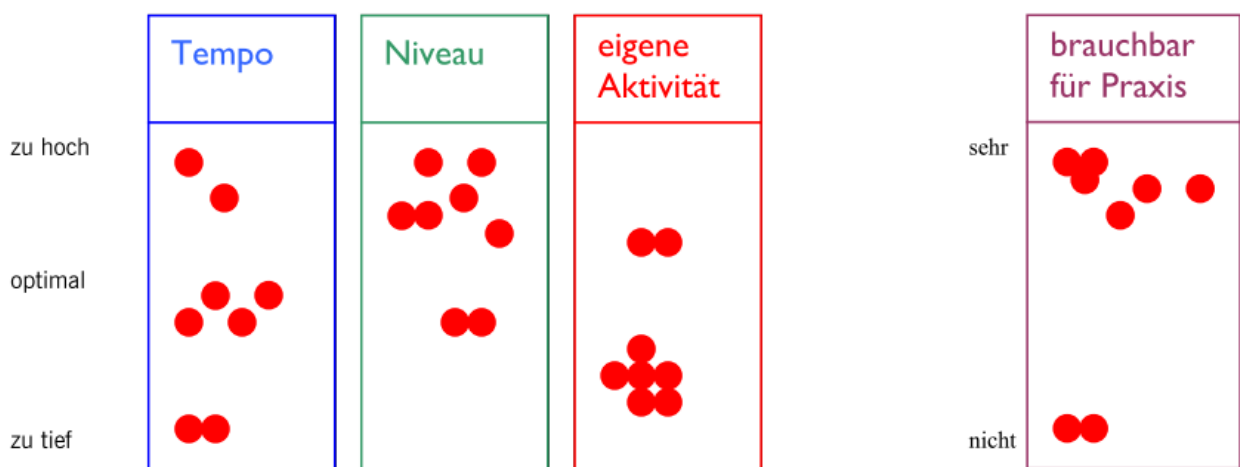


Abbildung 19: Säulen-Darstellung für Kursfeedback

Zweiachsiges Diagramm

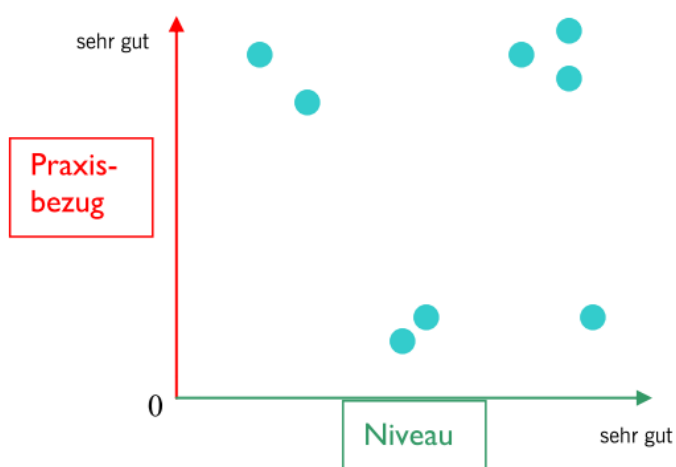


Abbildung 20: Zweiachsiges Diagramm für Kursfeedback

Stimmungsbarometer mit Klebepunkten

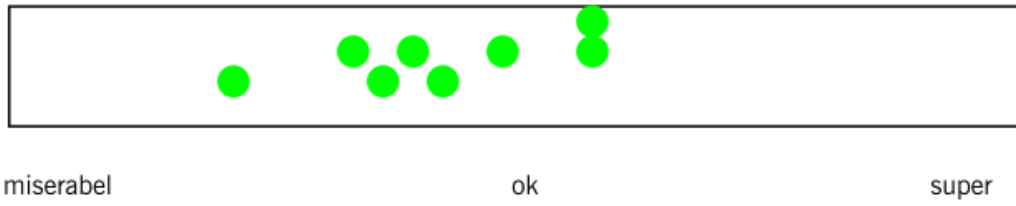


Abbildung 21: Stimmungsbarometer für Kursfeedback

Stimmungsbarometer ohne Klebepunkte

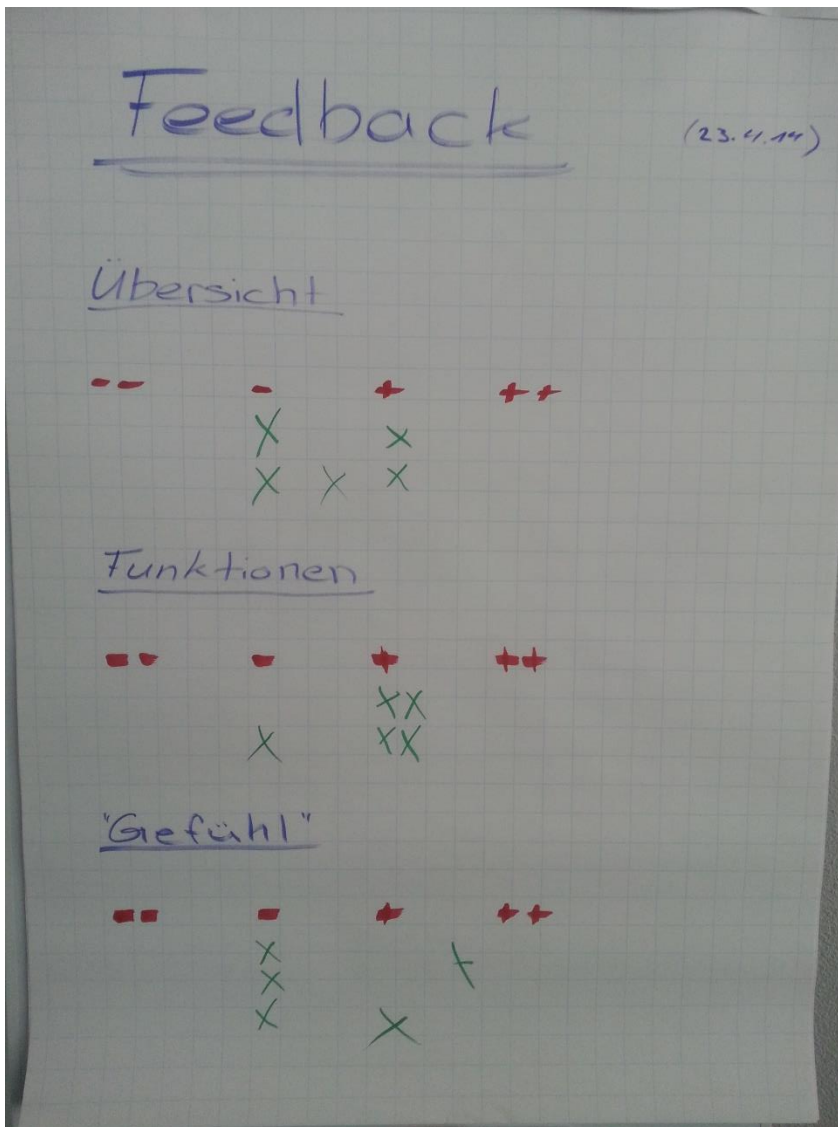


Abbildung 22: Mögliche Darstellung eines Stimmungsbarometers aus der Praxis nach einer Softwareschulung (Eigene Fotografie vom 23.4.2014)

Die Fotografie (Abbildung 22) wurde nach einer Softwareschulung erstellt. Solche Feedbacks eignen sich für die interne Dokumentation besonders gut. Für die externe Kommunikation können die Daten digitalisiert und mit einer geeigneten Software visuell aufbereitet werden.

Ausbildungseinheit an der Kantonsschule Solothurn

Der Lektionenplan wird in der Tabelle 12 dargestellt. Es sind nur kurze Beschreibungen aufgeführt, da dieser Ablaufplan während des Unterrichts der Orientierung dient. Die verwendeten PowerPoint-Folien und das ausgehändigte Arbeitsblatt folgen ab der Seite 75.

Tabelle 12: Lektionenplan über Energiespeicher an der Kantonsschule Solothurn

| Dauer | Was | Wie | Wer | Bemerkungen | Zeit |
|-------|--|--------------------------------|--------------------|--|------|
| 1' | Begrüssung & Ablaufplan Persönliche Vorstellung | Flipchart PPT Folie 2 | Referent | | 1' |
| 1.5' | Einleitung ins Thema: Warum sind Speicher bei PV notwendig? | PPT Folie 3-5 | Referent | | 2.5' |
| 2' | Wo werden Akkus überall verwendet? | PPT F6 und Frage an die Klasse | Referent TN | TN aktivieren, Wissensstand abrufen | 4.5' |
| 4.5' | Akkus: -Abb. mit Eigenverbrauch & Prod. -Abb. Anschluss ans Haussystem -Auflistung einiger wichtiger Pt. | PPT F7-9 | Referent | | 9' |
| 15' | Arbeitseinschub: -Instruktion geben -Gruppenbildung -Blätter über die Akkus verteilen -Text wird gelesen -Paare bilden und gegenseitig einander den Inhalt erläutern -Sammlung im Plenum | PPT F10 | Referent TN | Methode: Expertengruppen Aktive Phase für die TN (UZ) | 24' |
| 1' | Wichtigste Punkte aus der Übung zusammengefasst | PPT F11 | Referent | (UZ) | 25' |
| 2' | Formelübersicht | PPT F12 | Referent | Was wissen TN bereits? | 27' |
| 10' | Rechnungsbeispiele; Instruktionen evt. notwendig | PPT F13 | Referent TN | TN können sich aktiv beteiligen, Einzelarbeit (UZ) | 37' |

| | | | | | |
|------------------|--|------------|----------------|---|-------|
| 2' | Wie funktioniert PtG? Film | PPT F14 | TN | Film ist in der Präsentation integriert (audio-visuell) | 39' |
| 1' | Wichtigste Punkte von PtG | PPT F15-16 | Referent | 3 Pt. Hervorheben (UZ) | 40' |
| 1.5' | Zusammenfassung der Lektion | PPT 17 | Referent | | 41.5' |
| 0.5' | Lernzielüberprüfung | Flipchart | Referent TN | Rhetorische Frage an die TN | 42' |
| 2' | Ausblick Energiespeicherung PV | PPT F18 | Referent | | 44' |
| 1' | Feedback beim Verlassen des Raumes abgeben | Flipchart | TN | | 45' |
| optional 2.5' | Film über Lithium-Akku Dauer: 2.5 Minuten | Film | TN | Wird nur präsentiert, sollte noch Zeit übrig sein. | - |

Merkmale für den Unterricht

Für eine gute Unterrichtsdurchführung ist eine noch bessere Vorbereitung notwendig. Vergessenes Material oder kein vorhandenes Backup der Daten kann eine noch so tolle Ausbildungseinheit zum Scheitern bringen. Aus diesem Grund wurde vorgängig eine Checkliste erstellt, damit die Materialien vor der Anreise zum Unterrichtsort auf ihre Vollständigkeit hin geprüft werden konnten. Die Liste sieht wie folgt aus:

- Laptop mit Ladekabel
- PPT auf separatem USB-Stick
- Videosequenzen auf separatem USB-Stick
- Flipchart mit Ablaufplan und UZ
- Flipchart für das Feedback der TN
- Stifte für Flipchart
- Alter Mobile Akku
- Arbeitsblätter über Akkus ausdrucken: 18 Stück
- Zeigestab
- Klebeband / Magnete / Pinnadeln mitnehmen, um Flipchart aufzuhängen

Eine Checkliste zur Vollständigkeitsprüfung ermöglichte eine ruhige Anreise und lässt den Fokus auf der anstehenden Ausbildungseinheit ruhen. Bevor jedoch der Unterricht gestartet werden konnte, waren vor Ort gewisse Vorbereitungen zu treffen. Die folgenden Punkte dienen als Hilfe:

- Laptop am Strom anschliessen
- Wird die PPT korrekt angezeigt?
- Testen der Filme – funktioniert die Lautsprecheranlage?
- 3x Flipchart aufhängen (Flipchart mit Feedback in der Nähe des Ausganges)
- Stifte für Flipchart bereitlegen (TN geben Feedback)
- Alter Smartphone-Akku bereitlegen
- Arbeitsblätter bereitlegen
- Zeigestab für Erläuterungen auf den Folien bereithalten
- Uhr für Zeitmanagement muss vorhanden sein

Während des Unterrichts mussten die aktiven Phasen der TN dafür genutzt werden, um sich als Lehrperson an der Zeit zu orientieren und die nächsten Schritte vorzubereiten. Die Klasse musste jedoch immer im Auge behalten werden, sollten sich Fragen ergeben oder die ersten TN bereits mit den gestellten Aufgaben fertig sein.

PowerPoint-Präsentation vom 6. Juli 2017, Kantonsschule Solothurn

Energiespeicher Akkumulatoren und Power to Gas

Martin Joss, Umweltingenieur

Vorstellung

Martin Joss

- 2004-2008 Ausbildung als Elektroniker
- 2008-2009 KV-Praktikum
- 2009-2010 Militär: Richtstrahlpionier
- 2010-2011 Sprachschule im Ausland
- 2011-2014 Technischer Sachbearbeiter
- 2014-2017 Umweltingenieur (ZHAW)

- Vitaparcours / Fussball
- Weltgeschehen

Quelle: <http://www.kantonsschule.ch>

Tagesverlauf der Sonne

Standard: Solothurn Quelle: PV 08

Lastgang im Vergleich mit der PV-Produktion

Quelle: www.zürcher-energie.ch

Energiespeicherung

Definition **Energiespeicher** nach Sterner und Stadler (2014):
 «Ein Energiespeicher ist eine energietechnische Einrichtung, welche die drei folgenden Prozesse beinhaltet: Laden, Speichern und Entladen»

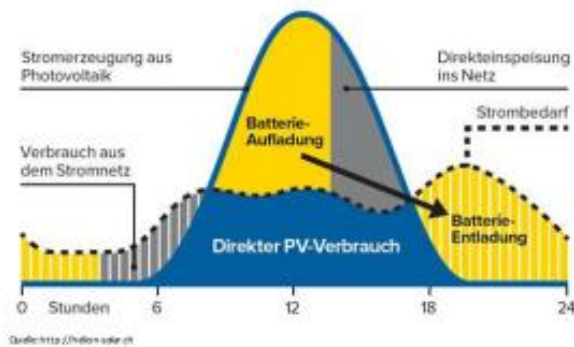
Heute behandeln wir die zwei Stromspeichertechnologien:

- Akkumulatoren (Batteriespeichersysteme)
- Power to Gas

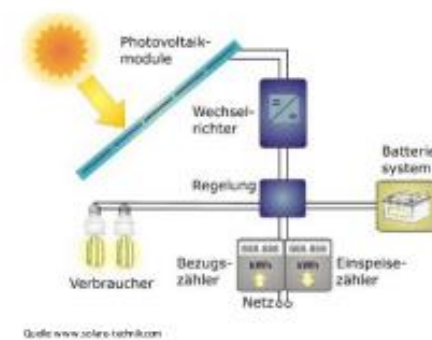
Einsatz von Akkumulatoren

- Mobile Phone /Laptop
- Modellflugzeuge / Drohnen
- Mobilität
- Solarlampen
- Akkuwerkzeuge / Gartengeräte
- Weltraumsatelliten
- Stromnetzstabilisation
- ...

Warum braucht es Stromspeicher?



Akkumulatoren 1/2



Akkumulatoren 2/2

- Sekundärzellen, d.h. wieder aufladbar (Primärzelle = Batterie)
- Elektrochemische Stromspeicher
- Niedertemperatur-Akkumulatoren: Blei-, Lithium- und Nickel-Akkus
- Hochtemperatur-Akkumulatoren: Natrium-Schwefel-Akkus
- Schnelle Reaktionszeiten (3-5 Millisekunden)
- Geeignet für Mobilitätsanwendungen
- Kurzzeitstromspeicher

9

Arbeitseinschub - Expertengruppe

Die Klasse teilt sich in zwei Gruppe auf. Lest den euch zugeteilten Text und diskutiert wenn nötig die wichtigsten Aussagen untereinander. Die eine Gruppe liest den Text über die Blei Akkus und die andere über die Li-Ion Akkus.

Anschliessend trefft euch in 2er-Gruppen und erläutert gegenseitig eure wichtigsten Erkenntnisse über die jeweilige Akku-Technologie in 2-3 min.

Am Schluss werden die Kernaussagen in der ganzen Klasse noch einmal aufgegriffen, damit alle SchülerInnen auf dem gleichen Stand sind.

10

Wichtiges Zusammengefasst

- Funktion nach dem Prinzip: Elektrizität in chemische Energie umwandeln
- Li-Ion Akkus haben eine höhere Energiedichte (Wh/kg) und eine höhere Anzahl Ladezyklen als die Säure-Blei Akkus
- Li-Ion Akkus sind teurer als Säure-Blei Akkus
- Aktuell werden beide Technologien in der Solarbranche verwendet

11

Formelübersicht

• $Leistung [Watt] = Spannung [Volt] \cdot Strom [Ampere]$

• $Energie [Wh] = Spannung [V] \cdot Elektrische Ladung [Ah]$

• $Batterielaufzeit [h] = \frac{Energie [Wh]}{Leistung (Last) [W]} = \frac{Elektrische Ladung [Ah]}{Strom (Last) [A]}$

• $Stromkosten pro Jahr = Energie [kWh/a] \cdot Preis [CHF/kWh]$

12

Rechnungsbeispiele Akkumulatoren

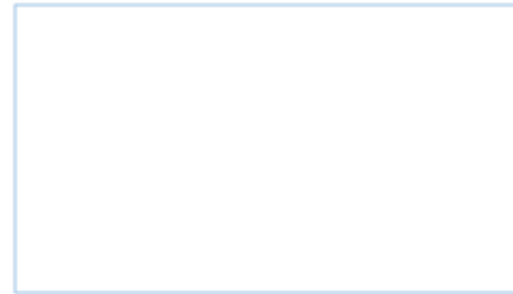


1)
 Berechne die Lebensdauer einer Batterie mit einer elektrischen Ladung von 2'000 mAh, wenn sie 0.4 Ampere liefern muss? 5 Stunden

2)*
 Berechne die jährlichen Stromkosten, wenn ein 3.8 V / 2'100 mAh Akkumulator täglich aufgeladen wird?
 (Annahme Strompreis: 20 Rp./kWh) 58.3 Rp. pro Jahr

13

Power-to-Gas 1/3



14

Power-to-Gas 2/3

- Stromüberschüsse von erneuerbaren Energien für die Produktion von Wasserstoff (H₂) nutzen
- Wasserstoff wird in Methan umgewandelt oder direkt genutzt.

Die wichtigsten Arbeitsschritte:

- 1) (Wasser-)Elektrolyse
- 2) Methanisierung
- 3) Einspeisung oder Lagerung

15

Power-to-Gas 3/3

Vorteile:

- Energie kann gelagert und transportiert werden
- Wasserstoff und Methan können wieder in Strom und Wärme umgewandelt oder als Treibstoff genutzt werden

Fernziel dieser chemischen Stromspeicher:

Bezahlbare Anlagen, die Strom im Megawattbereich speichern können

16

Zusammenfassung

- Am Tag wird sehr oft mehr PV-Strom produziert, als selbst verbraucht werden kann.
- Speichertechnologien wie Akkumulatoren oder Power-to-Gas können den Eigenverbrauch erhöhen.
- Die Preise für Li-Ion Akkus sind höher als die von Säure-Blei Akkus.
- Die Preise für Power-to-Gas Anlagen sind aktuell noch relativ hoch.

17

Ausblick Energiespeicherung PV

- Es wird auch in Zukunft weiterhin unterschiedliche Speichertechnologie auf dem Markt geben.
- Durch sinkende Preise für die Speichertechnologien werden solche Systeme immer interessanter und bieten in Zukunft ein breites Forschungs- und Arbeitsfeld.

18



Zweiseitiges Arbeitsblatt – Expertengruppen (zu Folie 10) vom 6. Juli 2017**Akkumulatoren**

06.07.2017

Grundlagen Akkumulatoren

Ein Akkumulator (auch: Akku) ist ein Speicher für elektrische Energie, meist auf Basis eines elektrochemischen Systems. Er besteht aus einer oder mehreren wiederaufladbaren Sekundärzellen. Mehrere Zellen können dabei zur Erhöhung der Gesamtspannung in Reihe geschaltet werden oder zur Erhöhung der Kapazität (Ladung Q) parallel.

In einem Akkumulator wird beim Aufladen elektrische Energie in chemische Energie gewandelt. Wird ein Verbraucher angeschlossen, so wird die chemische Energie wieder in Energie zurückgewandelt.

Als Elektrodenmaterial und als Elektrolyt für Akkumulatoren können prinzipiell sehr viele chemische Stoffe verwendet werden. In der Praxis ist man jedoch immer an einer möglichst hohen Zellenspannung und einem möglichst hohen Energieinhalt bezogen entweder auf das Volumen (volumetrische Energiedichte) oder das Gewicht (gravimetrische Energiedichte) oder oft auch beides zusammen interessiert, was die in der Praxis in Frage kommenden Materialien drastisch einschränkt. Ein möglichst geringes Volumen wird beispielsweise dort gefordert, wo die Platzverhältnisse beengt sind wie z.B. bei Mobiltelefonen, MP3-Playern und anderen kleinen mobilen Geräten. Ein möglichst geringes Gewicht wird hingegen z.B. bei Modellfluganwendungen gefordert. Darüber hinaus gibt es weitere Anforderungen wie Innenwiderstand, Verhalten bei hoher bzw. tiefer Temperatur, Eigensicherheit, Zyklfestigkeit, Preis etc. Wie so oft im Leben gibt es keinen Akkumulatortyp, der alle Anforderungen gleichzeitig erfüllt, weshalb man Kompromisse eingehen muss. Dies ist der Grund, warum sich kein einzelner Akkutyp auf breiter Front durchgesetzt hat und es verschiedene Akkutechnologien gibt bzw. neue Technologien entwickelt werden.¹

Blei-Säure Akkumulatoren

Das Blei-Schwefelsäure-System ist eines der bekanntesten elektrochemischen Systeme und hat inzwischen eine 150 Jahre alte Entwicklungsgeschichte. Der Blei Akku ist zu Beginn des 21. Jahrhunderts der am häufigsten eingesetzte Speicher für Anwendungen ausserhalb des sogenannten Consumer-Bereichs. Die Hauptanwendungen liegen im Bereich der Starterbatterie, der Elektroantriebsbatterie und der ortsfesten Akkus für Notstromversorgungen. Im lokalen Einsatz (bspw. Einfamilienhaus) können die Anlagen im Inselbetrieb oder netzgekoppelt betrieben sein und stehen häufig im Zusammenhang mit erneuerbarer Energieerzeugung. Um eine lange Lebensdauer zu erreichen, müssen alterungsfördernde Betriebszustände vermieden werden, hierzu zählen unter anderem Tiefentladung, längere Standzeiten in tiefen Ladezuständen oder zu hohe bzw. zu niedrige Zelltemperatur (optimal zwischen 20°C und 45°C).²

Akkumulatoren

06.07.2017

Lithium-Ionen Akkumulatoren

Erste Arbeiten zu Lithium-Batterien datieren aus den frühen 1970er Jahren. In der Zwischenzeit sind eine Reihe von verschiedenen Elektrodenmaterialien entwickelt und untersucht worden. Diese Materialvielfalt ($\text{Li}(\text{CF})_n$, Li/I_2 , Li/MnO_2 , $\text{Li}/\text{Ag}_2\text{V}_4\text{O}_{11}$, ...) für Elektroden und Elektrolyte ist im Vergleich z.B. zum Blei-Säure-System eine Besonderheit des Li-Systems. Es ist festzuhalten, dass die Untersuchungen zur Zellchemie für Lithiumionen-Zellen bei Weitem nicht abgeschlossen sind und auch weiterhin Gegenstand aktueller Forschung und Entwicklung sein werden. Es ist damit zu rechnen, dass neue Materialien insbesondere für Elektroden und Elektrolyte hinzukommen werden.² Sie besitzen des Weiteren bei gleichem Volumen eine wesentlich höhere Kapazität und sind deutlich leichter als die Blei-Säure Akkus. Problematisch ist, dass sie sich schon bei sehr geringer Überladung entzünden können, was allerhand Schutzelektronik notwendig macht.¹ Ebenfalls nachteilig ist der aktuell noch deutlich höhere Preis.

Gegenüberstellung der Akkutypen

Der **Ladewirkungsgrad** gibt an wie hoch der Anteil der Energie ist, der durch Wärmeentwicklung beim Laden und teilweise auch entladen (bei Schnellentladung) verloren geht (bei Li-Ion bspw. 10% Verlust).

Akkutypen: NiCd = Nickel-Cadmium, NiMH = Nickel-Metall-Hydrid, LiPo = Lithium-Polymer

Tabelle 1: Vergleich der verschiedenen Akkutypen³ (Werte unterscheiden sich je nach Hersteller)

| Akkuvergleich der verschiedenen Akkutypen | | | | | |
|---|---------------------|---------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Akkutyp | Energiedichte Wh/kg | (Nenn) Zellspannung | Ladewirkungsgrad | Lebensdauer des Akkus | Selbstentladung im Monat in % |
| Blei Säure Akku | 30-40 | 2,0V | 60-70% | 4-8 Jahre 300-500 Zyklen | 5-10% |
| NiCd Akku | 40-50 | 1,2V | 70% | 15 Jahre 800-1500 Zyklen | 10-15% |
| NiMH Akku | 60-80 | 1,2V | 70% | 7-10 Jahre 350-500 Zyklen | 15-20% |
| Li-Ion Akku | 120-180 | 3,6V | 90% | 10-15 Jahre 500-800 Zyklen | 1-2% |
| LiPo Akku | 130-150 | 3,7V | 90% | 7-10 Jahre 300-500 Zyklen | 1-2% |

Quellen

- 1 Abgerufen von <http://www.elektronikinfo.de/strom/akkus.htm> am 03.07.2017
- 2 Sterner, M. & Stadler, I. (2014). *Energiespeicher*. Heidelberg: Springer Vieweg
- 3 Abgerufen von <http://www.aku-abc.de/aku-vergleich.php> am 03.07.2017

Ausbildungseinheit an der Science Week in Wädenswil

Die Planung des Tagesablaufes ist in Tabelle 13 ersichtlich. Der Ablaufplan wurde mit einigen Bemerkungen ergänzt, da dieser der Orientierung während des Unterrichts diene. Der Kursbeginn war um 08:45 Uhr angesetzt. Die Mittagspause wurde von 11:45 Uhr bis 13:00 Uhr gehalten. Am Nachmittag dauerte die Veranstaltung bis ca. 15:40 Uhr, wobei die Abschlussveranstaltung auf 15:45 Uhr im Gebäude RT041 angesetzt war.

Tabelle 13: Tagesablauf der Ausbildungseinheit an der Science Week

| Dauer | Was | Wie | Wer | Bemerkungen | Zeit |
|-------|---|----------------------------------|--------------------|---|-------|
| 3' | Willkommen heissen - Pers. Vorstellung - Wer spricht ENG? - Kurze Vorstellung: Name / Wohnort | - | Referent | Möglichst angenehmen Einstieg schaffen, TN aktivieren TN umsetzen, so dass sie nahe & in 2er-Gruppen sind | 08:48 |
| 2' | Was sind eure Vorkenntnisse? | Frage an die Kl. | Referent | TN aktivieren | 08:50 |
| 5' | Was sind eure Erwartungen? | Frage an die Kl. | Referent | - | 08:55 |
| 1' | Notebook-Akkus herumgeben | - | TN | Haptische Wahrnehmung | 08:56 |
| 15' | Theorie über Batterien | PPT | Referent | Grundtheorie vermitteln. Batterie vs. Akku | 09:11 |
| 14' | 2er Gruppe: Material holen (Kasten öffnen) Akkus holen Multimeter erläutern | PPT | Referent TN | Gruppenarbeit / Aktivität | 09:25 |
| 10' | Volt-Messungen durchführen an Akkus, Resultate dokumentieren | Arbeitsblatt und Messmaterial | TN | Plus-Pol kleiner als Minus | 09:35 |
| 10' | Ampere-Messungen durchführen mit Solarpanels, dokumentieren | Arbeitsblatt und Messmaterial | TN | Staudamm-Bildnis: Erklärung von Volt & Ampere (Christoph Koller) | 09:45 |
| 15' | Draussen messen Auch mit Steckboard arbeiten, Lampen zum Leuchten bringen | Arbeitsblatt und Messmaterial | TN | Berechnung der erwarteten Werte → Auswahl der entsprechenden Solarzellen | 10:00 |
| 10' | Vorstellung der eigenen Resultaten vor der Klasse | Overheadprojektor | TN | - | 10:10 |

| | | | | | |
|------|--|--------------------------|----------------------------------|---|-------|
| 5' | Material in Kisten versorgen und Arbeitsplatz aufräumen | - | TN | - | 10:15 |
| 15' | <i>Kurze Pause mit Früchte/ Gipfeli</i> | - | <i>Alle</i> | - | 10:30 |
| 5' | Fazit: Kurze Zusammenfassung des bisherigen Morgens | Lehrgespräch | Referent | Wichtigste Punkte vermitteln | 10:35 |
| 10' | Batteriemanagementsystem Zell drift Präsentation Tesla | Word-Datei | Referent, Christoph Koller | Elektromobilität: Lösung für Ladungsverschiebungen | 10:45 |
| 5' | Arbeitsblatt 2 durchlesen | Arbeitsblatt 2 | TN | - | 10:50 |
| 5' | Schaltschema erarbeiten | Word-Datei | Referent TN | - | 10:55 |
| 10' | Holzkomponenten herausdrehen und schleifen | Material | TN | Haptisch | 11:05 |
| 40' | PB zusammenbauen, löten und messen | Material | TN | Referent und Helfer als Ansprechpersonen | 11:45 |
| 1:15 | <i>Mittagspause</i> | <i>Mensa</i> | <i>Alle</i> | <i>Um 1 Uhr geht es weiter auf der Terrasse der Mensa im RT</i> | 13:00 |
| 10' | Informationen zu den Solaranlagen auf den Schedhallen | Erläuterung | Christoph Koller | Kontrolle, dass alle TN anwesend sind | 13:10 |
| 80' | Visite der Solaranlagen und des Solarlabors im Grüental | Spaziergang ins Grüental | Referent, TN | Schlüssel für Solarlabor organisieren / anmelden | 14:30 |
| 30' | Weiterarbeit an der PB | - | TN | - | 15:00 |
| 15' | Neue Aufgabe: Mit Solarzelle Akku laden | Material und Kabel | TN | Draussen an der Sonne | 15:15 |
| 10' | Aufräumen und putzen | - | Alle | - | 15:25 |
| 10' | Abschlussinformationen | PPT | Christoph Koller | Als Reserve flexibel verkürzt- oder ausdehnbar | 15:35 |
| 5' | Ausgabe der neuen PB und Feedbackfragebögen ausfüllen | - | Referent, TN | - | 15:40 |
| 2' | Kontrolle der Ausbildungsziele | Im Plenum | Referent | - | 15:42 |
| 3' | Verschieben in RT für die Abschlussveranstaltung | - | TN | - | 15:45 |

| | | | | | |
|----|--|---|----------------------------|---|-------|
| 5' | Feedbackbögen fotografieren und erste Erkenntnisse mit Christoph Koller besprechen | - | Referent, Christoph Koller | Vor allem den Punkt: Betreuungspersonen | 15:50 |
|----|--|---|----------------------------|---|-------|

Unterstützt wurde der Unterricht von Christoph Koller und seinem Sohn Valentin. Diese Inputs umfassten einzelne Theorieblöcke oder hauptsächlich die Hilfeleistungen bei den Lötstationen und der Exkursion im Grüental.

Merkmale für den Unterricht

Analog zur Lektion an der Kantonsschule wurde eine Packliste beziehungsweise Vorbereitungsliste erstellt. Da unterschiedliche Materialien verwendet wurden, fiel die Liste etwas anders aus:

- Laptop mit Ladekabel
- PPT auf separatem USB-Stick
- Videosequenzen auf separatem USB-Stick
- Stifte
- Akkus für PB
- Holzmaterial für Gehäuse vorbereiten
- Solarzellen
- LötKolben inklusive Lötmaterial
- Notiz- und Arbeitsblätter

Vor Ort waren durch den Einsatz von den unterschiedlichen Materialien einige Vorbereitungen zu treffen. Hierfür wurde ebenfalls wie für die Unterrichtslektion in Solothurn eine Checkliste erstellt:

- Laptop am Strom anschliessen
- Wird die PPT korrekt angezeigt?
- Testen der Filme – funktioniert die Lautsprecheranlage?
- Akkus bereitlegen
- Vorgefräste Holzplatten bereitlegen
- Solarzellen bereitlegen
- LötKolben inklusive Lötmaterial bereitlegen
- Notiz- und Arbeitsblätter bereitlegen
- Stifte bereitlegen
- Uhr für Zeitmanagement muss vorhanden sein
- Schlüssel für den Materialschränk bereithalten

Während den aktiven Phasen der TN konnte die Zeit dafür genutzt werden, um sich als Lehrperson an der Zeit zu orientieren und die nächsten Schritte vorzubereiten. Da viele Handwerkliche Arbeiten und knifflige Aufgaben zu bewältigen waren, musste die Klasse immer im Auge behalten und bei den Arbeiten teilweise unterstützt werden. Individuelle Unterstützung oder kleinere Hilfestellungen wurden pro Zweiergruppe wo nötig angeboten.

PowerPoint-Präsentation vom 11. August 2017, Science Week an der ZHAW Wädenswil

Lithium-Ionen Akkumulator

Theorie und Grundlagen
 Martin Joss, Umweltingenieur

Vorstellung

Martin Joss

- 2004-2008 Ausbildung als Elektroniker
- 2008-2009 KV-Praktikum
- 2009-2011 Militär und Sprachaufenthalt
- 2011-2014 Technischer Sachbearbeiter
- 2014-2017 Umweltingenieur (ZHAW)
- 2017-? Projektleiter bei der EV
 - Vitaparcours / Fussball
 - Weltgeschehen



Quelle: <http://www.zhaw.ch>

1

Energiespeicherung

Definition **Energiespeicher** nach Sterner und Stadler (2014):
 «Ein Energiespeicher ist eine energietechnische Einrichtung, welche die drei folgenden Prozesse beinhaltet: Laden, Speichern und Entladen»

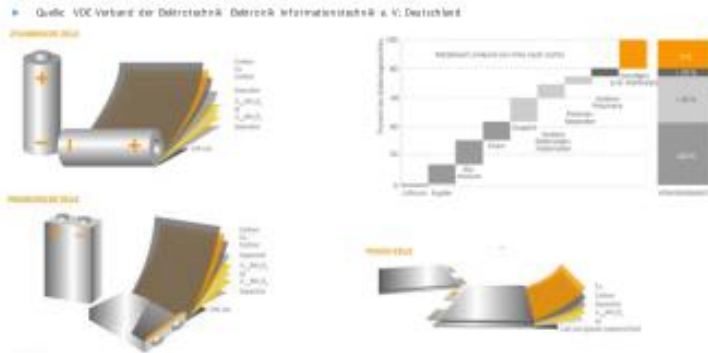
4

Einsatz von Akkumulatoren

- Mobile Phone /Laptop
- Modellflugzeuge / Drohnen
- Mobilität
- Solarlampen
- Akkuwerkzeuge / Gartengeräte
- Weltraumsatelliten
- Stromnetzstabilisation
- ...

4

Aufbau eines Li-Ion Akkumulators



Akkumulator Film



Akkumulatoren

- Alle Stromnetzunabhängige Geräte benötigen einen Akku
- Lebensdauer jedes Akkus ist endlich
- Ohne Recycling wären die Rohstoffe verloren
- Elektrochemische Stromspeicher
- Schnelle Reaktionszeiten (3-5 Millisekunden)
- Geeignet für Mobilitätsanwendungen
- Kurzzeitstromspeicher

Lithium-Ionen Akkus im Vergleich mit Säure-Blei

- Li-Ion Akkus haben eine höhere Energiedichte (Wh/kg) und eine höhere Anzahl Ladezyklen als die Säure-Blei Akkus
- Li-Ion Akkus sind teurer als Säure-Blei-Akkus
- Aktuell finden beide Akku-Typen ihre Anwendung. Dies unterscheidet sich je nach Anwendung: Autos = Blei Akkus, Laptop = Li-Ion Akkus

Zell drift

- Über mehrere Ladungszyklen beginnen die Ladekapazitäten der Zellen auseinander zu driften.
- Die kleinste Ladekapazität limitiert die Entladung aller Zellen.
- Die grösste Ladekapazität limitiert die Ladung aller Zellen.

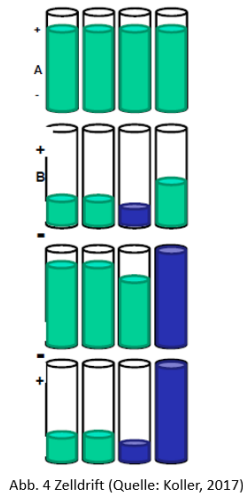
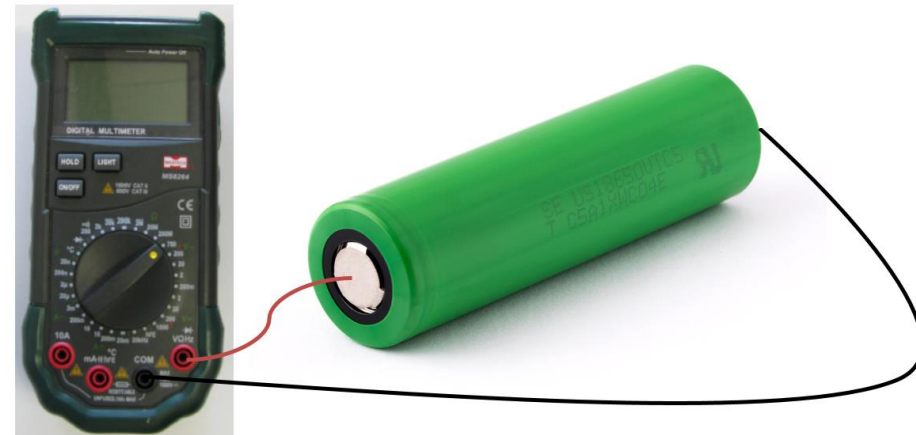


Abb. 4 Zell drift (Quelle: Koller, 2017)

Erläuterung Multimeter und Messung einer 18650-Zelle

(Quelle: Koller, 2017)



Optional zwei PowerPoint-Folien, je nach Zeitverlauf am Nachmittag noch einsetzbar:

Berechnung: Handy-Stromrechnung pro Jahr

Spannung = 3.8 V, Elektr. Ladung = 2'100 mAh, Kosten = 0.20 Fr./kWh

$$\text{Energie [Wh]} = \text{Spannung [V]} * \text{Elektrische Ladung [Ah]}$$

$$\text{Energie} = 3.8 \text{ V} * 2'100 \text{ mAh} = 7'980 \text{ mWh} = \mathbf{7.98 \text{ Wh}}$$

$$\text{Stromkosten pro Jahr} = \text{Energie [kWh/a]} * \text{Preis [CHF/kWh]}$$

$$\text{Stromkosten pro Jahr} = 7.98 \text{ Wh} / 1'000 * 365 * 0.20 \text{ Fr./kWh} = \mathbf{0.58 \text{ Franken pro Jahr}}$$

Stromsituation in der Schweiz

- Strom relativ günstig
- Stromverbrauch beträgt rund ¼ des gesamten CH-Energieverbrauchs
- Elektrizität: Produktion **58'252 GWh**
- Photovoltaikanlagen: knapp 2% Anteil
- Im Vergleich Wasserkraft: 60% Anteil

Poster

Marktanalyse und darauf basierende Unterrichtseinheiten mit dem Themenschwerpunkt Energiespeicher



Martin Joss, UI14, Departement N, Bachelorarbeit

KorrektorInnen: Daniela Harlinghausen und Christoph Koller, ZHAW Wädenswil; Thalia Meyer, Spektrum-Energie

Einleitung

Die Klimawandelthematik ist in aller Munde und die Wichtigkeit wird durch das Pariser-Klimaabkommen bestätigt. Entsprechend wichtig ist die Umweltbildung für die jetzigen Schulabgehenden. Diese Arbeit befasste sich mit dem Thema «Energiespeicher in der Umweltbildung». Durch eine Marktanalyse wurde das Potential eines Angebotes mit Fokus auf der Energiespeicherung, im Speziellen auf den Akkumulatoren, untersucht. Darauf basierend wurden an der Kantonsschule Solothurn und an der Science Week der ZHAW Wädenswil Ausbildungseinheiten durchgeführt und evaluiert. Im Zentrum stand die These: «Je mehr die Teilnehmenden über Speichertechnologien wissen, desto mehr Einsatzgebiete können sie benennen und können erste Berechnungen vornehmen.»

Marktanalyse

Die Marktanalyse wurde ausschliesslich online durchgeführt und verschiedene Verbände, Vereine oder Firmen der Deutschschweiz auf ihr Angebot hin untersucht. Es hat sich gezeigt, dass es noch nicht viele Angebote auf Schulstufenniveau mit Fokus auf den Akkumulatoren gibt. Im Bereich Power-to-Gas war praktisch nichts vorhanden, was aber auch daran liegt, dass es für viele Leute nicht sonderlich alltagsnah ist¹.

Theorie Unterrichtsgestaltung

Der Unterricht wurde durch aktuell didaktisch- und methodischen Grundsätzen aufgebaut. Als Basies diente das vereinfachte Berner-Modell der aeb Schweiz (siehe Abb.1), welches sich vom bekannten Berliner-Modell ableitet. Es vereint die Rahmenbedingungen, die Kompetenzen, Ressourcen und zeigt die Abhängigkeiten der Methoden, Medien und Sozialformen vom dem Thema ab.

Ein grosser Fokus in der Unterrichtsplanung wurde auf eine ausgeglichene Abwechslung von expressiven und rezeptiven Unterrichtsphasen gelegt. Eine regelmässige Aktivierung der Schülerinnen und Schüler war zentral, damit sie selbst aktiv am Unterricht teilnahmen.

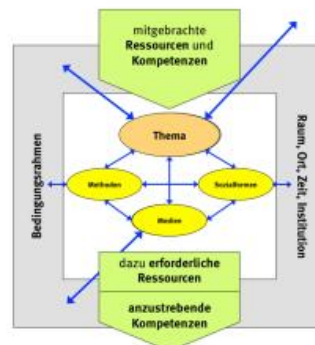


Abb. 1: Vereinfachte Form des Berner-Modells für die didaktische Unterrichtsplanung.

Ausbildungseinheiten - Resultate

Die erste Unterrichtseinheit war eine Lektion von rund 50 Minuten an der Kantonsschule Solothurn. Die Klasse setzte sich aus siebzehn Schülerinnen und Schülern zusammen, die die Vertiefung «Biochemie» besuchten. Der Unterricht wurde grösstenteils als praxisnah und vom Niveau her als optimal eingestuft. Ebenfalls als optimal wurde die eigene Aktivität im Unterricht bewertet.

Im Rahmen der Science Week der ZHAW Wädenswil wurde die zweite Ausbildungseinheit durchgeführt. Dies war eine Tagesveranstaltung, bei dem rund achtzehn Schülerinnen im Alter von zwölf bis fünfzehn Jahren teilnahmen. Es wurden unterschiedliche Theorieblöcke vermittelt, eine Exkursion zu PV-Anlagen unternommen und eine Powerbank aus Second-life Akkumulatoren des Typs 18650 zusammengebaut (siehe Abb. 2).



Abb. 2: Lötstation für die Erstellung einer Powerbank aus Second-life Akkus.

Zusammenfassung und Ausblick

Diese Arbeit hat gezeigt, dass aktuell noch grosses Potential in der Umweltbildung im Bereich der Energiespeicherung vorhanden ist. Speziell die Second-life Akkumulatoren bieten eine Option für einen spannenden und praxisnahen Unterricht. Die entsprechenden Kursinhalte wurden von

den Schülerinnen und Schüler positiv aufgekommen. Als nächster Schritt folgt die Ausarbeitung eines möglichen Kurses, welcher aktiv bei Schulen angeboten wird. Dies erfolgt nach Abgabe der Bachelorarbeit und kann zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht genauer beschrieben werden.

Quellen: 1: Zapf, M. (2017). Stromspeicher und Power-to-Gas im deutschen Energiesystem. Wiesbaden: Springer Vieweg
 Abb. 1: aeb Schweiz. (2013). Skript Modul 1 - Lernveranstaltungen mit Erwachsenen durchführen. S. 18, Abb. 2: Eigene Fotografie vom 7.8.2017

Selbstständigkeitserklärung

Mit der Abgabe dieser Bachelorarbeit versichert der Studierende, dass er die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst hat.

Der unterzeichnende Studierende erklärt, dass alle verwendeten Quellen einschliesslich Internet-Seiten im Text und Anhang korrekt ausgewiesen sind und dass die vorliegende Arbeit keine Plagiate enthält, also keine Teile, die teilweise oder vollständig aus einem fremden Text oder einer fremden Arbeit unter Vorgabe der eigenen Urheberschaft beziehungsweise ohne Quellenangabe übernommen worden sind.

Bei Verfehlung aller Art treten die § 39. Und 40. (Unredlichkeit und Verfahren bei Unredlichkeit) der Studien- und Prüfungsordnung für die Bachelor-Studiengänge der Hochschule Wädenswil vom 1. September 2006 sowie die Bestimmungen der Disziplinar massnahmen der Hochschulordnung in Kraft.

Aesch ZH, 12.9.2017

Ort, Datum

Martin Joss

Name Vorname



Unterschrift