IZT

Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung

Institute for Futures Studies and Technology Assessment

powerado-plus – Förderung der Bildung, der Aus- und Weiterbildung für erneuerbare Energien

Dr. Michael Scharp (Hrsg.)

WerkstattBericht Nr. 119

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit auf Grund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Förderkennzeichen FKZ 0325118.
Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Berlin, Mai 2012

ISBN 978-3-941374-19-5

© 2012 **IZT**

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.ddb.de abrufbar.

(WerkstattBerichte / IZT, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung ; Nr. 119)

ISBN 978-3-941374-19-5

Herausgeber:

Dr. Michael Scharp

IZT - Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung

Institute for Futures Studies and Technology Assessment

Schopenhauerstr. 26, 14129 Berlin

Tel.: 030-803088-14, Fax: 030-803088-88

E-Mail: m.scharp@izt.de

© 2012 **IZT** by Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Printed in Germany

Kurzfassung

Das Forschungsvorhaben „Erlebniswelt Erneuerbare Energien: powerado“ verfolgte das Ziel, die wirksame Kommunikation zur Förderung von erneuerbaren Energien bei Kindern, Jugendlichen, Multiplikator/innen und Lehrkräften zu erforschen. Hierzu wurden in 10 Modulen im powerado-Projekt (Modul 1 bis 10) und 7 Modulen des powerado-plus Projektes (Modul 11 bis 17) für verschiedene Altersstufen und Zielgruppen Materialien und Weiterbildungskonzepte entwickelt sowie Grundlagenuntersuchungen durchgeführt, anhand derer erfolgreiche Kommunikationsstrategien von erneuerbare Energien (EE) erprobt wurden. Im Folgenden sollen die wichtigsten Ergebnisse aus dem Berichtszeitraum 2009 bis 2012 beschrieben werden. Eine ausführliche Darstellung des Standes der Projektergebnisse wird in Form der IZT WerkstattBerichte beigefügt. Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht der Module des powerado-Projektes:

Tabelle 1: Module des Forschungsvorhabens Erlebniswelt erneuerbare Energien – powerado (1 bis 10) und powerado-plus (11 bis 17).

Nr.	Name	Typ
1	Computer-Spiel EE	Computerspiel „powerado“ zum Thema erneuerbare Energien (Online Modul 1a, und Offline-Spiel mit Unterrichtseinheit Modul 1c) und Evaluation (01b)
2	Wissensquiz EE	Quiz und Informationsangebote für Schüler zwischen acht und zwölf Jahren mit einem Wissensquiz (Online u. Offline)
3	Box Junior	Materialkiste für Vier- bis Sechsjährige zum Einsatz in Kindergärten
4	Box Primary	Materialienkiste für Sechs- bis Zwölfjährige zum Einsatz in der Primarstufe
5	Box Next Generation	Materialkiste für Acht- bis Zwölfjährige zum Einsatz in Jugendfreizeiteinrichtungen
6	Wanderausstellung EE	Wanderausstellung mit guten Beispielen für Schulaktionen zum Thema erneuerbare Energien
7	Erfahrbare EE	Experimente zu den erneuerbaren Energien für Schulveranstaltungen (07a), Entwicklung und Erprobung eines Klimaballons (07b) sowie pilothafte Entwicklung eines Reise- und Exkursionsführers zum Thema erneuerbare Energien mit zwei Schulen (07c)
8	EE-Handwerk mit Zukunft	Entwicklung und Erprobung von Unterstützungsangeboten für die Berufsausbildung (Biomasse/Holzfeuerung, Fotovoltaik und Solarthermie)
9	Lehrerbildung EE	Untersuchung der Hochschulausbildung für Lehrer hinsichtlich der Integration von EE und Entwicklung eines Seminars zum Thema erneuerbare Energien (09a Hochschulausbildung EE) sowie Aufbau eines Multiplikatorennetzwerkes für erneuerbare Energien in den Schulen (09b Fokusgruppen EE)
10	Energiemärchen	Märchen und Geschichten zu erneuerbaren Energien für verschiedene Unterrichtsfächer in der Grundschule
11	Online-Spiel EE	Computerspiel „5x5“ zum Thema erneuerbare Energien und Evaluation

12	Medienberatung EE	Aufarbeitung der powerado-Materialien für neue Bildungskontexte
13	Solare Kühlung EE	Entwicklung und Erprobung eines Weiterbildungskurses „Solare Kühlung“ für Handwerker und Architekten sowie Entwurf eines Curriculums
14	Fachseminare EE	Durchführung von 50 Fachseminaren zu EE für angehende Grund-, Real- und Hauptschullehrer und Lehrerinnen der zweiten Lehrerbildungsphase
15	Handwerke EE	Unterstützung des BMU bei der Integration von erneuerbaren Energien in Aus- und Weiterbildung des Handwerks
16	EE-eLearning	Entwicklung von eLearning-Modulen und einer Lernplattform rund um die Thematik der erneuerbaren Energien für Grundschulen
17	EE-Branchen	Studie zu den Weiterbildungsbedarfen in den Branchen der erneuerbaren Energien

Der Institutsverbund setzte sich aus folgenden Institutionen zusammen: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH (IZT, Projektkoordination und Modul 16)), dem Unabhängige Institut für Umweltfragen e.V. (UfU, Modul 14 und 16), iserundschmidt KreativAgentur für Public Relations GmbH (Modul 11), Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (Modul 11 und 12), dem Lehrstuhl für Psychologie des Lehrens und Lernens an der Technischen Universität Dresden (PLL, Modul 16), dem SFZ Sekretariat für Zukunftsforschung (Modul 15), ecologic (Modul 14), dem Institut Solare Zukunft (Modul 14) sowie KlimaCoaching Gisela Enders (Modul 17)

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung **5**

Inhaltsverzeichnis **7**

1. Modul 11a: Online-Spiel EE **9**

1.1. Das Modul 11 – Onlinespiel EE (Kurzfassung) 9

1.2. Problemstellung und Ziele für das Modul 10

1.3. Umsetzung des Online-Spiels 5mal5 10

1.4. Level-Design 18

2. Modul 11b: Evaluation des Onlinespiels EE **23**

2.1. Evaluationsauftrag und -Ziele 23

2.2. Evaluation des Erstkonzepts in Textform 23

2.3. Evaluation des überarbeiteten Spielkonzepts 26

2.4. Evaluation des fortgeschrittenen Spielkonzepts 27

2.5. Evaluation des programmierten Spiels 33

2.6. Das fertige Spiel: Diskussion und Ausblick 38

2.7. Berichte zum Modul 39

3. Modul 12: Medienberatung EE **40**

3.1. Das Modul Medienberatung (Kurzfassung) 40

3.2. Problemstellung und Ziele 40

3.3. Leitfaden zur didaktischen Gestaltung von Webseiten für Kinder 41

3.4. Modulübergreifende Öffentlichkeitsarbeit 41

3.5. Weiterentwicklung der Energiemärchen 42

3.6. Weiterentwicklung des Spielkonzepts Sheep Society 43

3.7. Leitfaden Berichte zum Modul 45

4. Modul 13 Solare Kühlung EE **46**

4.1. Das Modul 13 – Solare Kühlung (Kurzfassung) 46

4.2. Problemstellung und Ziele 47

4.3. Methodik 48

4.4. Umsetzung 49

4.5. Ergebnisse der Teilnehmerbefragung 50

4.6. Vorschläge für ein Curriculum - Kompetenzerwerb 51

4.7. Fazit 56

4.8. Berichte zum Modul 57

4.9. Anhang: Überblick über die Seminarinhalte 58

5. Modul 14: Fachseminare EE **61**

5.1. Das Modul 14 – Fachseminare EE (Kurzfassung) 61

5.2. Problemstellung und Ziele für das Modul 62

5.3. Methodik und Umsetzung 63

5.4. Technische Ergebnisse zum Modul 65

5.5. Wissenschaftliche Ergebnisse zum Modul 70

5.6. Fazit und Empfehlungen 74

5.7. Berichte zum Modul 76
6. Modul 15: EE-Handwerk 77
6.1. Das Modul 15 – EE-Handwerk (Kurzfassung) 77
6.2. Problemstellung, Ziele und Ergebnisse 78
6.3. Fachtagungen „Arbeit und Ausbildung und Weiterbildung für EE“ 79
6.4. Fachtagung: „Hochschultagung für Erneuerbare Energien“ 80
6.5. Analyse der Integration von Ressourcen- und Energieeffizienz in der handwerklichen Ausbildung 81
6.6. Weitere Expertisen 83
6.7. Fazit und Empfehlungen 84
6.8. Berichte zum Modul 85
7. Modul 16: eLearning Erneuerbare Energien 87
7.1. Das Modul 16 – eLearning-EE (Kurzfassung) 87
7.2. Problemstellung und Ziele für das Modul 88
7.3. Methodik und Umsetzung 88
7.4. Technische Ergebnisse zum Modul 92
7.5. Wissenschaftliche Ergebnisse zum Modul 96
7.6. Fazit und Empfehlungen 101
7.7. Berichte zum Modul 102
8. Modul 16: Evaluation der eLearning-Kurse 104
8.1. Problemstellung und Ziele 104
8.2. Ziele für die summative Evaluation 105
8.3. Evaluationskriterien und Fragestellungen für die summative Evaluation 106
8.4. Vorgehen in der summativen Evaluation 109
8.5. Ergebnisse der summativen Evaluation 114
8.6. Diskussion der Ergebnisse der summativen Evaluation 121
8.7. Berichte zum Modul 128
9. Modul 17: Fachkräfte finden und binden 130
9.1. Das Modul 17– Fachkräfte finden und binden (Kurzfassung) 130
9.2. Problemstellung und Ziele für das Modul 131
9.3. Methodik und Umsetzung 131
9.4. Technische Ergebnisse zum Modul 132
9.5. Wissenschaftliche Ergebnisse zum Modul 133
9.6. Fazit und Empfehlungen 138
9.7. Berichte zum Modul 139
10. Literatur 141

1. Modul 11a: Online-Spiel EE

Autoren: Lutz Peschke (iserundschmidt) und Manfred Schmidt (iserundschmidt)

1.1. Das Modul 11 – Onlinespiel EE (Kurzfassung)

Ausgangspunkt für die Konzeption des Online-Spiels war die Überlegung, dass Computerspiele eine viel versprechende Möglichkeit darstellen, gesellschaftlich und politisch relevante Themen an jüngere Zielgruppen zu kommunizieren. Für digitale Spiele, deren Hauptzweck die Vermittlung von Wissen, Einsichten oder Fertigkeiten ist, hat sich der Begriff „Serious Games" durchgesetzt. Das zentrale Argument für die Nutzung von „Serious Games" zur Unterstützung von Lernprozessen ist, dass die Lernenden als Spielende lustvoll und hoch motiviert bei der Sache sind. Glaubt man der aktuellen neurowissenschaftlichen Forschung (Singer 2001), so sind Lernprozesse vor allem dann nachhaltig, wenn sie von positiver Emotionalität unterstützt werden. „Nur wer lustvoll lernt, lernt effektiv" – so könnte man die Aussagen der aktuellen Forschung pointieren. In diesem Sinne dienen Computerspiele der Motivation, sich später auch intensiver mit einem Thema auseinanderzusetzen.

Computerspiele stellen ein Paradebeispiel für eine Lernumgebung dar, die situiertes Lernen außerhalb des schulischen Rahmens ermöglicht. Inhaltlich verfolgte das Modul vor allem folgende Lernziele:

- Kinder lernen Erneuerbare Energien als intelligente und zeitgemäße Energiequellen kennen
- Spieler lernen, dass Erneuerbare Energien naturgegebene Vor- und Nachteile haben
- Kinder lernen mithilfe des Spiels „5mal5", dass es sinnvoll ist mit anderen zu kooperieren

Nebenbei lernen die Spieler das Wesentliche: Die Lösung der Energiefrage ist für ihre eigene Zukunft von zentraler Bedeutung.

Bei der Entwicklung des Online-Spiels für die junge Zielgruppe war die Zusammenarbeit von Medienwissenschaftern und Praktikern besonders deswegen erfolgreich, weil die Projektlaufzeit eine aktuelle Berücksichtigung der Evaluationsergebnisse und eine fortlaufende Optimierung der Spielentwicklung zuließ.

Das Spiel 5mal5 wurde im August 2011 live geschaltet. Insgesamt wurden 75.000 Besucher und 248.000 Seitenzugriffe im Jahr 2011 auf powerado.de registriert. Das Spiel 5mal5 wurde seit dem Start von etwa 30.000 Spielern und Spielerinnen gespielt. Statistisch spielte jeder Spieler das Spiel dreimal. Während das Vorläuferspiel powerado vom Nutzer eine längerfristige Aufmerksamkeit verlangte, wird das Spiel 5mal5 offensichtlich häufig in kleinen Etappen gespielt. Daher eignet es sich besonders für die Nutzung auf mobilen Endgeräten.

Die Entwicklung des Spiels 5mal5 hat gezeigt, dass gerade im hochkomplexen Bereich der außerschulischen Umweltbildung und der Emotionalisierung didaktischer Inhalte eine enge Zusammenarbeit von wissenschaftlichen und kreativ-konzeptionell arbeitenden Forschungsnehmern ausgesprochen sinnvoll ist.

1.2. Problemstellung und Ziele für das Modul

Vor dem Hintergrund der im Projekt „Erlebniswelt Erneuerbare Energien: powerado“ gewonnenen Erkenntnisse mit dem powerado-Spiel (Fromme et al. 2008b, Peschke 2007a) und aufgrund der relativ hohen Akzeptanz des Spiels sollte im Rahmen des Projektes powerado plus ein neues Online-Spiel entwickelt und programmiert werden.

Im Vorfeld wurden zwei Spielideen aus verschiedenen Spielgenres unabhängig voneinander entwickelt und konzeptionell ausgearbeitet, zum einen ein Simulations- bzw. Managerspiel mit dem Arbeitstitel *Sheep-Planet*, welches von Seiten der Otto-von-Guericke-Universität entwickelt wurde (Fromme et al. 2009), sowie zum anderen ein Geschicklichkeitsspiel mit dem Arbeitstitel *5mal5*, welches von der Kreativagentur iserundschmidt konzipiert wurde (Peschke, Schmidt, Düchting, Koliotassis 2009). Diese Konzepte wurden unter Einbeziehung wissenschaftlicher Erkenntnisse und Erfahrungen aus dem Vorgängerprojekt eigenverantwortlich von den jeweiligen Modulbeteiligten angefertigt.

1.3. Umsetzung des Online-Spiels 5mal5

Auf einem Workshop im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) im Juli 2009 waren sich die Teilnehmer recht schnell einig, dass das Spielkonzept „5mal5“ aufgrund seiner geringeren Komplexität in Bezug auf die Umsetzungsfähigkeit im Rahmen des Moduls das Aussichtsreichere von beiden ist.

Zunächst wurde das Spielkonzept nach Anregungen des Expertengremiums überarbeitet (Peschke, Schmidt, Koliotassis, Schwalm 2009). Bevor das Spiel vom Entwickler-Team der Agentur iserundschmidt umgesetzt wurde, wurde das Konzept von Schülern[1] aus dem Raum Magdeburg unter der Leitung des Lehrstuhls für Erziehungswissenschaftliche Medienforschung der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg getestet. Nach Überarbeitung des Konzepts wurde das Spiel vom Entwickler-Team von iserundschmidt programmiert und anschließend einer Spielevaluation unterzogen (Peschke et al. 2010a).

Die Spielevaluation wurde in zwei Blöcken durchgeführt. Zunächst fanden eine Vorstellung und ein Pretest des lauffähigen Spiels der Mitglieder des Forschungskonsortiums im Rahmen des Projekttreffens am 10.06.2010 in Magdeburg statt.

Im weiteren Verlauf wurde ab dem 14.6.2010 das Spiel mit 13 Pilotspielern mit Hilfe von videogestützten Beobachtungen und rekonstruktiven Interviews durchgeführt (vgl. Rußler et al. 2010). Nach einer Spielphase wurden den Spielern Verständnisfragen zum Spiel gestellt. Die Fragen bezogen sich zum einen auf die Spielaufgabe, zum anderen auf das Lernziel Erneuerbare Energien. In einer Matrix wurden die Ergebnisse der einzelnen Spieler dargestellt. Zu den Spielaufgaben wurde das Verständnis der Bewertungsschemas, des Prinzips des Wettrennens, der Spielauswahl, des Einsatzes des Energiefressers, sowie der Durchführung der Mini-Spiele überprüft.

[1] Aus dem Grund der vereinfachten Lesbarkeit ist diese Veröffentlichung in nur einem Genus verfasst, wenn sowohl weibliche wie auch männliche Menschen gemeint sind. Das generische Maskulinum schließt das feminine Genus mit ein.

Lässt man zunächst die teilweise richtigen Antworten außer Acht, so zeigte sich, dass lediglich vier Spieler bei höchstens zwei Mini-Spielen gar nicht wussten, was zu tun ist. Drei von den vier Spielern hatten dabei Probleme zu verstehen, wie das Energiefresser-Spiel eingesetzt werden kann und wann es eingesetzt werden sollte. Die Tatsache, dass lediglich zwei der 13 Spieler diese Aufgabe komplett richtig verstanden haben, zeigte, dass hier in der Konzeption nachgebessert werden musste. Bis auf eine Spielerin hatten alle Spielerinnen überwiegen nur an einer Stelle Verständnisschwierigkeiten.

In Bezug auf die Verständnisüberprüfung des Lernthemas Erneuerbare Energien zeigte sich, dass insbesondere die Mini-Spiele Biomasse und Erdwärme von den Spielern nicht verstanden wurde.

Das Spiel wurde deshalb im Rahmen der Spieloptimierung mit Feedback-Animationen am Ende von jedem Mini-Spiel ergänzt. Zusätzlich wurde der Aufbau des Spielfeldes umgestellt, sodass die Navigierbarkeit nutzerfreundlicher und intuitiver wurde.

Startanimation

Beim erstmaligen Aufrufen erscheint eine kurze Animation, in der sich das powerado plus-Logo und der Spiel-Name „5mal5“ aufbauen. Sie endet im Startscreen.

Abbildung 1: Startscreen. Bei Mouseover stellen sich die Spielfiguren vor.

Quelle: Eigene Abbildung.

Spielverlauf und Funktion der Spielfiguren

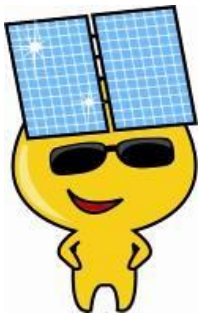
Die Spielfiguren stellen sich mit Mouseover-Text vor. Wenn man auf der Startseite auf „Spiel starten“ klickt gelang der Spieler zum „Spielfeld“ (s. Kap. „Spielfeldkomponenten“). Dort sind die Spielfiguren auf dem Navigationsfeld platziert. Der Spieler beginnt das Spiel mit der Wahl einer Spielwelt. Diese werden durch die Spielfiguren dargestellt und leuchten schnell nacheinander auf. Der Spieler muss sehr reaktionsschnell sein, um seine gewünschte Spielwelt durch Klick auf das Navigationsfeld zu erhalten.

Sobald in der Laufleiste des Navigationsfelds eine Figur aufleuchtet, muss er die Aufgabe der entsprechenden Spielwelt lösen. Der Erfolg der Aufgabe bestimmt den Rennverlauf der Spielfiguren. Den größten Einfluss hat der Erfolg des Spielers auf die Rennfigur der entsprechenden Spielwelt, in der sich der Spieler befindet. Allerdings hat der Erfolg auch einen – allerdings geringeren - Einfluss auf die anderen, „weltfremden“ Rennfiguren.

Aber der Rennverlauf hängt nicht nur vom Können der Spieler ab. Auch die Umwelt nimmt Einfluss auf das Spiel. Bewölkung lässt die Solarenergie langsamer werden. Flaute verschlechtert die Rennsituation der Windenergie. Zu niedrige Niederschlagsmengen reduzieren den Wasserstand und damit das Leistungsvermögen der Wasserkraft, erfolglose Bohrungen hindern die Geothermie am Fortschritt und zu geringe Mengen an Biomasse wirken sich negativ auf den Rennverlauf der Biomasse aus. Diese äußeren Einflüsse werden im Hintergrundbild der Spielwelt dargestellt.

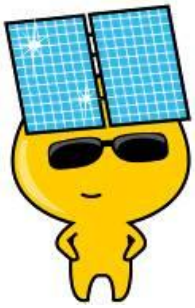
Die Spielfiguren geben in Abhängigkeit von der Spielwelt zu Beginn und am Ende ein Feedback über den Verlauf des Spiels. Sie geben eine kurze Anleitung für das Minispiel in ihrer Spielwelt und geben Feedbacks über Erfolg und Misserfolg nach Abschluss eines Minispiels. Beispielsweise nach Beenden eines Minispiels erscheinen die Figuren als Gruppe auf dem Spielfeld und teilen dem Spieler das Ergebnis freudig bzw. traurig mit. (z.B. „Schade…“, „Super!...“).

Abbildung 2: Siggi Sonnenenergie mit freudigem Blick.



Quelle: Eigene Abbildung.

Abbildung 3: Siggi Sonnenergie mit neutralem Blick.



Quelle: Eigene Abbildung.

Abbildung 4: Siggi Sonnenergie mit traurigem Blick

Quelle: Eigene Abbildung.

Start des Spiels

Sobald der Spieler ein Spiellevel ausgewählt hat, eröffnet sich ihm das Spielfeld. Im Feedbackfeld erscheint zur Erläuterung folgender Text:

Starte das Spiel - Klicke auf das Laufband und starte so die Spielwelt deiner Wahl.

Ende des Spiels

In folgender Tabelle werden die möglichen Endszenarien und die entsprechenden Feedbacks dargestellt:

Tabelle 2: Mögliches Spielende

Spielsituation	Reaktion Spielfiguren	Feedback-Text
Energiefresser hat eine Spielfigur eingeholt	Layer mit Gruppenbild: Alle Spielfiguren schauen traurig	Ich hab's befürchtet – der Energiefresser hat einen erwischt. Das Spiel ist damit leider zu Ende. Wenn du mit deinen xxx Punkten in den Highscore aufgenommen werden willst, dann klick auf den Button Highscore und folge den Anweisungen.
Die letzte Spielfigur hat die Ziellinie erreicht	Layer mit Gruppenbild: Gruppenbild: Alle Spielfiguren schauen freudig	Juhuu, geschafft!! Wir sind alle am Ziel angelangt. Nun winkt der nächste Level. [Dieser Satz nur in den Levels 1-4] Wenn du mit deinen xxx Punkten in den Highscore aufgenommen werden willst, dann klick auf den Button Highscore und folge den Anweisungen.

Quelle: Eigene Tabelle.

Level-Design

Das Spiel ist in fünf Levels unterteilt. In jedem Level muss der Spieler seine fünf Rennfiguren erfolgreich über die Ziellinie bringen. Hat er dies geschafft, beginnt nach dem gleichen Prinzip der neue Level. Auch im neuen Level muss der Spieler Aufgaben in Spielwelten lösen. Allerdings sind die Aufgaben eine Schwierigkeitsstufe höher.

Spielfeldkomponenten

Das Spielfeld ist aufgeteilt in eine Rennstrecke am unteren Bildschirmrand, ein Spielfeld, in dem die Minispiele der Spielwelt platziert sind (rechter Bildschirmrand) und einem Navigationsfeld mit den Spielfiguren.

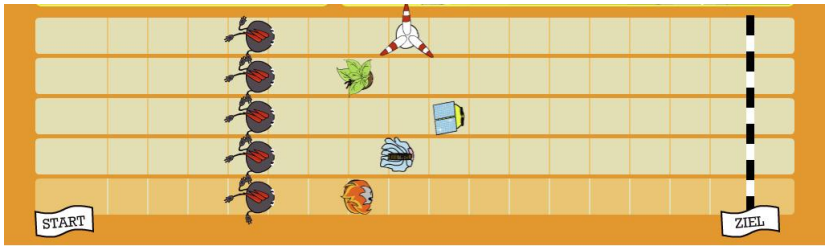
Abbildung 5: Spielfeld bei Spielstart.

Quelle: Eigene Abbildung.

Die Rennstrecke

Die Rennstrecke wird in Form einer Aufsicht dargestellt. Die Comicfiguren werden reduziert, aber erkennbar mit prägnanten Merkmalen visualisiert. Zur besseren Sicht auf die Schrittweite der Spielfiguren nach Spielerfolg sind auf der Rennstrecke vertikale Linien eingezeichnet. Die Spur der Rennfigur, in dessen Spielwelt sich der Spieler gerade bewegt, ist zur besseren Orientierung orange hinterlegt (s. Abb.32).

Abbildung 6: Rennstrecke: Aufsicht auf alle Symbole.



Quelle: Eigene Abbildung.

Das Navigationsfeld mit Laufleiste

Links oben ist das Navigationsfeld mit Laufleiste platziert, über die der Spieler zu den einzelnen Spielwelten gelangt. Alle Spielfiguren stehen nebeneinander und leuchten schnell nacheinander auf. Der Spieler muss sehr reaktionsschnell sein, um seine gewünschte Spielwelt durch Klick auf die Laufleiste zu erhalten. Über den Spielfiguren sind drei Button platziert, über die der Spieler das Energiefresserspiel aktivieren kann.

Abbildung 7: Navigationsfeld mit Laufleiste.

Quelle: Eigene Abbildung.

Das Spielfeld

Das Spielfeld auf der rechten Seite hält nach Klick auf eine Spielwelt die einzelnen Aufgaben bereit. In den nächsten Kapiteln folgen die Detail-Beschreibungen der einzelnen Spielwelten. Dort läuft auch die Countdown-Uhr, die die zur Verfügung stehende Spielzeit für die jeweilige Aufgabe anzeigt.

Spielwelt Sonnenenergie

Aufgabe: Lenke die Lichtquanten auf die Solarzellen!

Die Spielwelt basiert auf der Vorlage von Pwong2 (Richner 2008). Bei PWong2 muss der Spieler mit einer horizontal navigierbaren Ebene herunterfallende Bälle reaktions-schnell nach oben befördern, wo ein virtueller Spieler den Ball mit der gleichen Methode zurückspielt.

Im vorliegenden Spielkonzept kann der Spieler in der horizontalen Eben einfallende Lichtquanten lenken und muss zusehen, dass er diese so umlenkt, dass sie die auf dem Spielfeld platzierten Fotozellen trifft. Sobald

Abbildung 8: Spielwelt Sonnenenergie.

Quelle: Eigene Abbildung.

er alle Fotozellen getroffen hat, ist das Level zu Ende.

Level-Design
Es gibt fünf Levels. Mit höheren Levels werden die Kugeln kleiner.

Umwelteinflüsse
Die Umweltfaktoren sind sonniges und bewölktes Wetter, das im Hintergrundbild des Spiels dargestellt wird.

Spielwelt Erdwärme

Aufgabe: Finde die idealen Bohrstellen zur Gewinnung von Erdwärme!
Das Spiel basiert auf der Vorlage von „Arktos-Superspiel“ (ZDFtivi). Ziel bei dem Original-Spiel ist es, sicher über eine Eisfläche zu gelangen. Der Spieler muss sich einen mit Sechsecken vorgezeichneten Weg gut einprägen und ihn dann nach 10 Sekunden nachklicken.

Im hierfür entwickelten Konzept sieht der Spieler auf einer Karte Stellen (ebenfalls Sechsecke), wo die Bohrtiefe besonders gering ist, um Erdwärme zu gewinnen. Nach ca. fünf Sekunden verschwinden die Markierungen wieder. Aus dem Gedächtnis heraus muss der Spieler nun diese Bohrstellen wieder finden. Die Gesamtspieldauer ist bei diesem Spiel nicht relevant, da der Spieler sich die farbigen Segmente in drei aufeinander folgenden Durchgängen merken muss. Die Zeit, die der Spieler im Anschluss hat, um die richtigen Felder anzuklicken, wird jeweils durch eine Uhr angezeigt.

Abbildung 9: Spielwelt Erdwärme.

Quelle: Eigene Abbildung.

Klickt der Spieler ein Sechseck an, so entsteht an dieser Stelle ein blaues Kreuz. Sobald der Spieler alle Stellen markiert hat, erscheint ein Button „Bohrung starten“, bei Klick darauf verwandeln sich die Kreuze in Bohrtürme, wenn der Spieler richtig gelegen hat.

Level-Design
Es gibt fünf Levels. Im ersten Level muss der Spieler sich fünf Bohrstellen merken, im 2. Level sechs Bohrstellen usw. und im 5. Level muss der Spieler sich neun Bohrstellen merkte. Pro Spiel muss der Spieler drei verschiedene Karten lösen.

Umwelteinflüsse
Sand lässt Wasser besser fließen als Lehm, da dann mehr Wärme nachgeliefert wird.

Spielwelt Wasserkraft

Aufgabe: Nimm ein Wasserkraftwerk in Betrieb!
Vorlage für dieses Spiel ist ein Schiebepuzzle (vgl. denksport.de 2010). Bei einem derartigen Spiel muss der Spieler ein Bild aus 4x4 Segmenten zusammenfügen. Ein Segment ist dabei eine

Lücke. Der Spieler kann nur die Segmente durch Anklicken verschieben, die an die Lücke angrenzen.

Der Spieler muss ein Wasserkraftwerk in Betrieb nehmen. Leider ist die Turbine des Kraftwerks noch nicht mit dem Stausee verbunden. Dies kann der Spieler jedoch reparieren, indem er die Leitungssteinchen solange verschiebt, bis sie eine direkte Verbindung zwischen Stausee und Turbine herstellen.

Zur Erleichterung wird das Spielfeld mit den Spielsteinmotiven hinterlegt, an denen der Spieler sich orientieren kann. In der hierfür entwickelten Variante muss der Spieler lediglich 7 Segmente an die richtige Stelle verschieben. Das obere linke und das untere rechte Feld des 3x3 Segmente große Spielfeld zeigen das Wasserwerk und die Turbine. Über diese Felder darf der Spieler die Steine schieben, am Ende des Spiels müssen sie aber wieder sichtbar, also nicht von Rohrleitungssegmenten belegt sein.

Level-Design

Level 1: Spielfeld 3x3 Steine. Sieben Spielsteine, zwei Lücken, 60 Sekunden Zeit

Level 2: Spielfeld 3x3 Steine. Sieben Spielsteine, zwei Lücken, 55 Sekunden Zeit.

Level 3: Spielfeld 3x3 Steine. Sieben Spielsteine, zwei Lücken, 50 Sekunden Zeit.

Level 4: Spielfeld 3x3 Steine. Sieben Spielsteine, zwei Lücken, 45 Sekunden Zeit.

Level 5: Spielfeld 3x3 Steine. Sieben Spielsteine, zwei Lücken, 40 Sekunden Zeit.

Abbildung 10: Spielwelt Wasserkraft.

Quelle: Eigene Abbildung.

Umwelteinfluss

Niedriger Wasserstand im Fluss erschwert die Energiegewinnung. Hoher Wasserstand im Fluss begünstigt die Energiegewinnung.

Spielwelt Biomasse:

Aufgabe: Sammle Gülle für dein Biomasse-Kraftwerk ein!

Die Vorlage dieser Aufgabe ist das Spiel "Snake" (miniclip.com). Der Spieler muss mit einer aus roten Kugeln aufgebauten Schlange Bonus-Punkte, die in der Landschaft verstreut rumliegen aufsammeln. Dabei wird die Schlange immer länger.

Der Spieler muss dabei zusehen, dass die Schlange nicht an Hindernisse wie Bäume, Wasser und Steine stößt und außerdem sich nicht in den eigenen Schwanz beißt, wenn sie sehr lang geworden ist. Im vorliegenden Spielkonzept muss der Spieler mit seinem Traktor sechs bis zehn Gülle-Anhänger einsammeln und zum Biomasse-

Abbildung 11: Spielwelt Biomasse.

Kraftwerk bringen.

Dabei muss er ebenfalls zusehen, dass er mit seinem immer länger werdenden Gefährt nicht an Hindernisse stößt oder sich gar selber rammt.

Quelle: Eigene Abbildung.

Wenn der sich selber rammt oder an ein Hindernis stößt, verliert der Spieler die Anhänger, die er erneut aufsammeln muss. Wenn drei bis sieben Anhänger (je nach Level) an seinem Wagen hängen, startet eine Abschlussanimation und der Traktor fährt zum Biomasse-Kraftwerk. Um dem Spieler die unterschiedlichen Biomasse-Sorten (Pflanzliche Abfälle, tierische Abfälle) zu vermitteln, wird im jedem Level eine andere Sorte als Landung transportiert.Level-Design

Level 1: Drei Anhänger, Grünschnitt und Pflanzenabfälle

Level 2: Vier Anhänger, Holzabfälle (Späne) aus der Möbelindustrie

Level 3: Fünf Anhänger, Holzabfälle u.a. aus Bau- und Holzwirtschaft

Level 4: Sechs Anhänger, organische Abfälle aus Schlachtereien

Level 5: Sieben Anhänger, menschliche Fäkalien

Umwelteinfluss

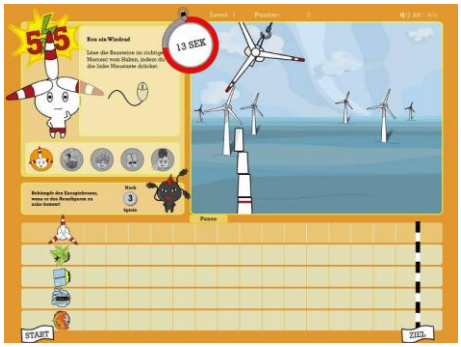
Geringe Menge an Biomasse erschwert die Energiegewinnung. Große Menge an Biomasse leistet der Energiegewinnung Vorschub.

Spielwelt Windkraft

Aufgabe: Baue ein Windrad!
Als Vorlage für diese Aufgabe dient Tower Bloxx (Digital Chocolate Inc.). Der Spieler muss bei diesem Spiel mit einem Kran Wolkenkratzer bauen. Der Kranhaken pendelt ziemlich stark hin und her, sodass der Spieler vorsichtig Stein auf Stein legen muss, damit keins runterfällt. Wenn er die Steine nicht exakt aufeinander platziert, beginnt der Turm bedrohlich zu wackeln. Im schlimmsten Fall stürzen einige Bausteine herunter.

Im vorliegenden Spielkonzept muss der Spieler aus fünf Bausteinen Windräder bauen. Der letzte Baustein ist das Windrad selbst.

Abbildung 12: Spielwelt Windkraft.



Quelle: Eigene Abbildung.

1.4. Level-Design

Je höher das Level, desto höher und schneller schwingt der Haken.

Umwelteinfluss
Offshore-Windkraft begünstigt die Energieproduktion. Hohe Berge verhindern eine optimale Energieausbeute des Windrades.

Das Spiel „Bekämpfe den Energiefresser“

Zusätzlich zu den Symbolfiguren agiert auf der Rennstrecke der Energiefresser. Er heftet sich an die Fersen der Spielfiguren. Er ist nicht steuerbar und erscheint zeitversetzt eine Minute nach Spielbeginn. Er bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit fort. Ein Spieler muss seine Spielfiguren kontinuierlich voranbringen. Hat der Energiefresser eine Spielfigur eingeholt, ist das Rennen zu Ende und der Spieler hat verloren. Allerdings hat der Spieler drei Mal die Gelegenheit, den Energiefresser durch das Mini-Spiel „Bekämpfe den Energiefresser“ zurückzudrängen.

Als Vorlage dient das Spiel Moorhuhnjagd (phenomedia publishing GmbH 1999). Der Spieler schiebt seinen Einkaufswagen schnell an Regalwänden vorbei und darf dabei nur auf die Energiesparlampen klicken, herkömmliche Glühbirnen muss er vermeiden. Weitere Elemente in den Regalen bereichern das Spiel, sind aber nicht klickbar. Der Balken über dem Einkaufswagen zeigt, ob die Energiefresser nach dem Minispiel Richtung Start zurückgedrängt werden. Der Spieler hat für jedes Energiefresser-Spiel 60 Sekunden Zeit.

Abbildung 13: Spiel "Bekämpf den Energiefresser"

Quelle: Eigene Darstellung

Allgemeines zum Punktesystem

Das Punktesystem in den einzelnen Spielwelten wird so austariert, dass die zu erreichende mittlere Punktzahl etwa gleich sind. Dadurch wird vermieden, dass bestimmte Spielwelten aufgrund von erreichbaren Punkten bevorzugt werden.

Highscore

Nach jedem Level kann der Spieler freiwillig seine Punktzahl in eine Level-Highscore-Liste eintragen. Hierzu muss der Spieler einen Spielernamen eintragen. Um automatische Robot-Einträge zu verhindern wird der Spieler anschließend aufgefordert einen Captcha-Code einzugeben.

Relevant ist die Gesamt-Punktzahl, die ein Spieler in den Spielwelten erlangt hat. Zusätzlich gibt es einen Zeit-Bonus für den Spieler, der einen Level erfolgreich geschafft hat. Dieser ist abhängig von der Zeit, die die letzte Spielfigur benötigte, um ins Ziel zu kommen. Dem Bonus-System wird folgende Rechnung zugrunde gelegt:

T0:= Zeitversetzung zwischen Spiellevel-Start und Start der Energiefresser

T:= Zeit, die die Energiefresser benötigen, um die Strecke vom Start bis ins Ziel zurückzulegen

t:= Zeit, die die letzte Spielfigur benötigt, um die Strecke vom Start bis ins Ziel zurückzulegen

m:= willkürlicher Faktor zum nachträglichen Ausloten des Bonus-Systems mit m > 0

B:= Zeit-Bonus

$B = (T0+T-t)*m$

Technische Ergebnisse zum Modul

Das Spiel 5mal5 wurde im August 2011 live geschaltet. Insgesamt wurden 75.000 Besucher und 248.000 Seitenzugriffe im Jahr 2011 auf powerado.de registriert. Das Spiel 5mal5 wurde seit dem Start von etwa 30.000 Spielern und Spielerinnen gespielt. Da wir aus datenschutzrechtlichen Gründen bewußt auf eine Registrierung der Spieler verzichtet haben, läßt sich das Nutzerverhalten einzelner Spieler leider nicht detailliert aufschlüsseln. Soviel läßt sich sagen:

Statistisch spielte jeder Spieler das Spiel dreimal. Zum persönlichen Nutzerverhalten lassen sich also keine gesicherten Aussagen machen. Aus Einzelgesprächen mit Spielern und Spielerinnen aus der Zielgruppe und aus Beobachtungen des Nutzerverhaltens bei öffentlichen Präsentationen können wir allerdings entnehmen, dass 5mal5 besonders häufig für kurze Spielmomente genutzt wird. Während das Vorläuferspiel powerado vom Nutzer eine längerfristige Aufmerksamkeit verlangte, wird das Spiel 5mal5 offensichtlich häufig in kleinen Etappen gespielt. Daher eignet es sich besonders für die Nutzung auf mobilen Endgeräten.

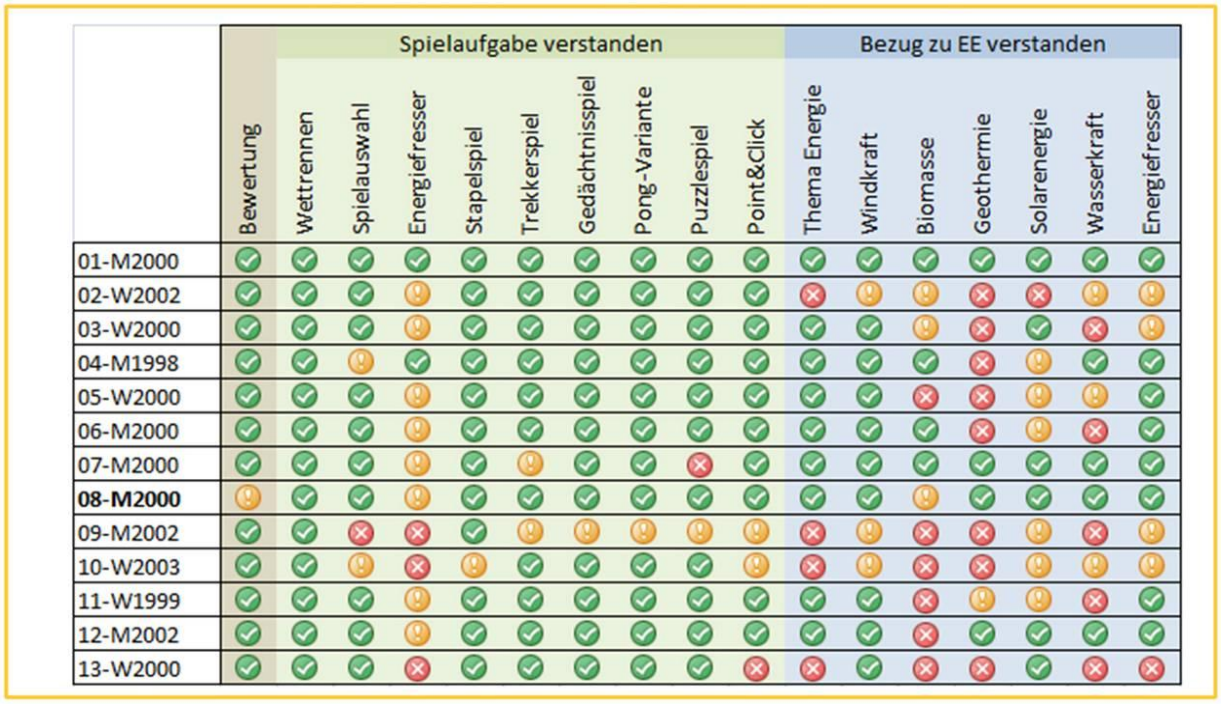
Wissenschaftliche Ergebnisse zum Modul

Beide im Rahmen dieses Moduls entwickelten Spielkonzepte wurden von zwei unabhängigen Experten (Prof. Dr. Maic Masuch von der Universität Duisburg-Essen und Kristina Jonas von der Tivola Publishing GmbH) gelesen und im Rahmen einer Videoaufzeichnung bewertet. Die Video-Gutachten wurden den Entscheidungsträgern im BMU vorgelegt und bildeten somit auch eine Grundlage für die Entscheidung zur Auswahl des Spielkonzepts 5mal5 und den Optimierungsvorgaben durch den Auftraggeber. Nach Konzeptevaluation wurde auf Basis eines kleinen Konzept-Animationsfilms das Spiel mit Schülern diskutiert. Im Wesentlichen wurde der Einsatz der Spielfiguren, sowie die Anpassung der Nutzerführung als optimierungswürdig wahrgenommen. Alle konkreten Wünsche und Anmerkungen des Kunden, der Experten und der Kinder wurden eingehend im Rahmen der Konzeptoptimierung vor der Programmierung vom Produktionsteam geprüft und fanden Berücksichtigung in der Realisierung des Spiels. Nach der Programmierung wurde das Spiel mit Kindern zwischen 8 und 12 Jahren evaluiert. Die Evaluationsergebnisse zeigten im Wesentlichen Ergänzungsbedarf bei der Darstellung des Spielerfolgs auf.

Nach einer Spielphase wurden den Spielern Verständnisfragen zum Spiel gestellt. Die Fragen bezogen sich zum einen auf die Spielaufgabe, zum anderen auf das Lernziel Erneuerbare Energien. In einer Matrix wurden die Ergebnisse der einzelnen Spieler dargestellt.

Die Folgende Abbildung erläutert die Ergebnisse der Evaluation. Die Kennzeichnung der Spieler beinhaltet eine systematische Nummer (die ersten beiden Nummern), M bzw. W für das Geschlecht (M=männlich, W=weiblich) und das Geburtsjahr (die letzte vier Ziffern). Grüner Button bedeutet verstanden, roter Button bedeutet nicht verstanden, gelber Button bedeutet teilweise verstanden.

Abbildung 14: Ergebnismatrix zum Verständnis der Spielaufgaben und zum Thema EE.



	Spielaufgabe verstanden										Bezug zu EE verstanden						
	Bewertung	Wettrennen	Spielauswahl	Energiefresser	Stapelspiel	Trekkerspiel	Gedächtnisspiel	Pong-Variante	Puzzlespiel	Point&Click	Thema Energie	Windkraft	Biomasse	Geothermie	Solarenergie	Wasserkraft	Energiefresser
01-M2000	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
02-W2002	✓	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	!	!	✗	✗	!	!
03-W2000	✓	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	!	✗	✓	✗	!
04-M1998	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	!	✓	✓
05-W2000	✓	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	!	!	✓
06-M2000	✓	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	!	✗	✓
07-M2000	✓	✓	✓	!	✓	!	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
08-M2000	!	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓
09-M2002	✓	✓	✗	✗	✓	!	!	!	!	!	✗	!	✗	✗	!	✗	!
10-W2003	✓	✓	!	✗	!	✓	✓	✓	✓	!	✗	!	✗	✗	!	!	!
11-W1999	✓	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	!	!	✗	✓
12-M2002	✓	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
13-W2000	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗

Quelle: Rußler, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Zu den Spielaufgaben wurde das Verständnis der Bewertungsschemas, des Prinzips des Wettrennens, der Spielauswahl, des Einsatzes des Energiefressers, der Durchführung des Windenergiespiels („Stapelspiel“), Biomassespiels („Trekkerspiel“), Erdwärmespiels („Gedächtnisspiel“), Sonnenenergiespiels („Pong-Variante“), Wasserkraft-Spiels („Puzzle-spiel“) und des Energiefresserspiels („Point&Click“) überprüft.

Lässt man zunächst die teilweise richtigen Antworten (gelbe Button) außer Acht, so zeigt sich, dass lediglich vier Spieler bei höchstens zwei Aufgaben gar nicht wussten, was zu tun ist. Drei von den vier Spielern hatten dabei Probleme zu verstehen, wie das Energiefresser-Spiel eingesetzt werden kann und wann es eingesetzt werden sollte. Die Tatsache, dass lediglich zwei der 13 Spieler diese Aufgabe komplett richtig verstanden haben, zeigte, dass hier in der Konzeption nachgebessert werden musste. Bis auf Spielerin 9 hatten alle Spielerinnen überwiegen nur an einer Stelle Verständnisschwierigkeiten.

In Bezug auf die Verständnisüberprüfung des Lernthemas Erneuerbare Energien zeigte sich, dass insbesondere Biomasse und Erdwärme von den Spielern nicht verstanden wurde.

Das Spiel wurde deshalb im Rahmen der Spieloptimierung mit Feedback-Animationen am Ende von jedem Mini-Spiel ergänzt. Zusätzlich wurde der Aufbau des Spielfeldes umgestellt, sodass die Navigierbarkeit nutzerfreundlicher und intuitiver wurde.

Zusammenfassend läßt sich sagen, dass die wissenschaftliche Beobachtung des Entwicklungs-prozesses auf die konkrete Umsetzung des Spiels tatsächlich einen wesentlichen Einfluss hatte.

Fazit und Empfehlungen

Die offene Konzeptionsphase des Online-Spiels 5mal5 bot die Möglichkeit, dass von Beginn an die Forschungsnehmer mit ihren unterschiedlichen Potentialen und ihren verschiedenen Arbeits- und Sichtweisen miteinander in Diskussion treten konnten. Bei der Entwicklung des Online-Spiels für die junge Zielgruppe war die Zusammenarbeit von Medienwissenschaftern und Praktikern besonders deswegen erfolgreich, weil die Projektlaufzeit eine aktuelle Berücksichtigung der Evaluationsergebnisse und eine fortlaufende Optimierung der Spielentwicklung zuließ.

Gerade im hochkomplexen Bereich der Entwicklung von computerbasierten Lernspielen halten wir eine enge Zusammenarbeit von wissenschaftlichen und kreativ-konzeptionell arbeitenden Forschungsnehmern weiterhin für besonders erfolgversprechend.

Berichte zum Modul

Fromme, Johannes; Peschke; Lutz; Rußler, Steffen (2009a): powerado-plus: Das Modul Online-Spiel EE2. Modulbeschreibung OS1. Magdeburg und Bonn: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und iserundschmidt GmbH

Fromme, Johannes; Rußler, Steffen (2009): Konzept des Simulation-Online-Spiels „Sheep Society". Ergebnisbericht OS2. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fromme, Johannes; Peschke, Lutz; Rußler, Steffen (2009b): Workshop-Bericht zur Auswahl eines Spielkonzepts zum Thema erneuerbare Energien für die Umsetzung als Onlinespiel. Ergebnisbericht OS4. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Peschke, Lutz; Schmidt, Manfred; Düchting, Ruben; Meyer, Timo; Koliotassis, Jana (2009): Konzept eines Comic-AdventurOnlinespiel für erneuerbare Energien(„5mal5"). Ergebnisbericht OS3. Bonn: iserundschmidt GmbH

Peschke, Lutz; Düchting, Ruben; Schmidt, Manfred; (2010a): Optimierung des Onlinespiel „5mal5" und Konzeptevaluation. Ergebnisbericht OS7. Bonn: iserundschmidt GmbH

Peschke, Lutz; Schmidt, Manfred; Koliotassis, Jana; Schwalm, Marleen C. (2009): Modul 11 Online-Spiel EE2: Erweitertes Spiel-Konzept das Onlinespiel „5mal5". Ergebnisbericht OS5. Bonn: iserundschmidt GmbH

Peschke, Lutz; Düchting, Ruben; Schmidt, Manfred; (2010b): Optimierung des Onlinespiel „5mal5" auf Basis der Prozessevaluation. Ergebnisbericht OS9. Bonn: iserundschmidt GmbH

Schmidt, Manfred; (2012): Öffentlichkeitsarbeit zum Online-Spiel. Ergebnisbericht OS11. Bonn: iserundschmidt GmbH

2. Modul 11b: Evaluation des Onlinespiels EE

Autoren: Prof. Dr. Johannes Fromme (OvGU) und Steffen Winny (OvGU)

2.1. Evaluationsauftrag und -Ziele

Ziel des Moduls 11 war die Entwicklung eines weiteren Onlinespiels zum Thema Erneuerbare Energien als Angebot des nonformalen Lernens, mit dem in erster Linie ein emotionaler Zugang zum Thema Erneuerbare Energien bei Mädchen und Jungen im Alter zwischen 8 und 12 Jahren aufgebaut oder vertieft werden sollte. Dies entspricht vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnissen zur zentralen Anforderung, die an sog. Serious Games (also digitale Spiele, die nicht nur der Unterhaltung dienen, vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Serious_Game) zu stellen ist, nämlich dass sie die Spieler emotional ansprechen bzw. involvieren müssen (vgl. Ritterfeld 2009). Die Entwicklung dieses Spiels sollte, wie schon im Vorgängerprojekt „Erlebniswelt Erneuerbare Energien: powerado", durch eine Prozessevaluation begleitet werden, deren Erkenntnisse zur fortlaufenden Optimierung in die Entwicklung des Spiels mit einfließen sollten. Diese begann bereits während der Konzeptentwicklung der Onlinespiele „5x5" und „Sheep Society", und zwar zum einen mit dem Einholen externer Gutachten zu den beiden schriftlichen Spielkonzepten, und zum anderen mit einem Workshop, bei dem die Konzepte und die Gutachten von allen Beteiligten (BMU, IZT, IuS, OvGU) diskutiert und ausgewertet wurden. Hinzu kamen im nächsten Schritt mehrere sog. Feedbackrunden mit Projektpartnern und Computerspielexperten sowie Interviews mit Kindern aus der Altergruppe, die für das Spiel als Zielgruppe festgelegt worden war (vgl. Fromme/Winny 2012).

Die Ergebnisse dieser auf die Prozessphase der Konzeptentwicklung und -erstellung bezogenen Evaluation lagen vor Beginn der Programmierarbeiten vor und konnten so von den Entwicklern berücksichtigt werden. Es wurde bereits zu einem recht frühen Zeitpunkt deutlich, dass über das Spiel „5x5" kaum transferierbares Wissen über Erneuerbare Energien würde vermittelt werden können. Im Rahmen des Auswahlworkshops wurde von allen Beteiligten die Entscheidung getroffen, gleichwohl dieses Spielkonzept zu realisieren. Insofern wurde bewusst entschieden, kein Lernspiel im engeren Sinne zu entwickeln, sondern eher ein Werbe- und Marketingspiel. Das mediendidaktische Erkenntnisinteresse der Spielevaluation bezog sich somit nicht primär auf die Frage nach der möglichen Vermittlung von Sachwissen über Erneuerbare Energien, wohl aber auf die Frage nach der Alterseignung des Spielkonzepts, auf die altersgerechte Vermittlung des spielrelevanten Wissens und auf die generelle Bewertung des Spiels durch die anvisierte Zielgruppe (acht- bis zwölfjährige Kinder). Untersucht werden sollte, inwiefern die Navigation, die raum-zeitliche Struktur, die dargestellten Inhalte, die Spielaufgaben, die spielinternen Hilfestellungen und Rückmeldungen etc. für die Kindern dieser Altersgruppe ohne zusätzliche Hilfen verständlich und stimmig waren, und in welchen Bereichen es ggf. Optimierungsbedarfe gab.

2.2. Evaluation des Erstkonzepts in Textform

Gemäß Antrag sollten im Modul „Onlinespiel" des Forschungsprojekts „Erlebniswelt Erneuerbare Energien – powerado plus" zunächst zwei unterschiedliche Spielkonzepte (aus

unterschiedlichen Spielgenres) zum Thema Erneuerbare Energien parallel entwickelt werden. Im Folgenden werden wir lediglich auf das Spiel „5x5“ eingehen, da entschieden wurde, das Spiel „Sheep Society“ (vgl. Fromme/Russler 2009d) in einem anderen Modul bis zum Prototyping weiterzuentwickeln (Modul 12). Für die erste Stufe der Evaluation lag das Konzept für „5x5“ nur in Textform vor.

Begutachtung des Spielkonzepts durch externe Experten -

Methodisches Vorgehen

Zu Beginn des Moduls wurde von der Otto-von-Guericke-Universität und von iserundschmidt je ein Konzept für ein Online-Spiel entwickelt und verschriftlicht. Die skizzierten Spielkonzepte wurden anschließend von externen Experten begutachtet. Erbeten wurde die Videoaufzeichnung einer mündlichen gutachterlichen Stellungnahme. Die Annahme war, dass die Bereitschaft, ein Gutachten in dieser Form vorzulegen, größer sein würde als bei einer Anfrage nach einem schriftlichen Gutachten. Weiterhin bot diese Form die Chance, sich die Gutachten zu Beginn des Auswahl-Workshops in Berlin mit allen Beteiligten gemeinsam anzuschauen und anzuhören. Als Gutachter wurden von den Modulbeteiligten Dr. Maic Masuch, Professor für Medieninformatik an der Universität Duisburg-Essen mit Schwerpunkt Entertainment Computing, sowie Kristina Jonas ausgewählt, die in der Projektleitung der Tivola Publishing GmbH arbeitet und von Helfried Menchén, dem Head of Production bei Tivola, unterstützt wurde. Beide erklären sich einverstanden, die auf elektronischem Wege zugesandten Spielkonzepte sehr kurzfristig zu begutachten. Die Videos gingen kurz vor dem Auswahl-Workshop im BMU in elektronischer Form ein und wurden dort erstmals gezeigt. Eine Transkription und inhaltliche Auswertung für die Evaluation erfolgte aus Zeitgründen erst später. Im Folgenden sind die Kernaussagen der Gutachter zur ersten Version des Spielkonzepts 5x5 zusammengefasst, wie sie im Dokument OS4 festgehalten sind (Fromme/Russler 2009b).

Zusammenfassung des Gutachtens von Kristina Jonas

Frau Jonas merkte zum Spielkonzept 5x5 an, dass dies kein Serious Game im eigentlichen Sinne darstelle und das Lernziel in Bezug auf Erneuerbare Energien durch den plakativen Ansatz der Wissensvermittlung fehle. Informationen über Sinn und Zweck, Funktionsweise und Einsatz von Erneuerbaren Energien müssten daher erst noch eingebettet werden. Allerdings böte das Spiel durch die vorhandene Highscore-Liste und den Wettbewerbseffekt einen schnellen und kurzen Spielspaß und eine Bindung an die Website. Das Rennspiel würde speziell Jungen ansprechen. Frau Jonas wies weiter darauf hin, dass die Avatare sehr stark im Vordergrund stehen, aber nicht die Erneuerbaren Energien und deren Vor- und Nachteile. Die Avatare könnten zu negativen Reaktionen durch die Spieler führen, vor allem, wenn sie herausfinden, dass sich ein Avatar langsamer im Rennen bewegt als die Anderen.

Zusammenfassung des Gutachtens von Maic Masuch

Herr Masuch bewertete das Spiel „5x5“ als Arcade-ähnliches Einzelspielerspiel mit anschaulicher Graphik und ansprechenden Avataren. Das Spiel böte einen einfachen Einstieg für Kinder und Jugendliche, denn eine Einleitung sei durch die einfache Steuerung nicht nötig. Er gab aber zu bedenken, dass die anderen Avatare bzw. Energieformen nur Staffage bleiben würden, wenn der Spieler sich für einen Avatar entscheiden müsste. Die Minispiele griffen

bekannte Spielkonzepte auf, die Spaßelemente für wenige Minuten bieten könnten. Herr Masuch hob aber kritisch hervor, dass kein transferierbares Wissen über Erneuerbare Energien integriert sei bzw. vermittelt werde. Er sah das Spiel „5x5“ eher als Werbe- und Marketingspiel, das durch fehlende Spieltiefe und emotionale Bindung keine Langzeitmotivation für den Spieler böte.

Fazit

Beide Gutachter stuften den Lernaspekt in Bezug auf Erneuerbare Energien beim Spielkonzept „5x5“ als gering ein, hoben aber positiv die leichte Zugänglichkeit und den für viele Spieler attraktiven Wettbewerbsgedanken hervor.

Diskussion des Onlinespiels im Auswahl-Workshop

Methodisches Vorgehen

Gemäß Projektantrag konnte nur eines der beiden Spielkonzepte im Rahmen dieses Moduls weiterentwickelt werden. Bereits in den ersten Modulgesprächen war deshalb vereinbart worden, die beiden Spielkonzepte in einem ergebnisoffenen Workshop mit allen Beteiligten (BMU, IZT, IuS, OvGU) zu präsentieren und zu diskutieren, um anschließend gemeinsam die Entscheidung zu treffen, welches der beiden Spiele im Rahmen des Moduls umgesetzt würde. Die beiden Expertengutachten sollten dabei als fachliche Grundlage für die Diskussion dienen. Außerdem wurden die schriftlichen Spielkonzepte den Teilnehmern des Workshops im Vorfeld zugesandt. Auf dem Workshop selbst wurden die Spielideen nochmals im Rahmen von je einer Präsentation vorgestellt.

Optimierungsvorschläge aus der Diskussion

In der Diskussion waren sich die Teilnehmer einig, dass das Spielkonzept „Sheep Society“ Erfolg versprechend in Bezug auf Lerneffekte zum Thema EE sei und eine stimmige Verbindung von Thema und Spielmechanik biete. Kritisch (bzw. als zu riskant) wurde wegen der Komplexität jedoch die Umsetzbarkeit im Rahmen des Moduls gesehen. Auf der anderen Seite wurde das Spielkonzept „5x5“ als realistisch (im Sinne von realisierbar unter den gegebenen Modulbedingungen), im Detail aber noch als verbesserungsbedürftig eingeschätzt. Als Problem wurden die relativ austauschbaren Inhalte bei den fünf Minispielen angesprochen, angeregt wurde eine stärkere Integration der (Lern-) Inhalte in die Spielaufgaben. Speziell bei den beiden Minispielen zur Solarenergie und zur Wasserkraft wurde dieser Zusammenhang kritisch gesehen und angeregt, hier andere, thematisch passendere Spiele einzufügen. Für die Minispiele zur Biomasse, Geothermie und Windenergie wurden kleinere Änderungen notiert, wie beispielsweise eine verbesserte Anschaulichkeit bei dem Geothermie-Spiel und bei dem Spiel zu Biomasse die Verwendung (bzw. Darstellung) weiterer Arten von Biomasse (wie Gülle und Holz). In Bezug auf das „Metaspiel“ wurde die Konkurrenzstellung der Erneuerbaren Energien in der Weise kritisch diskutiert, dass es sich ja nicht um konkurrierenden Energien handele, so dass über ein kooperatives Zusammenspiel der Spielfiguren (z.B. in einem „Power-Team“) gegen einen anderen Gegner (die Energiefresser) nachzudenken sei, weil das inhaltlich besser zu dem passe, was das BMU vermitteln wolle. Allerdings wurde mit Blick auf andere (reale) Spielszenarien auch zu bedenken gegeben, dass kooperative Spiele ohne Sieger ggf. schnell langweilig werden können. Kritische Anmerkungen gab es schließlich noch zu den

Namen der Avatare von „5x5“, da diese für Mädchen kaum Identifikationsmöglichkeiten böten. Eine ausführliche Beschreibung des Workshops liegt mit dem Bericht OS4 vor (From-me/Russler 2009b).

Fazit

Im Ergebnis des Workshops wurde vereinbart, das Spielkonzept „5x5“ von iserundschmidt zu überarbeiten und dann umzusetzen. Das weitere Vorgehen wurde wie folgt präzisiert: Im ersten Schritt sollte auf der Basis der Anregungen und Änderungsvorschläge des Workshops eine Überarbeitung des Konzepts durch iserundschmidt erfolgen. Dieses überarbeitete Konzept sollte im zweiten Schritt so aufbereitet werden, dass drittens eine Konzeptevaluation unter Einbeziehung von 8- bis 12-jährigen Kindern (Zielgruppe) erfolgen kann.

2.3. Evaluation des überarbeiteten Spielkonzepts

Im Anschluss an den Auswahlworkshop wurden von iserundschmidt verschiedene Elemente des Online-Spiels „5x5“ überarbeitet. Die Überarbeitung umfasste erstens den Austausch der Minispiele für Solarenergie und Wasserkraft. Beim neuen Solarspiel handelt es sich um eine Pong- bzw. Breakout-Variante, bei der mittels eines Schlägers (= Reflektors) in das Spielfeld hineinkommende Lichtteilchen (bzw. Photonen) auf Solarzellen umgelenkt werden müssen. Bei dem zweiten Spiel, einem digitalen Schiebepuzzle, müssen verschiedene Leitungsbausteine so zusammengesetzt werden, dass sie eine Einlauföffnung mit einer Ablauföffnung verbinden, so dass das Wasser hindurchfließen kann. Zur Überarbeitung gehörte zweitens, dass die Namen der Spielfiguren entfallen sind, und drittens eine veränderte Zielsetzung beim Metaspiel (Rennen) dahin gehend, dass nun alle Spielfiguren das Ziel erreichen müssen, bevor sie von den Energiefresser-Figuren eingeholt werden. Die Evaluation dieses überarbeiteten Spielkonzeptes erfolgte im Rahmen eines Projekttreffens in Berlin in Form einer Feedbackrunde im Anschluss an eine Präsentation von iserundschmidt.

Methodisches Vorgehen

Am 16. November 2009 wurde auf dem Projekttreffen in Berlin die überarbeitete Version des Spielkonzepts von iserundschmidt mit Hilfe einer Powerpoint-Präsentation vorgestellt. Da es sich um ein Treffen aller am powerado+ Projekt beteiligten Organisationen und Institutionen handelte, konnten auch jene Projektpartner ein Feedback zum Spiel geben, die in nicht direkt in dem Modul Onlinespiel engagiert waren. Methodisch kann die Feedbackrunde als Brainstorming eingeordnet werden, auf eine gesonderte Moderation wurde dabei aber verzichtet.

Anregungen aus der Feedbackrunde

Die Diskussion bezog sich zum einen auf das Meta- bzw. Rahmenspiel und fokussierte dabei vor allem auf die Energiefresser. Kritisch gesehen wurde von Einigen die Darstellung, weil sie eine Assoziation zum „bösen schwarzen Mann“ nahe legen, was durch eine andere Farbgebung (z.B. blau) aber leicht behebbar wäre. Weiterhin wurde thematisiert, dass die Energiefresser die Figuren der Erneuerbaren Energien verfolgen, die einzige Chance des Spielers, diesen Gegnern zu entkommen, aber darin bestehe, möglichst viel Energie zu erzeugen. Diese Spielaussage sei kritisch zu bewerten, da es im Zusammenhang der Umstellung auf Erneuerbare Energien immer

auch um das Einsparen von Energie und nicht nur die nachhaltigere Energieerzeugung gehe. Vor diesem Hintergrund wurden verschiedene Möglichkeiten diskutiert, wie das Moment des Energiesparens in das Spiel integriert werden könnte. Als Varianten wurden u.a. genannt ein Energiespar-Joker, den man einsetzen kann, um die Energiefresser (eine Zeitlang) zu blockieren, oder ein Sonderspiel, das bei Bedarf (2-3 mal) gespielt werden kann, um Energie einzusparen und damit die Energiefresser auf der Rennstrecke ein Stück weit zurückzusetzen.

Zum anderen wurde diskutiert, inwieweit erneuerbare Energiequellen in einem solchen Onlinespiel noch differenzierter repräsentiert werden könnten bzw. sollten. Aktuell falle die Darstellung im Spiel hinter fachliche Standards der Ausdifferenzierung zurück. So werde beispielsweise Photovoltaik, nicht aber Photothermie in dem Spiel berücksichtigt. Auch die unterschiedlichen Formen von Biomasse und Wasserkraft würden nicht repräsentiert. Im Übrigen würde der Energiebegriff in dem Spiel primär als die Erzeugung von Strom interpretiert, nicht aber als Wärmegewinnung, wie es etwa bei Geothermie der Fall sei. Es wurde in der Diskussion aber weitgehend Einigkeit darüber erzielt, dass eine solche Ausdifferenzierung den Spielrahmen vermutlich sprengen würde.

Fazit
Die Spielentwickler von iserundschmidt wurden gebeten, die Rückmeldungen aus dem Projekttreffen zu prüfen und nach Möglichkeit zeitnah in das Spielkonzept einzuarbeiten, damit eine neue Version für die bevor stehende Evaluation des Spielkonzepts durch Kinder im Alter der Zielgruppe zur Verfügung steht.

2.4. Evaluation des fortgeschrittenen Spielkonzepts

Das Spielkonzept wurde im Anschluss an das Projekttreffen erneut überarbeitet (so wurde ein „Bekämpf den Energiefresser“-Spiel integriert). Zu diesem Konzept lagen für den nächsten Evaluationsschritt von iserundschmidt auch grafische Entwürfe zum Screendesign (Scribbles) vor, die für die weitere Evaluation des Spielkonzepts zu einem Präsentations-Film aufbereitet wurden. Hierdurch sollte eine für Kinder angemessene Darstellung des Spielkonzeptes erreicht werden, welche zudem unabhängig von einem personellen Vermittler eingesetzt werden konnte.

Aufarbeitung des Spielkonzepts als Präsentationsvideo

Methodisches Vorgehen
Als Vorlage für den Film dienten zunächst die Scribbles von iserundschmidt, die darin enthaltenen Texte, sowie der Bericht zum Spielkonzept „5x5“. Der Film startete mit einem Einspieler mit Hintergrundinformationen zum Projekt sowie zur den Intentionen der Spielentwickler. Dieser Teil wurde direkt bei iserundschmidt gedreht und von Lutz Peschke gesprochen. Alle weiteren Textpassagen wurden aus dem Off gesprochen, wobei eine männliche Stimme verwendet wurde, um das Spiel zu erklären, und eine weibliche, um Texte innerhalb des Spiels vorzulesen. Die Chronologie des Films orientierte sich an der Reihenfolge eines Spieldurchlaufs. Animationen wurden sparsam und bewusst einfach eingesetzt, insbesondere um Bildbereiche hervorzuheben oder zu markieren, oder um Bewegungen im Spiel zu simulieren, wie z.B. das Vorrücken der Spielfiguren. Nach Fertigstellung wurde der

Film iserundschmidt zur Abnahme vorgelegt, um sicher zu stellen, dass die Idee des Spiels inhaltlich korrekt wiedergegeben wurde.

Fazit

Mit der Fertigstellung des Films stand eine erste audiovisuelle Aufarbeitung des bis dahin relativ abstrakten Spielkonzepts zur Verfügung, welche nach der Freigabe durch iserundschmidt für die folgenden Datenerhebungen zum Spielkonzept genutzt wurde, und zwar zur Darstellung des Evaluationsgegenstandes und als Anreiz/Impuls für die Gruppeninterviews. Bereits bei der Vertonung der im Spiel enthaltenen Hilfe- und Anleitungstexte wurde deutlich, dass diese zu lang sind und somit von Kindern kaum gelesen oder gar aktiv angeeignet werden dürften.

Gruppeninterview mit Kindern mit Computerspielerfahrung

Methodisches Vorgehen

Für die Konzeptevaluation sollten (gemäß Antrag) auch Kinder aus der originären Zielgruppe (8 bis 12 Jahre) befragt werden. Hierfür wurden gezielt Kinder gesucht, die bereits über Erfahrungen mit Computerspielen verfügten und so das zu bewertende Onlinespiel in Vergleich zu anderen Spielen setzen können. Außerdem wurde entschieden, ein Gruppeninterview mit Kindern durchzuführen, die sich bereits vorher kennen, um eine offene Gesprächsatmosphäre zu schaffen, in der sich die Kinder trauen, sich zu äußern, und in der sie sich gegenseitig zu weiteren Äußerungen animieren. Für die Auswahl der Teilnehmer wurde daher gezielt nach Computerclubs für Kinder gesucht und letztendlich ein Kontakt zum „Studio im Netz e.V." in München hergestellt, wo es einen Kinderclub sowie eine Mädchengruppe gab, die regelmäßig Computerspiele ausprobierten und testeten. Über diesen Kontakt konnten zwei Gruppen für die Evaluation gewonnen werden. Die erste Gruppe bestand aus 6 Kindern (Mädchen und Jungen) zwischen 8 und 10 Jahren, und die zweite Gruppe aus 5 Mädchen im Alter von 10 bis 12 Jahren. Die beiden Gruppeninterviews fanden an unterschiedlichen Tagen in den Räumen des SIN e.V. zu den jeweiligen Clubzeiten statt. Nach einer kurzen Vorstellung und Darstellung des Erhebungsablaufes erfolgte die Präsentation des Demo-Films über eine Leinwand, anschließend fand das Gruppeninterview in einem separaten Raum statt. Die Gruppeninterviews wurden als Video- sowie als Audioaufzeichnung mitgeschnitten und später transkribiert und ausgewertet.

Ergebnisse aus dem Gruppeninterview mit den Kindern (8-10 Jahre)

Die Kinder der ersten Gruppe äußerten sich allgemein positiv über das Spiel und begründeten dieses zumeist durch Nennung eines der Minispiele. Eine durchgehende Präferenz bei den Minispielen konnte dabei nicht verzeichnet werden, d.h. sie fanden alle Spiele gleich gut, wenngleich einige Spiele als schwer bzw. knifflig eingeschätzt wurden, weil sie – so die Annahme – viel Geduld oder Geschicklichkeit und Schnelligkeit erforderten. Auf der Basis des Films wurden das Windspiel und das Wasserspiel als besonders schwierig eingeschätzt, wobei für das Wasserspiel auch ein Vorschlag zur Vereinfachung gemacht wurde (Drehen der Puzzle - Teile ermöglichen). Zur Rennstrecke äußerten sich die Teilnehmer positiv („Gut", „Cool" oder „Geil"), verbanden damit aber auch die Erwartung eines schnellen Rennens. Zur Gestaltung wurde angemerkt, dass diese noch ein wenig bunter sein könnte. Für das Biomasse-Spiel gab es mehrere Verbesserungsvorschläge, wie beispielsweise dass der Traktor seine Ladung wieder verliert, wenn er irgendwo gegen stößt, oder dass man die Biomasse noch sortieren müsse, um

so zusätzliche Schwierigkeitsgrade einzuführen. Aus Sicht der Kinder fehlte in dem Spiel ein Kraftwerk, wo man die Biomasse hinbringen muss. Das Minispiel zur Geothermie wurde von mehreren Teilnehmern nicht mit Erdwärmebohrungen in Verbindung gebracht, aber als Spiel gleichwohl positiv gewürdigt (knifflig, herausfordernd). Auch bei dem Sonnenspiel war eine direkte Assoziation zu Sonnenstrahlen nicht ohne weiteres gegeben, was u.a. daran lag, dass die Photonen als schwarze Kugeln dargestellt werden, Kinder aber Licht nicht mit der Farbe Schwarz in Verbindung bringen bzw. Licht eher mit einem (Sonnen-)Strahl denn mit einer Kugel assoziiert wird. Es wurde vorgeschlagen, eine Sonne mit in das Bild zu integrieren, von der die Strahlen kommen, und den Spiegel wie einen echten Spiegel aussehen zu lassen anstatt wie einen schwarzen Balken. Insgesamt fanden die Teilnehmer das Spiel aber gut, weil es „schwer" und „schnell" ist, aber auch „weil man was daraus lernt". Sie konnten allerdings nicht erklären, was man aus dem Spiel lernen kann. Die Texte, die in dem Film vorgelesen wurden, waren ihrer Meinung nach verständlich, aber nur, wenn man sie nicht selber lesen muss. Daher sollten sie ihrer Ansicht nach auch im späteren Spiel vorgelesen werden.

Ergebnisse aus dem Gruppeninterview mit den Mädchen (10-12 Jahre)

Die (ältere) Gruppe der Mädchen würde das Spiel auf jeden Fall mal ausprobieren, es wurde jedoch gleich als Lernspiel erkannt bzw. so eingestuft, das es zwar Spaß machen könnte, aber nicht wirklich mit „anderen Spielen" vergleichbar sei, die mehr Anreize böten und mit denen man sich öfter beschäftigen könnte, weil man nicht gleich alles kennt. Vor diesem Hintergrund wurden verschiedene Vorschläge gemacht, wie man das Spiel auch für Kinder über 10 Jahre interessanter und vor allem längerfristig motivierend machen könnte. Z.B. konnten sich die Mädchen noch mehr Minispiele mit verschiedenen Schwierigkeitsstufen vorstellen, und sie überlegten sehr ausführlich, wie man die Spiele noch erweitern oder die Schwierigkeit erhöhen kann (z.B. in höheren Leveln mehr Felder beim Erdwärme- Spiel, oder dass die Felder nacheinander aufleuchten und man das in der richtigen Reihenfolge wiederholen muss, oder Erschwernisse durch die Stromfresser in den Minispielen). In diesem Kontext wurde die Rennstrecke als positives Element gesehen, da man sonst nur die Minispiele spielen würde. Durch das Rennen würde ein zusätzlicher Ansporn entstehen.

Als recht schwierig bzw. herausfordernd wurden das Windspiel und das Wasserspiel bewertet, für die daher Vereinfachungen für den Einstieg (niedrigere Level) diskutiert wurden. Beispielsweise könnten die Puzzleteile beim Wasserspiel zunächst drehbar sein. Die Diskussion zum Geothermie-Spiel machte deutlich, dass der thematische Hintergrund von einigen Teilnehmern zunächst nicht erkannt wurde und sich erst in der Diskussion (bzw. durch die Infos im Film) erschloss. Eine Idee der Teilnehmerinnen war hier, dass sich der Mauszeiger beim Feldkontakt in einen Bohrer verwandelt, um den Bezug zur Erdwärmebohrung herzustellen. Auch diese ältere Gruppe konnte nicht genauer benennen, was in dem Spiel gelernt werden kann. Genau wie die andere Gruppe fand sie die vorgelesenen Texte verständlich und plädierte dafür, sie auch im Spiel auditiv zu vermitteln. Insgesamt wurde deutlich, dass die im Schnitt zwei Jahre älteren Mädchen mit den Spielanforderungen nur kurzfristig motivierbar wären und für eine längerfristige Beschäftigung mehr Abwechslung benötigen würden als sie die Minispiele in dieser Form bieten.

Fazit

Grundsätzlich reagierten beide Gruppen positiv auf das Spielkonzept, wobei die Identifizierung und Klassifizierung des Spiels als Lernspiel insofern problematisch sein könnte, da es in erster Linie mit „Lernen" assoziiert wird anstatt mit „Spielen" und „Spaß". Allerdings ist hier zu berücksichtigen, dass dieser Aspekt im Impuls-Film auch ausdrücklich erwähnt wurde; ggf. erzeugt das Spiel selbst – zumindest bei jüngeren Kindern – einen anderen Eindruck. Kinder über 10 Jahre meldeten bereits auf der Basis des Spielkonzeptes zurück, dass das Spiel (bzw. die fünf Minispiele) sie kaum längerfristig zum Spielen motivieren würde. Sie erwarten offensichtlich höhere Anforderungen an digitale Spiele und damit verbunden mehr Abwechslung. Der Bezug zu den Erneuerbaren Energien blieb für die Kinder diffus. In beiden Gruppen konnten die Kinder nicht sagen, was man in dem Spiel eigentlich lernt („Da lernt man, wie gefährlich Energie ist" … „und wie schwer es sein kann, Wasserrohre hinzubasteln"). Bei den meisten Minispielen beschrieben die Kinder zumindest die Spielaufgaben so, dass sie etwas mit Energie zu tun haben, beim Erdwärme-Spiel gelang ihnen das allerdings nicht, so dass sich hier eine konzeptionelle Schwäche offenbart. Zum einen wird nicht erkennbar, dass es sich um Bohrungen handelt (und nicht einfach um ein Merkspiel wo „Energie in der Erde" versteckt ist), zum anderen ist der Bezug zwischen Bohrungen und Wärme nicht transparent. Auch für das Sonnenspiel ergibt sich im Anschluss an die Gruppeninterviews ein Nachbesserungsbedarf, weil die Darstellung von Spiegel und Sonnenlicht für die Kinder nicht stimmig erscheint. Ferner deutet sich an, dass das Wasserspiel für die Altersgruppe ggf. zu schwierig sein und ein vereinfachter Einstieg notwendig werden könnte. Einigkeit herrschte auf Seiten der Kinder bei dem Wunsch, die Anleitungstexte nicht selbst lesen zu müssen.

Leitfadengestützte Interviews mit den Auftraggebern

Methodisches Vorgehen

Zufriedenheit ist ein zentrales Qualitätskriterium zur Produktbewertung. In unserem Kontext geht es dabei zum einen um eine entsprechende Akzeptanz des Onlinespiels durch die Zielgruppe, zum anderen aber auch um die Zufriedenheit der Auftraggeber (hier: BMU bzw. Projektträger). Um die Perspektive der Auftraggeber in Erfahrung zu bringen, wurde je ein leitfadengestütztes Interview mit einem Vertreter/einer Vertreterin des Grundsatzreferats Erneuerbare Energien (BMU) sowie des Projektträgers Jülich durchgeführt, und zwar in den Räumen des BMU in Berlin. Weiterhin sollte ein Interview mit einem Vertreter des Bildungsservice (BMU) durchgeführt werden, allerdings ließ sich ein persönliches Interview aus Zeitgründen nicht realisieren, so dass die Fragen schriftlich per E-Mail gestellt und beantwortet wurden, mit dem Ergebnis, dass die Antworten wesentlich kürzer ausfielen als in den beiden Face-to-Face-Interviews. Die Basis für die Datenerhebung war in allen drei Fällen das Demo-Video mit dem Spielkonzept. Die mündlichen Interviews wurden elektronisch aufgezeichnet (Video- und Ton) und anschließend transkribiert und ausgewertet.

Ergebnisse aus dem Interview mit einem Vertreter des Grundsatzreferats EE

Die Bewertung des Spiels fiel in dem Interview insgesamt positiv aus, die Zusammensetzung sei überzeugend. Als positive Aspekte ausdrücklich genannt wurden u.a. der zeitliche Druck, der in dem Spiel aufgebaut werde, sowie die Verwendung alter (d.h. bekannter) Spielkonzepte (wie

Pong und Snake) für die Minispiele, deren Abwandlung für das Thema Erneuerbare Energien durchaus seinen Reiz habe. Verbesserungsmöglichkeiten bzw. -bedarfe wurden mit Blick auf die grafische Gestaltung sowie bezogen auf Details im Spielkonzept und den mit dem Spiel transportierten Aussagen formuliert. Zur Darstellung wurde etwa angemerkt, dass die Energiefresser in der Draufsicht nicht deutlich genug erkennbar seien und dass die Solarmodule zu wenig Ähnlichkeit mit realen Solarmodulen aufwiesen. Für das Spielkonzept wurden Elemente wie die Ampel oder auch das „Laufband" im Grunde als überflüssig angesehen. Als unlogisch wurde der Umstand bezeichnet, dass der Traktor über die Anhänger fährt, um sie hinten anzuhängen, und problematisch sei, dass bei dem Windrad-Spiel der Wind negativ besetzt sei, da er den Bau der Windkrafträder erschwere, während ein starker Wind für den Betrieb natürlich wünschenswert sei. Beim Spiel, in dem die Energiefresser bekämpft werden, stelle sich die Frage, warum die Glühbirnen von oben herunterfallen und warum sie nicht kaputt gehen, wenn sie auf dem Boden aufkommen. Beim Geothermie-Minispiel sei der Bezug zur Geothermie bzw. Erdwärme(-bohrung) nicht wirklich erkennbar.

Weiterhin wurden Überlegungen dazu formuliert, ob es möglich und sinnvoll sei, das Thema Energieeffizienz noch in das Spiel aufzunehmen und auch deutlich zu machen, dass Erneuerbare Energien nicht isoliert existieren, sondern in einen Mix aus anderen Energiequellen eingebettet sind. Gleichzeitig wurden die in das Spiel integrierten Texte mit den Sachinformationen in der vorliegenden Fassung bereits als „zu lang" bezeichnet, und es wurde angeregt zu prüfen, ob die Vermittlung der Kernbotschaften nicht kürzer erfolgen könnte, zumal das Spiel ohnehin nur einen Einstieg in das Thema bieten könne. Eine weitere Beschäftigung mit dem Thema solle eher über Verweise statt durch integrierte Informationen angeregt werden, also über Links zu externen Informationsangeboten. Wie eine angemessene Einbettung des Spiels aussehen könne, sei eine offene Frage, vor allem, wenn man an einen (sprachlich und inhaltlich) angemessenen Kontext für jüngere Kinder denke. Eine wichtige Rolle bei der Verbreitung und Bekanntmachung des Spiels könnten soziale Netzwerke spielen, in denen sich Kinder und Jugendliche bewegen.

Ergebnisse aus dem Interview mit einem Vertreter des Projektträgers

Unser Interviewpartner schätzte das Spiel so ein, dass es „für Kinder ganz interessant aufgemacht" sei. Die Figuren seien sympathisch und das Wettrennen gegen die Energiefresser „ganz gut", wobei es vor allem wichtig sei, dass die Figuren gemeinsam ins Ziel müssten. Einige Minispiele wurden aber noch als zu unspezifisch angesehen, so lerne man beim Anhängersammeln nichts über Biomasse, bzw. es sei unklar, was dieses Spiel über Biomasse aussage. Das Minispiel zur Wasserkraft sei hingegen „sinngebend", und auch der spielerische Aufbau eines Windrades sei eine interessante Aufgabe, wenngleich die Funktionsweise zur Energiegewinnung noch besser erklärt oder veranschaulicht werden sollte. Insgesamt sei der Informationsgehalt des Spiels noch zu gering, und die in das Spiel integrierten Texte seien nicht genügend an den Alltagserfahrungen der Kinder orientiert. Zusätzliche Informationen könnten durch eine kurze und kindgerechte Spielanweisung vor jedem Spiel eingefügt werden. Es sei allerdings anzunehmen, dass sich die Kinder in dem Spiel Fragen stellen, die nur an anderer Stelle beantwortet werden können. Insofern wurde auch in diesem Interview die angemessene Einbettung des Onlinespiels als wichtig angesehen.

Ergebnisse aus dem schriftlichen Feedback des BMU-Bildungsservice

Die Erwartungen an das Spiel wurden durch die Schlagworte „Spiel, Spaß, Spannung [und] Lernen“ umschrieben. Das Spiel solle Interesse und Motivation zur weiteren Beschäftigung mit dem Thema Erneuerbare Energien anregen und könne eine entsprechende Sensibilisierung erreichen, wobei die Potentiale vom Informanten eher im außerschulischen Einsatz gesehen wurden. Das Wettrennen sei für die Zielgruppe sicherlich ein reizvolles Element, allerdings würden die Minispiele auf die Dauer sicher langweilig. Die Anleitungen seien verständlich und die Spielfiguren für die anvisierte Zielgruppe angemessen. Allerdings wurde die Schwierigkeit des Spiels als eher gering eingeschätzt, so dass im Interesse einer längerfristigen Motivation steigende Schwierigkeitsstufen wünschenswert wären.

Fazit

Der Grundaufbau des Spiels wurde von den Interviewpartnern weitgehend akzeptiert, die thematischen Bezüge der Spielprinzipien seien in einzelnen Minispielen (z.B. Biomasse, Geothermie) aber nur sehr schwach ausgeprägt und verbesserbar. Bezogen auf die grafische Darstellung gab es einzelne Nachbesserungsvorschläge, angeregt wurde aber auch das Überdenken bzw. Überarbeiten bestimmter im Spiel enthaltener Aussagen über Erneuerbare Energien (z.B. Wind als Hindernis im Windkraftspiel). Die im Spiel enthalten sprachlichen bzw. textlichen Informationen wurden unterschiedlich eingeschätzt. Während von Seiten des Grundsatzreferates EE im Interesse der Zielgruppenpassung eine Reduzierung der (zu langen) Texte als notwendig erachtet wurde, wurde von Seiten des Projektträgers ein Mehr an Informationen eingefordert, einerseits über die im Spiel enthaltenen Energieformen, andererseits über weitere (bisher fehlende) Themen wie Energieeffizienz und EE als Teil eines Energiemix.

Diskussion mit Computerspielexperten (Acagamics)

Im Sinne einer Methoden- und Perspektiventriangulation sollte neben den Interviews mit Vertretern der Auftraggeber und den Gruppeninterviews mit Kindern auch in dieser Evaluationsphase noch einmal die Perspektive von Computerspielexperten berücksichtigt werden. Der Präsentations-Film wurde hier im Rahmen einer gemeinsamen Sitzung als Diskussionsimpuls für eine moderierte, aber nur minimal gelenkte Expertendiskussion verwendet.

Ergebnisse aus der Feedbackrunde der Expertendiskussion

Die Mitglieder von Acagamics waren sich einig in der Einschätzung, dass Kinder entsprechend ihrer sonstigen Computerspielerfahrungen direkt mit dem Spielen loslegen und keinesfalls vorher einen Text lesen wollten (und lesen würden). Die Texte im Spiel seien außerdem zu umfangreich, zu klein geschrieben und zu langweilig. In modernen Computerspielen seien daher die Texte am Anfang eines Spiels auf ein Minimum beschränkt (z.B. narrative Rahmung des Spiels) und ein schneller Spieleinstieg der Standard. Zusätzliche Informationen würden genau dann angeboten (und von den Spielern auch wahrgenommen), wenn sie für das Weiterkommen benötigt würden, aber nicht vorher. Alle für das Spiel benötigten Informationen sollte man sich als während des Spiels just in time aneignen können.

Ein weiteres wichtiges Prinzip des Game Designs sei es, dass auf die Aktionen der Spieler immer ein unmittelbares Feedback erfolge, damit dieser wisse, ob er auf dem richtigen Weg sei.

Jeder kleine Fortschritt sollte sofort belohnt werden mit Rückmeldungen wie „Hey, das hast du super gemacht“. Bei dem Spiel 5x5 sei aber das Gegenteil der Fall: lange Anleitungstexte vor jedem Spiel, dafür im und nach dem Spiel kaum ein nützliches Feedback. Die Spielfiguren wurden als gelungen und kindgerecht angesehen, allerdings bemängelt, dass das Potential der Figuren nicht ausreichend genutzt werde. Sie blieben statisch und kommunizierten nicht mit dem Spieler, so dass dieser keine Beziehung zu ihnen aufbaue. Daher sollten die Figuren emotionaler vorgestellt werden, mittels (kleiner) Animationen mit dem Spieler interagieren (bzw. kommunizieren) und z.B. in Abhängigkeit vom Verhalten des Spielers auch Freude oder Ärger zeigen. Verbesserungsmöglichkeiten wurden schließlich auch in Bezug auf die Navigation gesehen. Empfohlen wurde, die in der jeweiligen Spielsituation relevanten Interface- bzw. Steuerelemente auf dem Bildschirm so zu gestalten, dass diese sofort entdeckt werden, wenn sie gebraucht würden. Beispielsweise sollte der Button zum „Weiterspielen“ groß und fett gestaltet sein, damit die Kinder nicht erst danach suchen müssten.

Fazit

Das Experten-Feedback umfasste relevante Anregungen und Empfehlungen zum Spieldesign und Gameplay, die interpretiert werden können als starkes Plädoyer für einen Abbau der instruktionistischen und für einen Ausbau der interaktiven und kommunikativen Elemente im Spiel, die für das Medium Computerspiel grundlegend sind und insofern auch den Erwartungen der Kinder entsprechen. Die Anregungen waren fokussiert auf die Einführung und Rahmung der Minispiele, also beispielsweise auf die (zu langen) Anleitungstexte, auf die nicht ausgeschöpften involvierenden (also auch emotionalisierenden) Potenziale der Spielfiguren, auf das zu seltene (und an vielen Stellen ganz fehlende) klare und situative Feedback zu den Aktionen der Spielenden und auf die Optimierungsmöglichkeiten im Bereich der Navigation, um Orientierungslosigkeit zu vermeiden und das Risiko eines Spielabbruchs zu minimieren.

2.5. Evaluation des programmierten Spiels

Nachdem sich bisher die Optimierungsvorschläge stets auf das Spielkonzept bezogen, stand für diese Projektphase eine lauffähige Version des Spiels zur Verfügung. Hauptaugenmerk der Evaluation war vor allem die Frage, ob das Spiel für Kinder zwischen acht und zwölf Jahren altersgerecht gestaltet und angelegt ist. Hierfür wurden die Pilotnutzer erst beim Spielen beobachtet und anschließend zum Spiel interviewt.

Beobachtung und Befragung von Pilotnutzern

Stichprobenziehung

Da mit dem Spiel „5x5“ Kinder zwischen acht und zwölf Jahren angesprochen und erreicht werden sollen, wurden als Pilotspieler/innen Kinder dieser Altersgruppe gesucht. Um ggf. bei der Auswertung nach Geschlecht und Alter differenzieren zu können, wurde angestrebt, pro Jahrgang jeweils einen Jungen und ein Mädchen für die Teilnahme an der Studie zu gewinnen. Weitere Merkmale wurden nicht vorgegeben, allerdings wurde im Rahmen des Interviews u.a. nach den Spielerfahrungen und Gewohnheiten in Bezug auf Internetnutzung und Computerspiele gefragt. Die Akquise der Pilotnutzer erfolgte zunächst über Handzettel im Postkartenformat, die im Rahmen der Kinderuni und des Wissenschaftssommers 2010 in Magdeburg verteilt

wurden, drei weitere Pilotspieler konnten im Rahmen der Abschlussveranstaltung der Magdeburger Medienwochen 2010 geworben werden. Insgesamt standen für die Datenerhebung sechs Mädchen und sieben Jungen der entsprechenden Altersspanne zur Verfügung.

Versuchsaufbau

Die videogestützten Beobachtungen mit anschließenden Interviews fanden in den Räumen der Otto-von-Guericke-Universität statt. Hierfür stand ein großflächiger Büroraum im Hochparterre des Gebäudes 40 zur Verfügung, der im Erhebungszeitraum ausschließlich für die Datenerhebungen genutzt wurde. Dort wurde für die Pilotnutzer ein Computer-Arbeitsplatz (Notebook) mit Zugang zum Internet sowie PC-Lautsprechern und zwei synchron geschalteten Bildschirmen eingerichtet, die so angeordnet waren, dass eine Videokamera sowohl den Pilotspieler als auch das Geschehen auf dem (zweiten) Bildschirm aufzeichnen konnte. Die Bedienung des Spiels erfolgte über eine herkömmliche Tastatur und Maus.

Abbildung 9: Versuchsaufbau für die videogestützte Beobachtung

Quelle: Eigenes Bildmaterial (Winny/Fromme)

In der Versuchssituation wurden die Teilnehmer/innen gebeten, das Spiel selbstständig auszuprobieren. Eine Einweisung durch den Versuchsleiter erfolgte lediglich in Bezug auf den Ablauf der Versuchseinheit sowie in Bezug auf die Hardware (Maus, Tastatur, Lautsprecher, Kamera). Nach 35 Minuten Spielzeit wurde dem Pilotspieler bzw. der Pilotspielerin das anstehende Ende der Spielphase angekündigt. Abhängig vom Spielverlauf wurde die Spielphase dann im Verlauf der nächsten fünf bis zehn Minuten beendet. Die Videoaufzeichnungen wurden später eingesehen und protokolliert.

Im Anschluss an die Spiel- und Testphase folgte jeweils ein ca. 20- bis 30-minütiges leitfadengestütztes Interview. Ziel der Interviews war es, das Spielverständnis der beobachteten Pilotnutzer zu rekonstruieren um zu verstehen, wie sie das Spiel bzw. einzelne Spielelemente

wahrgenommen und interpretiert hatten. Die Interviews wurden digital aufgezeichnet, später transkribiert und inhaltsanalytisch ausgewertet.

Ergebnisse der videogestützten Beobachtung

Mit Ausnahme von wenigen Spielabstürzen konnten im Rahmen der insgesamt 13 Beobachtungen keine Situationen beobachtet werden, in denen Probleme auftraten, welche von den Spieler/innen gar nicht gelöst werden konnten und somit einem Spielabbruch gleich gekommen wären. Allerdings gab es mehrere Stellen, bei denen einige Spieler nicht sofort weiter wussten und ggf. auch länger nach einer Lösung suchen mussten. In Bezug auf den Schwierigkeitsgrad der Minispiele konnte beobachtet werden, dass das Wasserkraft-Spiel am schwersten zu bewältigen war. Nur zwei Spieler schafften es überhaupt, wovon einer – nachdem er wusste, wie es geht – das Wasserrohr jedes Mal richtig zusammensetzte. Auch das Traktorspiel bereitete vielen Spielern, vor allem den jüngeren, einige Schwierigkeiten. Nur wenige schafften es, innerhalb der Spielzeit alle Anhänger einzusammeln, aber den meisten gelang es doch, den Traktor zu steuern. Auffällig war hier die offensichtliche Motivation, die gestellte Aufgabe zu lösen, so dass bei diesem Spiel das Anforderungsniveau gut zu der Zielgruppe zu passen scheint. Schlecht ausbalanciert erscheint im Vergleich dazu vor allem das Anforderungsniveau im Sonnenenergiespiel, welches häufig auch dann recht schnell gewonnen wurde, wenn man aktiv gar nichts dazu beigetragen hatte, weil die Lichtkugeln oft auch zufällig den Reflektor treffen.

Ergebnisse der Befragung

Das Spiel „5x5“ wurde von fast allen Pilotspielern positiv bewertet. Dass solche allgemein positiven Bewertungen zurückhaltend interpretiert werden müssen, wissen wir u.a. aus eigenen früheren Untersuchungen (Fromme/Russler 2007a). Dort haben Kinder dieser Altersklasse selbst dann positive Bewertungen zu einem Onlinespiel abgegeben, wenn sie die Grundzüge des Spiels gar nicht verstanden hatten. Im Rahmen der Interviews der aktuellen Studie wurde daher erneut untersucht, wie die Spieler/innen die einzelnen Spielaufgaben deuten und inwiefern sie bei den Minispielen Bezüge zum Thema Erneuerbare Energien erkennen.

Liest man die Tabelle waagerecht, so fällt der Testspieler 09-M2002 als derjenige auf, bei dem es fast gar keine Übereinstimmungen gibt. Da es sich dabei um einen sehr jungen Teilnehmer handelt, liegt die Vermutung nahe, dass es hierfür altersbedingte Gründe geben könnte. Tatsächlich handelt es sich bei denjenigen, die wenig grüne Markierungen haben, vor allem um die jüngeren Kinder (10-W2003; 02-W2002). Allerdings gibt es bei 12-M2002, einem Kind aus demselben Jahrgang, besonders viele Übereinstimmungen. Auf der anderen Seite hat ein zwei Jahre älteres Kind (13-W2000) bei sieben von insgesamt sechzehn Items keine Antwort gegeben. Aus dem Interview geht jedoch hervor, dass sie das Energiefresserspiel gar nicht gesehen/ausprobiert hatte, was immerhin zwei der roten Markierungen erklärt. Wertet man die Tabelle nach den Items aus (senkrechte Lesart), so wird schnell deutlich, dass insbesondere das Energiefresserspiel optimiert bzw. besser kommuniziert werden müsste. Eine Testspielerin war z.B. der Meinung, die Zahlen neben dem Energiefresser würden die Schwierigkeitsgrade angeben. Andere konnten nicht sagen, wie sich das Spiel auf den Spielverlauf auswirkt.

Unsicherheiten gab es auch in Bezug auf die Spielauswahl, aber die Teilnehmer hatten keine grundlegenden Schwierigkeiten, die Spielaufgaben der Minispiele zu erklären.

Tabelle 2: Abgleich der Spielrekonstruktionen der Pilotnutzer mit den Intentionen des Spiels.

		Spielaufgabe verstanden									Bezug zu EE verstanden						
	Bewertung	Wettrennen	Spielauswahl	Energiefresser	Stapelspiel	Trekkerspiel	Gedächtnisspiel	Pong-Variante	Puzzlespiel	Point&Click	Thema Energie	Windkraft	Biomasse	Geothermie	Solarenergie	Wasserkraft	Energiefresser
01-M2000	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
02-W2002	✓	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	!	!	✗	✗	!	!
03-W2000	✓	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	!	✗	✓	✗	!
04-M1998	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	!	✓	✓
05-W2000	✓	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	!	!	✓
06-M2000	✓	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	!	✗	✓
07-M2000	✓	✓	✓	!	✓	!	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
08-M2000	!	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓
09-M2002	✓	✓	✗	✗	✓	!	!	!	!	!	✗	!	✗	✗	!	✗	!
10-W2003	✓	✓	!	✗	!	✓	✓	✓	✓	!	✗	!	✗	✗	!	!	!
11-W1999	✓	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	!	!	✗	✓
12-M2002	✓	✓	✓	!	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
13-W2000	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✗

Quelle: Eigene Darstellung (Winny/Fromme)

Weniger positiv fallen die Ergebnisse bei den Fragen aus, was die Spiele mit Energie zu tun haben könnten. Zwei Drittel der Testspieler konnten das Minispiel Geothermie nicht mit Erdwärme (im weiteren Sinne) in Verbindung bringen. Mindestens vier von Ihnen gaben an, es gehe um Bohrungen für etwas wie Öl, Gas oder Stromkabel. In einem Fall wurden die Türme als Basketballkörbe gedeutet und die roten Punkte als „ganz heiß von der Sonne“. Auch bei dem Biomassespiel wurde kaum ein Bezug zu Erneuerbaren Energien hergestellt. Der Traktor (oder auch mal ein Rasenmäher) wurde in der Regel erkannt, doch bei der Frage, was denn in den Anhängern sein könnte, wurden konkrete Dinge genannt wie „Stöcke, Äste oder Erde“, „Blätter, Apfel und so ein Biozeug“ oder auch „Gemüse und Kuhkacke für die Ernten“. Die Antworten bleiben also auf der Ebene der konkreten Anschauung und im Kontext dessen, was Kinder mit einem Bauernhof verbinden. Die Brücke zwischen Bauernhof und nachhaltiger Energiegewinnung wird dagegen nicht gesehen, dazu fehlt das notwendige Orientierungswissen. Die Spiele, die konkrete Darstellungen aus dem Bereich Energie integriert haben, werden entsprechend häufiger mit dem Thema Energie assoziiert (im Windkraftspiel ist es das Windkraftrad, bei dem Energiefresserspiel die Energiesparlampen). Bei dem Sonnenenergiespiel wird häufig der Bezug zur Sonne erkannt, jedoch nicht, dass in dem Spiel Sonnenstrahlen mit einem Spiegel umgelenkt werden. Sprachlich zeigt sich das in der Verwendung von Begriffen wie „Balken und Bälle“ oder „Stromkügelchen“. Das Problem scheint zu sein, dass weder der Spiegel noch die Sonnenstrahlen so dargestellt werden, wie Kinder sie aus ihrem Lebensalltag kennen. Einer der

Pilotnutzer deutet die Bälle daher „als Wolkenbrecher oder Putzmittel“, nämlich für den Fall, dass mal „Staub auf den Platten ist“.

Gruppeninterview mit Computerspielexperten (Acagamics)

Methodisches Vorgehen

Zusätzlich zur Befragung und Beobachtung von Kindern ist das Spiel auch noch einmal aus der Sicht von Computerspielexperten begutachtet worden. Für die Evaluation des Spiels „5x5“ konnten auf Anfrage vier Mitglieder von Acagamics für ein Gruppeninterview gewonnen werden. Das Interview fand in Räumen der Fakultät für Informatik in Magdeburg statt. Dort gibt es einen Computerraum, in dem die Teilnehmer zunächst die Möglichkeit hatten, sich mit dem Spiel vertraut zu machen. Anschließend wurde das Gruppeninterview in einem separaten Besprechungsraum durchgeführt. Das Interview wurde für die spätere Transkription digital aufgezeichnet.

Ergebnisse des Gruppeninterviews

Die Teilnehmer des Gruppeninterviews äußerten sich positiv zur Auswahl der Minispiele. Sie seien überzeugend und einfach, allerdings insgesamt schlecht eingebettet. Kritisiert wurde hier zum einen die Aufteilung des Bildschirms, der keine Orientierung biete, sowie der Umstand, dass Aktionen parallel laufen, wie beispielsweise das Lesen der Kurzanleitung, während das Spiel bereits startet, oder die Energiefresser, die auf der Rennbahn näher kommen, während die Aufmerksamkeit auf das Minispiel gerichtet ist. Dies führe zu der Situation, dass man nicht wisse, was gerade passiere, was man machen müsse und wie die einzelnen Spielelemente verknüpft seien. Diese Problematik ziehe sich durch das gesamte Spiel. So sei beispielsweise beim Intro (eine bloße Logo-Animation) die Chance vertan worden, die Figuren einzuführen oder mit Hilfe einer Story die Spielaufgabe vorzustellen. Daher komme leider keine Identifikation mit den Figuren zustande, die durchaus Identifikationspotential hätten. Die Figuren wirkten auf der nächsten Seite wie ein Auswahlmenü, da sie sehr groß und mittig auf dem Bildschirm platziert seien, wodurch die Schaltflächen, die zum Spiel führen, in den Hintergrund träten. Dieses sei vor allem deswegen verwirrend, weil über die Figuren nur Randinformationen bereitgestellt würden, die für das Spiel zunächst nicht wichtig seien. Eine Einführung, worum es in dem Spiel geht und was das Spielziel ist, fehle, und es werde nicht deutlich, dass man als Spieler das Team „retten“ müsse. Die Möglichkeit, die Anleitung als gepackte Zip-Datei herunterzuladen, wurde von den Teilnehmern als „Witz“ bezeichnet, weil diese Form der Bereitstellung von Informationen gar nicht den derzeitigen Standards im Game Design entspreche. Angeregt wurde, die Energiefresser als Gegner vorzustellen, denen das Team der Erneuerbaren Energien gegenübergestellt wird. Außerdem wurde vorgeschlagen, dass man beim Klick auf die Figuren die Möglichkeit erhält, das zur Figur gehörende Minispiel ohne Zeitdruck einmal auszuprobieren und die Vorstellung der Figuren somit für eine Art Tutorial zu nutzen.

Insgesamt wurde eine Überarbeitung des Screendesigns dahingehend angeregt, dass die Spieler/innen in jeder Situation gleich wissen, was zu tun ist und wo es weitergeht. Dies sei umso wichtiger, als es für die Spielenden kaum ein Feedback gebe bzw. das Feedback teilweise sogar irreführend sei, wie bei dem Energiefresserspiel, bei dem „beinahe gejubelt wird“, wenn

man etwas falsch gemacht hat. Die Verwendung von Sound wurde von den Teilnehmern des Gruppeninterviews grundsätzlich positiv bewertet, allerdings sei die Umsetzung im Rahmen des Spiels noch unbefriedigend. Wünschenswert sei eine durchgehende Geräuschkulisse, etwa durch Hintergrundmusik, die man ggf. abschalten kann. In Bezug auf das Wasserkraftspiel wurde vorgeschlagen, dass man die Spielsteine tauschen kann anstatt sie zu verschieben, um den Schwierigkeitsgrad zu senken.

Ein weiterer wichtiger Punkt, der angesprochen wurde, war das Fehlen von Visualisierungen, mit deren Hilfe z.B. die Zusammenhänge zwischen den Minispielen und dem Vorrücken der Figuren auf der Rennstrecke oder die Verbindungen zu Erneuerbaren Energien deutlich gemacht werden. Dazu seien insbesondere kleine Animationen geeignet. Ansonsten wünschten sich die Teilnehmer der Gruppendiskussion mehr Transparenz für das Geschehen auf der Rennstrecke. Diese sei beispielsweise durch Fußspuren herstellbar, anhand derer die Abstände der Figuren zueinander besser eingeschätzt werden könnten.

2.6. Das fertige Spiel: Diskussion und Ausblick

Rückblickend lässt sich sagen, dass sich die sehr intensive Planungs-, Evaluierungs- und Optimierungsphase vor dem Programmieren bewährt hat, da das Spiel mit den Evaluationsergebnissen jeder Phase weiter verbessert werden konnte. Im Ergebnis liegt eine Spielversion vor, die spieltechnisch zu funktionieren scheint und hinsichtlich Navigation und Feedback so umgestaltet wurde, dass es den Spielern die notwendige Orientierung vermittelt. Auch wenn die finale Version des Spiels nicht noch einmal evaluiert wurde, wir also keine Daten zur Bewertung der aktuellen Spielversion heranziehen können, dürften die Erwartungen der Auftraggeber an das Spiel im Großen und Ganzen erfüllt worden sein.

Im Vergleich mit anderen Serious Games bzw. Lernspielen bleibt aber festzuhalten, dass es sich bei „5x5“ nicht um Lernspiel im engeren Sinne handelt. Dies ist bereits recht früh entschiedenen und akzeptiert worden. Das bedeutet, die Bezüge der Spielaufgaben zum Thema der Erneuerbaren Energien sind vergleichsweise dünn (für einen alternativen Ansatz siehe http://www.playludwig.com/). Daran war angesichts der konzeptionellen Grundentscheidungen (Kombination von Minispielen) durch die Optimierungen nur in begrenztem Umfang etwas zu ändern. Beim „Masterspiel“ des Wettrennens bleibt der Themenbezug beispielsweise darauf beschränkt dass die Figuren verschiedene Erneuerbare Energien „verkörpern“, die sich im Wettstreit mit plötzlich auftauchenden Energiefressern befinden. Das Spiel selbst würde – ähnlich wie bei einem Memory Spiel – auch mit anderen Figuren funktionieren. Auch bei den Minispielen ist der Bezug zu Erneuerbaren Energien nicht unmittelbar ersichtlich: Vordergründig geht es um Traktoren und einzusammelnde Anhänger, um das Memorieren markierter Felder, um das richtige Zusammenfügen eines zerlegten Rohres, um das Einfangen von „Lichtteilchen“ und um das geschickte Aufstapeln von Bauteilen eines Windkraftrades. Das heißt, die Aufgabenstellungen stehen nur mittelbar im Zusammenhang mit Tätigkeiten, die (Erneuerbare) Energie erzeugen, die größte Nähe zur tatsächlichen Energieproduktion weist das Solarspiel auf. Die anderen Minispiele umfassen Aufgaben, die durch die Inszenierung in der einen oder anderen Weise der Vorbereitung für eine spätere Energieproduktion dienen. Positiv hervorzuheben ist daher, dass mit den neu integrierten Animationen nach Abschluss der

Minispiele eine nachträgliche Einbettung in den Kontext der Energiegewinnung und damit eine „Sinngebung“ erfolgt ist.

2.7. Berichte zum Modul

Fromme, Johannes; Rußler, Steffen (2012): Konzeptevaluation für das Online-Spiel 5x5. Ergebnisbericht OS6. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fromme, Johannes; Rußler, Steffen (2012): Prozessevaluation desOnline-Spiels 5x5. Ergebnisbericht OS8. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fromme, Johannes; Rußler, Steffen (2009): Konzept des Simulation-Online-Spiels „Sheep Society“. Ergebnisbericht OS2. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fromme, Johannes; Peschke, Lutz; Rußler, Steffen (2009b): Workshop-Bericht zur Auswahl eines Spielkonzepts zum Thema erneuerbare Energien für die Umsetzung als Onlinespiel. Ergebnisbericht OS4. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fromme, Johannes; Peschke; Lutz; Rußler, Steffen (2009a): powerado-plus: Das Modul Online-Spiel EE2. Modulbeschreibung OS1. Magdeburg und Bonn: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und iserundschmidt GmbH

3. Modul 12: Medienberatung EE

Autoren: Prof. Dr. Johannes Fromme (OvGU) und Steffen Winny (OvGU)

3.1. Das Modul Medienberatung (Kurzfassung)

Das Modul Medienberatung hatte zum Ziel, ausgewählte Texte und Materialien aus den Projekten powerado und powerado plus weiter aufzuarbeiten und zu vermarkten bzw. für eine Weiterverwertung oder Vermarktung vorzubereiten. Hierzu gehörte

- Die Einbindung der beiden Projekte auf der Webseite des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (www.bmu.de/powerado)
- Die Präsentation des Projektes bzw. ausgewählter Materialien im Rahmen des Wissenschaftssommers 2010 in Magdeburg
- Die Vertonung der im Vorgängerprojekt entwickelten Energiemärchen, so dass sie nun auch als Hörgeschichten zur Verfügung stehen
- Die Entwicklung von Konzepten und Materialien für öffentliche Lesungen mit anschließenden Experimenten für ausgewählte Energiemärchen im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung mit dem Verein Koffermonster e.V.
- Die Weiterentwicklung des Spielkonzepts für das Onlinespiel „Sheep Society“ bis hin zu einer spielbaren Demo-Version (Prototyping auf Flash-Basis)
- Die Erstellung eines Leitfadens für die didaktische Gestaltung von Webseiten für Kinder

3.2. Problemstellung und Ziele

Die powerado Projekte hatten zum Ziel, neue Wege in der Umweltbildung zur wirksamen Kommunikation des Themenfeldes Erneuerbare Energien aufzuzeigen. Auf Grundlage dieses Ansatzes sind eine Vielzahl von unterschiedlichen Konzepten, Materialien und Berichten in den einzelnen Modulen entwickelt und entsprechend veröffentlicht worden. Mit der Aufstockung des powerado Projekts und insbesondere dem Nachfolgeprojekt powerado plus sollten die Module des ersten powerado Projekts entsprechend den Anforderungen unterschiedlicher Akteure sinnvoll ergänzt und weiterentwickelt werden. Darüber hinaus wurden in einigen Modulen Ansätze und Materialien entwickelt, die zusätzliche Potenziale bieten, die durch eine weitere Aufbereitung oder ein intensiveres Marketing ausgeschöpft werden könnten. Diese weitere Aufbereitung oder Vermarktung hätte jedoch den Rahmen der pilothaft angelegten Forschungsmodule gesprengt. Da für die ursprünglich im Modul 12 vorgesehene Aufgaben einer Beratung zur Optimierung einer Webseite bei Projektbeginn kein Bedarf mehr bestand (vgl. 3.3), wurde mit dem BMU vereinbart, dieses Modul neu auszurichten und einige der vorhandenen Materialien doch noch – mit vergleichsweise geringem Aufwand – weiterzuentwickeln und aufzuwerten. Dies sollte z.T. in Kooperationen mit Dritten geschehen, um die Voraussetzungen für eine weitere Verwertung der Materialien auch außerhalb des Projektes und ohne zusätzliche Fördergelder zu schaffen (vgl. 3.5 und 3.6). Neben der Initiierung und Ausgestaltung solcher Kooperationsvereinbarungen war es ebenfalls das Ziel des Moduls

Medienberatung, die übergeordnete Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit für die laufenden Module in ihrer Gesamtheit zu unterstützen (vgl. 3.4)

3.3. Leitfaden zur didaktischen Gestaltung von Webseiten für Kinder

Ausgangslage

Im Vorgängerprojekt war aufgefallen, dass es zwar eine ganze Reihe von Onlinespielen zum Thema Erneuerbare Energien gibt, jedoch keine hochwertigen Themenseiten, welche den besondere Entwicklungsstand von Kindern berücksichtigen. Ein entsprechender Bedarf – auch als Rahmung der beiden Onlinespiele – kann aber grundsätzlich als gegeben angenommen werden. Daher wurde beim Projektantrag für powerado plus ein Modul Medienberatung (Modul 12) konzipiert, das einerseits eine konkrete Webseitenanalyse realisieren und andererseits einen Leitfaden zur didaktischen Gestaltung von Kinderwebseiten generieren sollte.

Methodisches Vorgehen und Umsetzung

Der Projektantrag für powerado plus sah eine didaktische Analyse der BMU Webseite www.bmu-kids.de mit dem Ziel der Optimierung sowie eine Mitarbeit an der Contenterstellung kindgerechter Webseiteninhalte vor. In Vorbereitung darauf wurde im Studiengang Medienbildung der Otto-von-Guericke-Universität ein Seminar zum Thema „Kinder und Internet“ geplant und durchgeführt, in dem gemeinsam mit den Studierenden unterschiedliche Webseiten für Kinder analysiert und bewertet wurden. Ziel war letztlich auch die Erstellung eines Leitfadens für die didaktische Gestaltung von Webseiten. Auf Wunsch des BMU ist aber eine Neuausrichtung des Moduls Medienberatung vorgenommen worden, weil für eine Analyse und Optimierung der im Rahmen des Projektes zum Zeitpunkt des Starts von powerado plus kein Bedarf mehr bestand. Daher ist auch in der ursprünglichen Modulbeschreibung formulierte Vorhaben der Formulierung eines Leitfaden zur didaktischen Gestaltung von Webseiten für Kinder in diesem Modul zugunsten der neuen Aufgaben nicht weiter verfolgt worden.

3.4. Modulübergreifende Öffentlichkeitsarbeit

Zu den neuen Aufgaben der Medienberatung gehörte die modulübergreifende Öffentlichkeitsarbeit. In diesem Zusammenhang wurde in enger Rücksprache mit dem BMU und wiminno eine Projektseite zu den Modulen der powerado-Projekte erstellt und in den Internetauftritt des BMU integriert. Außerdem wurden die Newsletter und der Newsfeeds des BMU genutzt, um aktuelle Meldungen und Ankündigungen über den Projektstand zu verbreiten. Weiterhin wurden Projektinformationen professionell für die Veröffentlichung aufbereitet in Form von Info-Postern, Plakaten und Präsentationen. Es wurden gemeinsame Berichten koordiniert und überarbeitet und vorhandene Dokumente in barrierefreie PDF-Dokumente umgewandelt.

Ein wichtiges Element der Öffentlichkeitsarbeit war die Präsentation des powerado-Projektes mit Hilfe der Universität Magdeburg im Rahmen einer Wissenschaftsausstellung, die vom 5. bis 12. Juni 2010 in Magdeburg im Rahmen des Wissenschaftssommer zum Thema „Zukunft der Energie“ stattfand. Hierfür wurde ein eigener Ausstellungsstand konzipiert, für den neben den bestehenden Info-Materialien und Broschüren auch die elektronischen powerado Materialen als Exponate aufbereitet und ausgestellt wurden. Das Onlinespiel powerado wurde dabei über einen

Beamer projiziert, so dass Besucher es von einem Gamer-Sessel aus spielen konnten. Außerdem gab es Computerterminals mit dem Wissensquiz (Modul 2) und einer Datenbank über Serious Games zum Thema Energie. Als Ergänzung zu der Projektdarstellung auf den eigens angefertigten Postern in der Größe DIN A0 wurden weitergehende Projekt- und Modulinformationen als Hypertext für die selbstadministrative Nutzung an einem Info-Terminal bereitgestellt sowie als durchgehende Präsentation über einen digitalen Bilderrahmen.

3.5. Weiterentwicklung der Energiemärchen

Ausgangslage

Im Modul 10 des powerado Projekts sind seinerzeit zehn Energiemärchen für den schulischen Einsatz entwickelt worden. Hintergrund war die Überlegung, Materialien für Lehrer bereitzustellen, mit denen das Thema Erneuerbare Energien auch losgelöst von der naturwissenschaftlichen Fachzuständigkeit in den Unterricht integriert werden kann. In den Gesprächen mit Lehrern, welche im Rahmen der Evaluation der Märchen stattfanden, wurden auch Wege diskutiert, wie Lehrkräfte auf die Märchentexte aufmerksam gemacht werden könnten. Die Möglichkeit, die Märchen zum kostenlosen Download auf der Projektwebseite anzubieten, wurde von den Lehrern als unzureichend empfunden, da Lehrkräfte normalerweise keine Projektseiten durchsuchen, um sich ihre Unterrichtsmaterialien zusammenzustellen. Als vielversprechender wurde es angesehen, die Materialien bei pädagogischen Verlagen zu platzieren, da sich hier Lehrer über neue Materialien und Medien informieren würden. Es sollte im Rahmen dieses Moduls folglich versucht werden, eine Kooperation mit einem von Lehrern frequentierten Verlag zur Verbreitung der Märchen aufzubauen. Darüber hinaus sollte über eine Vertonung der Märchen ein zusätzliches Angebot geschaffen werden, mit dem ggf. weitere Zielgruppen erschlossen werden könnten.

Methodisches Vorgehen und Umsetzung

Zunächst wurden exemplarisch zwei Märchen in Kooperation mit der Universität Magdeburg vertont und im Rahmen einer Hörinstallation auf dem Wissenschaftsmarkt erstmalig präsentiert. Mittlerweile sind alle Märchen in Zusammenarbeit mit dem AVMZ (CampusTV) der Universität professionell vertont worden und stehen nun als Hörgeschichten zur Verfügung. Außerdem wurden im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung von dem Verein Koffermonster e.V. für ausgewählte Energiemärchen Konzepte und Materialien für öffentliche Lesungen mit anschließenden Experimenten entwickelt. Nachdem eine Kooperation mit dem Verlag an der Ruhr auf Grund ähnlicher Vorhaben gescheitert war und klassische Schulbuchverlage kein Interesse an einer Kooperation signalisiert hatten, hat sich der Verein auch bereiterklärt, eine Überarbeitung der Märchen für den Freizeitsektor vorzunehmen und so ggf. doch noch eine Veröffentlichung – nunmehr im Bereich der Kinderliteratur – zu erreichen. Hierfür müssten jedoch die für den schulischen Kontext konzipierten Märchen z.T. noch einmal überarbeitet oder ggf. gegen andere ausgetauscht werden.

3.6. Weiterentwicklung des Spielkonzepts Sheep Society

Ausgangslage

Die Grundidee des Spielkonzepts zu „Sheep Society“ ist in dem Modul 11 (Onlinespiel) des Forschungsvorhabens „Erlebniswelt Erneuerbare Energien – powerado plus" entwickelt worden (s. Fromme/Russler 2009a). In diesem Modul sind zunächst zwei verschiedenartige Spielkonzepte vorgelegt werden, von denen lediglich eines im Rahmen des Projektes umgesetzt werden konnte. Die Entscheidung fiel schließlich auf das Spiel „5x5“, da das Spielkonzept von „Sheep Society“ vom Programmieraufwand als deutlich komplexer eingeschätzt wurde und die Realisierbarkeit im Rahmen der gegebenen Projektmittel zumindest fraglich schien (vgl. Fromme/Peschke/Rußler 2009b). Da dem Spielkonzept „Sheep Society“ auch von externen Experten ein hohes pädagogisches Potential zugesprochen wurde (ebd., S. 6ff.), wurde mit dem BMU und den anderen Projektpartnern vereinbart, die Spielidee im Modul Medienberatung bis zu einem Stadium weiterzuentwickeln, das es erlaubte, potentielle Geldgeber bzw. externe Entwickler für eine Realisierung des Spiels außerhalb von powerado plus zu gewinnen. Ziel des Moduls war es also, das Spielkonzept bis zu einem ersten Prototyping (auf Flash-Basis) weiterzuentwickeln, um potentiellen Geldgebern die Spielidee, die Spielmechanik, das Interface sowie die grafische Umsetzung zu veranschaulichen und auch einen ersten Eindruck vom Gameplay zu vermitteln.

Methodisches Vorgehen

Die Weiterentwicklung von „Sheep Society“ bis zum Prototyping erfolgte auf der Basis der aus dem Modul Onlinespiel vorliegenden ersten Spielkonzeptes sowie auf der Basis der ebenfalls vorliegenden Gutachten und dem Feedback aus dem Auswahlworkshop. Bei der weiteren Entwicklung der Spielidee wurde an verschiedenen Stellen mit Acagamics zusammengearbeitet, einem Netzwerk von Studierenden und Absolventen der Studiengänge Informatik und Computervisualistik der Universität Magdeburg, die sich auf Computerspiele spezialisiert haben. Am 4.2.2010 fand ein kleiner Workshop mit Acagamics statt, bei dem das Spielkonzept in größerer Runde vorgestellt und gemeinsam diskutiert wurde. Im Wintersemester 2010/11 wurde erste Rapid-Prototypings von Studierenden der Informatik im Rahmen eines Software-Praktikums angefertigt. Die Aufgabenstellung hierzu lautete, einen Teilbereich des Spielkonzepts „Sheep Society“ (Wirtschaftsimulation, Lebenssimulation oder Geräte-Puzzle) eigenständig umzusetzen. Innerhalb von zwei Wochen wurden so sieben Prototypings erstellt, die teilweise als recht freie Interpretationen des Spielkonzepts anzusehen waren und so neue Impulse für die Ausgestaltung einzelner Spielelemente und Features gaben. Parallel dazu wurde eine Recherche bestehender (Online-) Spiele, insbesondere von Bauernhof- und Farm-Spielen, durchgeführt, um einen differenzierteren Einblick in den State of the Art vergleichbarer Spiele zu gewinnen.

In der Umsetzungsphase des Prototypings auf Flash-Basis mussten Spielabläufe, grafische Darstellungen und andere Features konkretisiert werden. Dabei wurde die Ergebnisse der Recherche (Best-Practice-Beispiele) verwendet, um möglichst optimale Lösungen für die Darstellung von spielrelevanten Informationen und die Interaktion mit dem Spiel im Sinne einer grafikorientierten Spielsteuerung (GUI) zu erzielen. Die Programmierung als Flash-Anwendung

wurde extern (von Personen mit Erfahrungen im Game Design und Game Development) über einen Werkvertrag realisiert und erfolgte in enger Abstimmung mit der Projektleitung. Im Rahmen dieses Prozesses, der als design-based Research bezeichnet werden kann, ist das Spielkonzept immer wieder überprüft und sukzessive optimiert worden. Mit dem Prototyping existiert nun eine interaktive Demoversion, die zentralen Spielelemente visualisiert und für die Akquise möglicher Geldgeber verwendet werden kann.

Das Spielprinzip von Sheep Society

Unter besonderer Berücksichtigung der Zielgruppe (8 bis 12 Jahre) und der Zielsetzung (emotionaler Zugang, Involvement der Spieler) wurde eine Spielidee für ein Serious Game entworfen, welche die Anschaulichkeit der Erneuerbaren Energien in den Vordergrund stellt und die Vor- und Nachteile verschiedener Energiequellen in einem involvierenden Setting spielerisch erfahrbar macht. Dies erfolgt im Rahmen eines Simulations- bzw. Aufbaustrategie-spiels mit Elementen aus Puzzle-Videospielen im Stil von „The Incredible Machine“ oder „Crazy Machines“. Den narrativen Hintergrund bildete eine Geschichte um eine Herde von Schafen, die sich von ihrem Schäfer emanzipieren will und zunächst eine Delegation von acht Schafen probeweise in die Wildnis (bzw. einen verlassenen Hof) entsendet. Ziel des Spiels ist es somit, diesen Schafen bei dem Aufbau einer autarken Gemeinschaft zu helfen und mit der Zeit möglichst die gesamte Herde nachzuholen. Obwohl der Spieler quasi die Rolle eines Managers übernimmt, ist sein Ziel nicht – wie in Wirtschaftssimulation üblich – die Gewinnmaximierung, sondern die (Für-)Sorge um die Schafe, so dass ein Spielerfolg vor allem durch eine Steigerung der Population sichtbar wird.

Abbildung 15 Aufbau des Main-Screen: Der Hof mit allgemeinen Spielinfos.

Quelle: Sheep Society – Prototyping

Oberstes Ziel ist somit, dass sich die Schafe in ihrer neuen Heimat wohlfühlen, wobei die unmittelbaren Bedürfnisse der Schafe (Vermeidung von Hunger, Kälte, Dunkelheit und Erschöpfung) zunächst im Widerspruch zu einer intakten Umwelt zu stehen scheinen. Gleichzeitig ist auch der Schutz der Umwelt und der nachhaltige Umgang mit den Ressourcen für die Erreichung des Spielziels erforderlich. Wenn diese Faktoren nicht beachtet werden, ergeben sich Unannehmlichkeiten für die Schafe, wie etwa Sauerstoffmangel in Folge von Luftverschmutzung. Der Spieler reagiert auf die Bedürfnisse seiner Schafe, indem er ihnen Jobs wie z.B. Rasenmähen, Holzhacken, Pullover Stricken, Maschinen bedienen etc. zuteilt oder Erfindungen in Auftrag gibt. Der Spieler entscheidet insbesondere im Zuge der Erfindungen darüber, ob er in Erneuerbare oder nicht Erneuerbare Energien investiert. Vor dem erstmaligen Einsatz der Erfindungen müssen diese von dem Spieler in einem Drag & Drop Puzzle selbst zusammengebaut werden. Hierbei soll ein technisches Grundverständnis über die funktionalen Wirkungsweisen der Energiequellen anhand von Beispielen aus der Lebenswelt der Kinder vermittelt werden (z.B. Stromerzeugung über ein Wasserrad mit Dynamo). Die Simulationselemente im Spiel sollen darüber hinaus die Wechselwirkung zwischen den entsprechenden energiepolitischen Entscheidungen des Spielers und deren Auswirkungen auf die Umwelt veranschaulichen.

Im Rahmen des Moduls wurde das Spiel bis zu einem ersten Prototyping entwickelt, mit dem Ziel, hiermit Geldgeber für eine Umsetzung des Spielkonzepts zu gewinnen oder Entwickler von Computerspielen für die Spielidee zu begeistern.

3.7. Leitfaden Berichte zum Modul

Fromme, Johannes; Rußler, Steffen (2009): Konzept des Simulation-Online-Spiels „Sheep Society“. Ergebnisbericht OS2. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fromme, Johannes; Winny, Steffen (2012): Das Modul Medienberatung EE. Modulbeschreibung und Ergebnisbericht MB6. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

Fromme, Johannes, Winny, Steffen (2012): Entwicklung und Prototyping des Onlinespiels "Sheep Society". Ergebnisbericht MB5. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

Winny, Steffen (2012): Didaktische Gestaltung von Webseiten für Kinder. Ergebnisbericht MB2. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

4. Modul 13 Solare Kühlung EE

Autoren: Carsten Hindenburg und Uwe Hartmann

4.1. Das Modul 13 – Solare Kühlung (Kurzfassung)

Die Nutzung von Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung hat sich in Europa etabliert und ist Stand der Technik. In jüngster Zeit bekommt die Nutzung von Solarenergie für die Gebäudeklimatisierung sowie die Kälteerzeugung immer größeres Gewicht. Hintergrund ist der massive Ausbau von Kompressionskälteanlagen und damit einhergehend die zunehmenden Schwierigkeiten in den Stromnetzen, die Spitzenlast abzudecken. In dem Modul Solare Kühlung wurde ein – bisher nicht vorhandener – Weiterbildungskurs entwickelt und erfolgreich erprobt. Zudem wurde ein Vorschlag für ein Curriculum samt Teilnehmerunterlagen und Folien für die Dozenten zum Thema „Einsatz solarthermischer Anlagen zur Kühlung/ Klimatisierung von Gebäuden“ entwickelt. Dieses Curriculum wurde auf einer Pilotveranstaltung an den Solarschulen erprobt. Die Auslegung von solarthermischen Anlagen zur Kühlung bzw. Klimatisierung von Gebäuden ist sehr komplex. Eine Ausbildung hierzu findet an nur wenigen Hochschulen statt, eine Weiterbildung existiert nicht. Aufgrund des hohen Energieaufwandes für die derzeitige marktbeherrschende Kühlungstechnik mit Kompressionskältemaschinen und der daraus folgenden Be- und Überlastung der Netze in den Sommermonaten wird sich der Markt für solare Kühlsysteme sowohl in Europa- als auch weltweit sehr gut entwickeln. Bei Planung- und Ingenieurbüros fehlt allerdings das Know-how, solche komplexen Systeme mit hohem Qualitätsstandard zu planen und den Bau zu überwachen. Die entwickelten Materialien werden von allen DGS-Solarschulen genutzt und wurden anderen Institutionen der Weiterbildung (VDI oder VBI) zur Verfügung gestellt, mit denen sie eigenständige Weiterbildungen anbieten (können). So können flächendeckend Planer und Ingenieure weitergebildet werden. Die DGS wird weiterhin Seminare zur solaren Kühlung anbieten.

Während der Durchführung zeigt sich eine relevante Entwicklung. Seit 2009 gab es erhebliche Zubauraten von PV-Systemen in Europa und es nicht absehbar, dass dies sich ändern würde. Darüber hinaus sind die Kosten für Investitionen in PV Anlagen drastisch gesunken. Vor diesem Hintergrund wird der Einsatz von PV Anlagen für den Betrieb von Kompressionskältemaschinen immer sinnvoller, da Angebot und Nachfrage genau wie bei solarthermischen Systemen gut übereinstimmen und die Stromgestehungskosten von PV Anlagen weiter sinken werden. Auch ist die Planung und die Installation solcher Systeme sehr viel einfacher. Diese Entwicklung wird vermutlich dazu führen, dass der Bedarf an solarthermisch betriebenen Kühlsystemen stagniert und sich deshalb die Nachfrage nach Weiterbildungen zur solarthermischen Kühlung verringert.

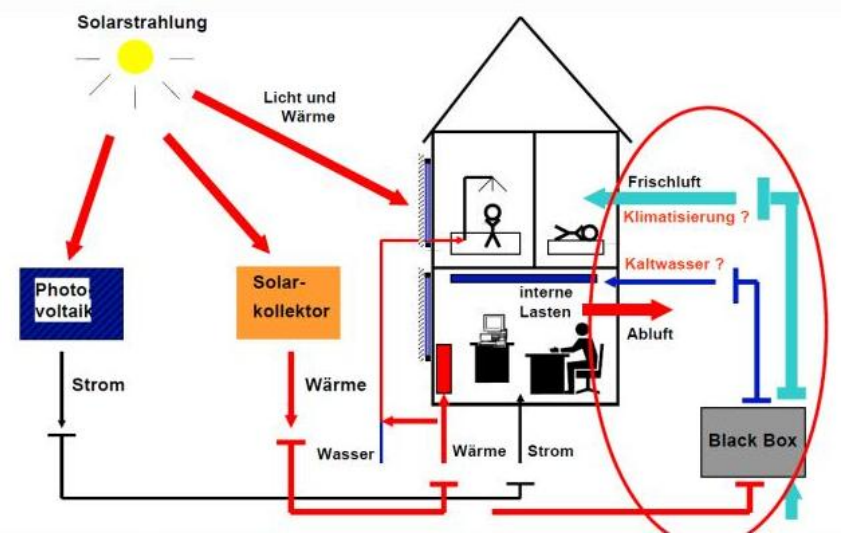
Abbildung 16: Kühlaggregat und solarthermische Anlage zur solaren Kühlung.

Quelle: Familie Brinkmöller/DGS.

4.2. Problemstellung und Ziele

Die Nutzung von Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung hat sich in Europa etabliert und ist Stand der Technik. In jüngster Zeit bekommt die Nutzung von Solarenergie für die Gebäudeklimatisierung sowie die Kälteerzeugung immer größeres Gewicht. Hintergrund ist der massive Ausbau von Kompressionskälteanlagen und damit einhergehend die zunehmenden Schwierigkeiten in den Stromnetzen, die Spitzenlast abzudecken. Die Auslegung von solarthermischen Anlagen zur Kühlung bzw. Klimatisierung von Gebäuden ist sehr komplex. Ausbildung hierzu findet an nur wenigen Hochschulen statt, Weiterbildungen existieren nicht. Aufgrund des hohen Energieaufwandes (Strom) für die derzeitige marktbeherrschende Kühlungstechnik (Kompressionskältemaschinen) und der daraus folgenden Be- und Überlastung der Netze in den Sommermonaten wird sich der Markt für solare Kühlsysteme sowohl in Europa als auch Weltweit sehr gut entwickeln. Bei Planungs- und Ingenieurbüros fehlt allerdings das Know-how, solche komplexen Systeme mit hohem Qualitätsstandard zu planen und den Bau zu überwachen. Um diese Lücke zu schließen wurde ein Vorschlag für ein Curriculum samt Teilnehmerunterlagen und Folien für die Dozenten zum Thema „Einsatz solarthermischer Anlagen zur Kühlung/Klimatisierung von Gebäuden“ entwickelt.. Planungsbüros, die sich in diesem stark wachsenden Markt europaweit behaupten wollen, müssen qualitativ hochwertige Arbeit abliefern. Mit dem Modul „Solare Kühlung“ wurde ein – bisher nicht vorhandener – Weiterbildungskurs entwickelt, der die Ingenieure in die Lage versetzt, komplexe solare Kühlsysteme optimal zu planen und den Bau zu überwachen.

Abbildung 17: Gebäudeenergiebilanz als Grundlage der solaren Kühlung.



Quelle: Eigene Darstellung.

4.3. Methodik

Es wurden Expertenmaterialien gesichtet, Expertengespräche durchgeführt und Erfahrungsberichte ausgewertet, um daraus ein Seminarkonzept zur Solaren Kühlung zu entwickeln. Die für dieses Seminar zu entwickelnden Folien und Begleitinformationen sind eine umfassende Materialzusammenstellung zur Seminardurchführung. Die erarbeiteten Informationen entsprechen dem Stand der Technik. Im Pilotseminar wurden mit den Teilnehmern Strategien und Maßnahmen zur Umsetzung dieser Technologie erarbeitet. Der Inhalt des Seminars wurde vor Beginn des Kurses wie folgt festgelegt:

Tabelle 3: Seminarkonzept

Grundlagen	Bedeutung der Energieeffizienz des Gebäudes Bedeutung der außenliegenden Verschattung Bedeutung der integralen Planung
Techniken zur thermisch angetriebenen Kühlung	Thermodynamische Grundlagen der Adsorption und Absorption Adsorptionskältetechnik, Absorptionskältetechnik Offene sorptionsgestützte Verfahren (Sorptionsrotor und Flüssigsorption)
Systemtechnik	Bedeutung des Systems und der Regelung Wichtige Aspekte der Systemtechnik für Planung
Kleinanlagen	Überblick Anbieter
Planung und Konzeption	Daumenregeln Vereinfachte Dimensionierungsregeln Tipps für detaillierte Planung
Wege zu kostengünstigen Anlagen	Knackpunkt für niedrige Invest- und Betriebskosten
Pilotanlagen und Erfahrungen	Erfahrungen aus umgesetzten Anlagen
Wirtschaftlichkeit	Einflussfaktoren und deren Bedeutung
Berechnungsbeispiel	
Exkursion – Absorptionskältesysteme	

4.4. Umsetzung

Im Jahre 2010 wurden zwei Pilotseminare zur solaren Kühlung am 27./28. Mai und 25./26. November 2010 in der DGS Solarschule durchgeführt. Hierzu wurden ein Seminarkonzept und Seminarunterlagen entwickelt. Nach der Durchführung der Pilotseminare wurden die Teilnehmer befragt und um eine Bewertung des Seminars gebeten. Auf Basis der Erfahrungen der Dozenten des Seminars und der Teilnehmerbefragung wurde dieser Vorschlag für ein Curriculum entwickelt.

Die Erfahrungen aus der Streuung der Teilnehmerzusammensetzung der Seminare ergaben, dass dieses Spezialgebiet an ein gerade ausreichendes Vorwissen der Teilnehmer anknüpft. Darum wurde das Seminar um 2,5 Unterrichtsstunden erweitert, um so mehr Zeit für den Übungsteil und die Wirtschaftlichkeitsberechnung zu gewinnen.

Abbildung 18: Herstellung von Trockeneis als praktische Demonstration der Adsorption mit Silikagel

C. Hindenburg und Teilnehmer

Quelle: DGS

Beginnend mit dem ganzheitlichen Ansatz einer energieeffizienten Gebäudenutzung und der Grundlagenvermittlung thermodynamischer Ad- und Absorptionsprozesse in der Kältetechnik war ein guter Einstieg in das Verständnis für sorptionsgestützte Verfahren gelegt. An vielfältig umgesetzten Beispielprojekten erklärte Herr Hindenburg Erfahrungen aus Dimensionierung, Regelung und Wirtschaftlichkeit der Anlagen.

Wichtige Aspekte der solargestützten Systemtechnik für die Planung mit Tipps und Daumenregeln wurden von dem erfahrenen Planer Herrn Hindenburg präsentiert. An Hand eines ausführlichen Berechnungsbeispiels wurden viele praktische Fragen aufgegriffen und beantwortet.

Auch die abschließende Exkursion bei der Firma InvenSor GmbH in Berlin, Gewinner des Intersolar Awards 2010 mit der Adsorptionskältemaschine InvenSor LTC, ließ nichts zu wünschen übrig.

Wegen der großen Nachfrage wurde dieses Seminar am 25./26. November 2010 erneut durchgeführt.

4.5. Ergebnisse der Teilnehmerbefragung

Zur Bestimmung der Qualität des Lehrmaterials und des Bildungskonzeptes wurde eine Befragung der Teilnehmer mit Hilfe eines Fragebogens durchgeführt. Hierbei ergaben sich die folgenden Ergebnisse:

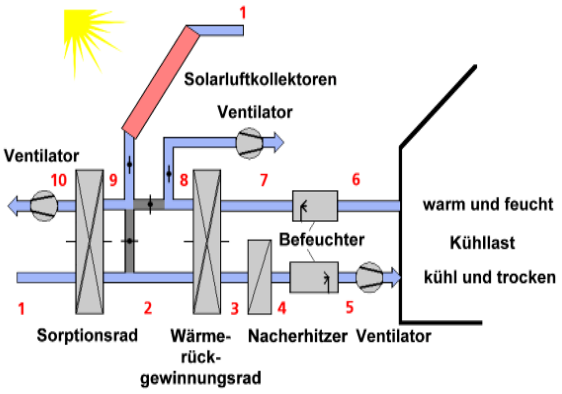
- Die weit überwiegende Mehrzahl der TN hat Hochschul- bzw.- Fachhochschulbildung (72%).
- Bei 90% der Teilnehmer waren die Vorkenntnisse ausreichend.
- Die Gesamtbeurteilung des Dozenten war sehr gut: fachliche Kompetenz 1,0; verständliche Lehrstoffvermittlung 1,6; Einbindung der Teilnehmer 1,5. Insgesamt ergab sich eine Note von 1,5.

- Die Lehrgangsunterlagen, die eingesetzten Medien, die Praxisnähe, die Struktur und die Organisation des Seminars wurden mit gut bis sehr gut beurteilt.

Die zeitliche Beurteilung des Seminars war wie folgt:

- 77% der TN beurteilten die Vortragszeiten als gerade richtig. 88% der TN fanden die Diskussionszeiten ebenfalls gerade richtig. Der Praxisteil war allerdings für ein Drittel der TN zu kurz.
- Das Seminar insgesamt wurde von einem Drittel der TN als zu kurz betrachtet.
- Also sollte man für die kommenden Seminare überlegen, noch ein oder zwei Stunden mehr Zeit für das Seminar einzuplanen.
- Die Lehrgangsstätte wurde insgesamt mit gut bewertet (Sanitäranlagen, Verpflegung etc.).
- Für 90 % der TN hat sich der Besuch des Seminars gelohnt. Ebenfalls 90 % werden das Seminar weiterempfehlen.

Abbildung 19: Erläuterungen an einem Adsorptionssystem bei Invensor sowie Prinzipschema einer sorptionsgestützten Klimatisierungsanlage im Sommer



Auf Basis der Befragung wurden die folgenden Schlüsse gezogen:

- Der theoretische Teil wurde um 2,5 Stunden verlängert, damit haben die Teilnehmer mehr Zeit für Fragen haben.
- Ebenso wurden verschiedene Inhalte – insbesondere im Bereich der Planung – ausgeweitet und mit Berechnungsbeispielen ergänzt.

4.6. Vorschläge für ein Curriculum - Kompetenzerwerb

Neben der Konzeption des Seminars war die Entwicklung von Vorschlägen für ein Curriculum das zweite wesentliche Ziel des Moduls. Hierbei wurden den Teilnehmern grundlegendes Fachwissen und prozessbezogene Kompetenzen vermittelt. Kompetenzen umfassen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, über die Seminarteilnehmer verfügen müssen, um die Komplexität des Planungsprozesses einer solaren Klimatisierung zu verstehen und die Planung auch durchführen zu können. Dies setzt die Kenntnis und die Anwendung fachbezogener Verfahren voraus.

Die Seminarteilnehmer sollten am Ende des Seminars

- fachkompetent sein, um den Alltagsanforderungen begegnen zu können,

- auf vorhandenes Wissen im Grundlagenbereich der Kältetechnik, Solarthermie und der Gebäudeenergieeffizienz zurückzugreifen können,
- relevante Informationen zur Erfassung der Ist- Situation eines Gebäudes und seines Kühlbedarfes beschaffen und gewichten können,
- zentrale Zusammenhänge des Sach- und Handlungsbereiches erkennen,
- angemessene Handlungsschritte (z.B. Energieeffiziente Maßnahmen, angemessene Dimensionierung einer Anlage) durchdenken und planen können,
- angemessene Handlungsentscheidungen treffen,
- die Ergebnisse kritisch überprüfen können.

Voraussetzungen der Seminarteilnehmer

Der Kompetenzerwerb wird in der Beruflichen Weiterbildung aufbauend auf fachlich differenziertem Ingenieurswissen fortgesetzt. Im Seminar „Solare Kühlung“ erfolgte der Aufbau von Kompetenzen systematisch, kumulativ und nachhaltig. Damit das Wissen nicht an spezifische Lernkontexte gebunden bleibt, wurden Erfahrungen verschiedener durchgeführter Planungsprozesse erläutert, mittels einer Exkursion zu einem Kältemaschinenhersteller veranschaulicht und wesentliche Planungsregeln als Faustregeln zusammengefasst. Um neu erworbenes Wissen mit bekanntem Wissen zu verbinden, wurde mit den Seminarteilnehmern gemeinsam ein Dimensionierungsbeispiel durchgegangen.

Struktur des Curriculums

Es wurden inhaltsbezogene und prozessbezogene Kompetenzbereiche miteinander verknüpft.

Inhaltsbezogene Kompetenzbereiche

- Grundlagen der thermisch angetriebenen Kühlung,
- Systemtechnik,
- Planung und Konzeption,
- Wirtschaftlichkeit.

Prozessbezogene Kompetenzbereiche

- Fachbezogene Symbol- und Fachsprache,
- Arbeiten mit dem h; x-Diagramm,
- Einschätzen der Einsatzmöglichkeiten unterschiedlicher Kältesysteme,
- Berechnungsbeispiel,
- Besichtigung einer Anlage & eines Kältemaschinenherstellers.

Erwartete Kompetenzen im Seminar Solare Kühlung

Fachwissen	**Prozessbezogene Kompetenzen** Die Seminarteilnehmer...
Warum Solar Kühlen? ▪ Einflussfaktoren fabulieren, Bedeutung der SK erarbeiten Ozon, FCKW-Kältemittel, Strompreise, Solaranlage produziert Sommerüberschuss,	▪ strukturieren komplexe Zusammenhänge aus der Umwelt ▪ verdeutlichen sich die Bedeutung des Themas

Fachwissen	**Prozessbezogene Kompetenzen** Die Seminarteilnehmer...
Ausfall der Klimaanlage im Urlaub	
▪ Überblick Übersicht Weltmarkt Raumklimageräte (RAC)	▪ erkennen die Entwicklung der RAC weltweit seit 1998
▪ Überblick Entwicklung Energieverbrauch für Kühlung in Europa (1990 – 2020)	▪ erkennen wachsende Bedarfe (vor allem in Südeuropa)
Gebäudeenergiebilanz anhand von Einflussfaktoren systematisieren ▪ Frischluft, Abluft, interne Lasten, Licht und Wärme durch Solarstrahlung Klimatisierung, Kaltwasser, Dämmung, Fensterverschattung, G-Wert, Photovoltaik, Solarkollektor	▪ erkennen die verschiedenen internen und externen Lasten, die auf ein Gebäude einwirken ▪ beurteilen unterschiedliche Möglichkeiten energieeffizienter Gebäude ▪ Erkenntnis: Klimatisierung bedeutet auch heizen!
Wärme zu Kaltwasser/ Klimatisierung, benennen von ▪ thermischen Kältemaschinen ▪ offenen Soptionsklimaanlagen ▪ Kompressionskältemaschinen	▪ unterscheiden verschiedene Klimatisierungsoptionen ▪ erkennen systemischer Zusammenhänge von Wärmebereitstellung, Kältebereitstellung, Gebäude, Klimaanlage, Stromerzeugung
Grundprinzip aller Kühlverfahren ▪ Sorptionsmechanismen erläutern und experimentell verdeutlichen	▪ verstehen und unterscheiden Adsorption, Absorption, Desorption, Wärmeabfuhr, Wärmezufuhr, fest, flüssig
Thermisch angetriebene Kälteerzeugung ▪ Verhältnis von Solarkollektor, Kühlungssystem, Umgebung, Antriebswärme, Nutzkälte, Wärmeabgabe ordnen	▪ verstehen das Verhältnis: Coeffizent of Performance $COP_{thermisch}$ = Nutzkälte/ Antriebswärme
▪ Diagramm zum Solarwirkungsgrad & mittlerer Fluidtemperatur von Flachkollektoren, Vakuumkollektoren, Solarluftkollektoren	▪ erkennen die Unterschiede der Nutzung verschiedener Kollektoren zur Solaren Kühlung
Aufzeigen unterschiedlicher Ansätze der thermisch gestützten Kältetechnik ▪ Geschlossene Systeme: Absorption oder Adsorption, Kaltwasseransätze=> kaltes Wasser, indirekte Luftkonditionierung ▪ Offene Systeme: Sorptionsgestützte Klimatisierung (SGK) Kombination aus sorptiver Entfeuchtung und Verdunstungskühlung => direkte Luftkonditionierung	▪ verstehen die grundlegend verschiedenen Ansätze der thermisch gestützten Kältetechnik im Kontext der Gebäudenutzung

Fachwissen	**Prozessbezogene Kompetenzen** Die Seminarteilnehmer...
▪ Vorstellen des Temperatur/Luftfeuchte-Diagrammes	▪ arbeiten /üben an dem hx-Diagramm ▪ Erkenntnisgewinn: Entfeuchtung ist energieaufwendig
▪ Erklären und bildhafte Darstellung der 1-stufigen & 2-stufigen Absorption	▪ erkennen die Möglichkeiten der Erhöhung der Effizienz durch höhere Antriebstemperaturen
▪ Aufzeigen der Vor- & Nachteile der Absorptionskältemaschine ▪ Aufzeigen des Standes der Technik 1 & 2stufiger Absorptionskältemaschinen	▪ können Einsatzmöglichkeiten einschätzen
▪ Erklären des grundlegenden Prozesses der Adsorption	▪ verstehen grundlegende Unterschiede zwischen Absorption & Adsorption
▪ Verbildlichen und erklären der 4 Stufen des Arbeitszyklus einer Adsorptionsmaschine	▪ verstehen Adsorption & Desorption im Zusammenhang mit Kondensator, Verdampfer, Wärmerückgewinnung
▪ Aufzeigen der Vor- & Nachteile der Adsorptionskältemaschine ▪ Aufzeigen des Standes der Technik	▪ können Einsatzmöglichkeiten einschätzen
▪ Coeffizent of Performance = COP von Kaltwassererzeugern , Stand der Technik bildlich darstellen und erklären COP = Kälteleistung/ Antriebswärmeleistung Ideal; Adsorption 1- & 2 stufige Absorption	▪ verstehen Grundsätzliches verschiedener Kälteerzeugungen sowie Niveaus von Heißwassereintrittstemperaturen zu Kühlwassertemperaturen
▪ Vorstellen der verschiedenen offenen Verfahren mit seinen Komponenten	▪ können Systeme mit Sorptionsrotoren mit flüssigem Sorptionsmittel und Festbettsysteme mit festem Sorptionsmittel differenzieren
▪ Zusammenfassung der Merkmale der Sorptionsgestützten Klimatisierung (SGK) ▪ Erläuterung der Systemschritte an Hand eines hx-Diagrammes ▪ Konkrete Erklärung mittels $COP_{thermisch}$ ▪ Diagramm zur Effizienz offener Systeme	▪ können auf Basis bisheriger Grundlagenvermittlung die Zusammenhänge der SGK verstehen und beurteilen
▪ Erklärungen am Systemschema: Feststoffsorption im Kombination mit Solarthermie	▪ erweitern die Systemkenntnis im Kontext der Solarthermie
▪ Offene Systeme mit flüssigen Sorbentien (Salzlösung) & ▪ Solare Regenerationsmöglichkeit mit	▪ erweitern Systemkenntnis im Kontext verschiedener Sorbentien

Fachwissen	**Prozessbezogene Kompetenzen** Die Seminarteilnehmer...
flüssigen Sorbentien	
▪ Aufzeigen verschiedener Solarkollektoren für verschiedene Techniken	▪ differenzieren verschiedene Solarkollektoren für verschiedene Techniken
▪ Strukturierung der Gebäudeklimatisierung mit Solarenergie in solar unterstützende & autarke Systeme	▪ differenzieren solargestütztee Systeme auf Grundlage des Klimatisierungsbedarfes
▪ Konzentration auf konkreten Klimatisierungsbedarf des Kunden Kühlung mit/ohne Entfeuchtung	▪ entscheiden auf Grundlage des konkreten Klimatisierungsbedarfes wie aufwendig die Systemtechnik wird
▪ Vorstellen verschiedener Systemtechniken (Kompaktbaugruppen, Kühlturm, Kollektorfeld)	▪ erkennen die Komplexität der Entscheidungen
▪ Überblick der Marktsituation verschiedener Hersteller von Kleinanlagen	▪ erhalten Kenntnis über Vielfalt und Besonderheit von kleineren Klimatisierungsanlagen
Planung von Kälte/Klimasystem ▪ Darlegung der Einflusse und Rechenbeispiel (Außenluftwechselraten –Normen; Gebäudekühl-& Heizlast; architektonische Integration der Klimatechnik, Klärung von Extremtemperaturen, Berechnung Antriebszeitlastreihe)	▪ arbeiten Schritt für Schritt die Planungskriterien an einem vorgegebenen Fallbeispiel durch
▪ Solare Deckung und Primärenergiebilanz verschiedener Wärmequellen (COP-Vergleich, solare Deckungsbeiträge, Primärenergieersparnis, Alternativen)	▪ erkennen die Komplexität der SK auch hinsichtlich der Primärenergiebilanz
▪ Auslegung des Solarsystems Kollektortyp, Dimensionierung des Kollektorfeldes, weiterer Komponenten, Jahressimulation, Prüfung der Grundlast thermischer Antriebsleistung im Sommer	▪ erkennen die Komplexität der SK auch hinsichtlich der Auslegung eines Solarsystems
▪ Daumenregeln, Erfahrungswerte zur Auslegung des Solarsystems nach der Spitzenlast; Jahressimulation mit vordefinierten Systemen	▪ erhalten Zahlen & Tipps aus den Erfahrungswerten des Dozenten
▪ Beispielhaftes Aufzeigen der Berechnungen mittels verschiedener Simulationsprogramme Gebäudezeitlastreihe; Antriebszeitreihe, solare Deckungsrate, Systemkosten	▪ erhalten einen Überblick über Simulations- und Planungshelfer
Planungskriterien am Gebäude	▪ öffnen ihren Blickwinkel von der

Fachwissen	**Prozessbezogene Kompetenzen** Die Seminarteilnehmer...
▪ Fensterflächen, Verschattung, Reduktion interner Lasten, Wärmedämmung, Luftwechselrate, Zonen verschiedener Klimaanforderung	Systemauslegung der SK noch einmal hinsichtlich der Gebäudestruktur und –nutzung, um diese auch hinsichtlich der Größe und Kosten zu optimieren
Ablauf Planungprozess ▪ Aufzeigen der einzelnen Planungsschritte bei einem solaren Kühlungsprojekt	▪ erhalten einen Überblick über notwendige Planungsschritte
▪ Kosten in Anschaffung und Betrieb eines solarthermischen Klimatisierungssystems	▪ erhalten Kenntniss über die verschiedenen Kostenpunkte in Anschaffung und Betrieb sowie die Blickweise auf systemisches Denken
▪ Zusammenfassung Systemtechnik und Gesamteffizienz und Kosten	▪ öffnen noch einmal die Planungsperspektive
▪ Überblick verschiedener Hersteller und Listenpreise für Solare Kühlung mit PV	▪ erhalten einen Herstellerüberblick mit Preisen
Konkrete Beispiele realisierter Projekte ▪ geschlossene Kältemaschinen ▪ solare SGK mit Rotor ▪ solare SGK mit Flüssigsorption ▪ solare Adsorptionskälte, solare SGK und Adsorptionskälte	▪ verstehen an Hand konkreter Beispiele die Komplexität und Machbarkeit solarer Kühlung
▪ Faktoren zur Wirtschaftlichkeitsberechnung	▪ erhalten einen Gesamtüberblick
▪ Überblick zu Wirtschaftlichkeit und solaren Wärmeentstehungskosten	▪ erkennen den großen Einfluss perspektivisch gerichteter Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
▪ Fassadenintegration und Akzeptanz in der Architektur	▪ hören einiges zur derzeitigen Akzeptanz
▪ Zweistündige Exkursion bei einem Kältemaschinenhersteller	▪ begreifen das theoretisch Vermittelte angesichts der Wiederholung, der Produktbeschreibung und der realen Besichtigung
▪ Umfangreiche begleitete selbständige Berechnung einer SGK	▪ wenden das Gelernte selbständig an ▪ formulieren Fragen zum besseren Verständnis

4.7. Fazit

Problemstellung und Ziele

Vor dem Hintergrund des massiven Ausbaus von Kompressionskälteanlagen und damit einhergehend der zunehmenden Schwierigkeiten in den Stromnetzen, zur Sommerzeit die

Spitzenlast abzudecken, sollte die Nutzung von Solarenergie für die Gebäudeklimatisierung sowie die Kältebereitstellung größeres Gewicht erlangen. Die Nutzung solarer Technik zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung ist bekannt und ausgereift. Hingegen befindet sich die Nutzung von solarthermischen Anlagen zur Kühlung bzw. Klimatisierung von Gebäuden erst am Anfang. Darüber hinaus ist die Dimensionierung und Auslegung sehr komplex. Da es im Bereich der Weiterbildungen in Deutschland kein Angebot zu diesem Thema gab , wurde für die Klimatisierung von Gebäuden oftmals auf tradierte Lösungen zurückgegriffen. Deshalb wurde ein Weiterbildungskurs „Solare Kühlung" samt Curriculum, TN-Unterlagen und Folien entwickelt und in einem Pilotkurs erprobt und optimiert.

Methodik und Umsetzung
Zur Planung des Seminars wurden Expertenmaterialien gesichtet, Expertengespräche durchgeführt und Erfahrungsberichte ausgewertet. Daraus entstand das Curriculum, die TN-Unterlagen und die Folien für den Dozenten. Die erarbeiteten Materialien entsprechen dem Stand der Technik. In zwei Pilotkursen wurde das Konzept erprobt und optimiert.

Technische und wissenschaftliche Ergebnisse
Die zweitägige Weiterbildung „Solare Kühlung" bietet Planungs- und Ingenieurbüros das benötigte Know-how und die Sicherheit, diese komplexen Systeme mit hohem Qualitätsstandard zu planen, den Bau zu überwachen und den optimalen Betrieb sicherzustellen. Aufgrund der fachübergreifenden Komplexität des Themas benötigen die Teilnehmer fundierte ingenieurstechnische Vorkenntnisse. Die Auswertung der Teilnehmerbefragung ergab eine hohe Zufriedenheit bezüglich der Seminarstruktur, der fachlichen Kompetenz und der anschaulichen Vermittlung der Inhalte.

Fazit und Aussichten
Mit dem Seminar „Solare Kühlung" wurde ein – bisher nicht vorhandener – Weiterbildungskurs entwickelt und erfolgreich erprobt. Die Materialien sind verfügbar.

Allerdings sind in den vergangenen zwei Jahren (2011, 2010) erhebliche Zubauraten von PV-Systemen in Europa zu verzeichnen. Darüber hinaus sind die Kosten für Investitionen in PV Anlagen drastisch gesunken.

Vor diesem Hintergrund wird der Einsatz von PV Anlagen für den Betrieb von Kompressionskältemaschinen immer sinnvoller, da Angebot und Nachfrage genau wie bei solarthermischen Systemen gut übereinstimmen und die Stromgestehungskosten von PV Anlagen weiter sinken werden. Auch ist die Planung und die Installation solcher Systeme sehr viel einfacher.

Diese Entwicklung wird vermutlich dazu führen, dass der Bedarf an solarthermisch betriebenen Kühlsystemen stagniert und sich deshalb die Nachfrage nach Weiterbildungen zur solarthermischen Kühlung verringert.

4.8. Berichte zum Modul

Hartmann, Uwe; van Dyck, Liliane (2010a): Seminartipp Solare Kühlung, Sonnenenergie November/Dezember 2010, Seite 43.

Hartmann, Uwe (2009b): Konzept für eine Weiterbildung zur solaren Kühlung. Modulmaterialien SK2. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie – Landesverband Berlin-Brandenburg: Berlin.

Hartmann, Uwe (2009a): Ergebnisse des Seminars. Modulmaterialien SK5. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie – Landesverband Berlin-Brandenburg: Berlin.

Hindenburg, Carsten; Hartmann, Uwe (2011): Materialien für eine Weiterbildung zur solaren Kühlung. Modulmaterialien - Texte SK3. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie – Landesverband Berlin-Brandenburg: Berlin.

Hindenburg, Carsten; Hartmann, Uwe (2011): Materialien für eine Weiterbildung zur solaren Kühlung. Modulmaterialien - Folien SK4. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie – Landesverband Berlin-Brandenburg: Berlin.

Hindenburg, Carsten; Hartmann, Uwe (2011): Vorschläge für ein Curriculum zur Weiterbildung – Solare Kühlung. Modulmaterialien SK6. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie – Landesverband Berlin-Brandenburg: Berlin.

Hindenburg, Carsten; Hartmann, Uwe (2012): powerado plus – Erlebniswelt erneuerbare Energien. Modulmaterialien SK1. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie – Landesverband Berlin-Brandenburg: Berlin.

4.9. Anhang: Überblick über die Seminarinhalte

Grundlagen

Um eine Solare Kühlung in einem Gebäude wirtschaftlich und effizient zu integrieren, muss in erster Linie das Solare Strahlungsangebot sowie das Gebäude in seiner baulichen Struktur und seiner Raumnutzung umfassend betrachtet werden. An Hand dieser ganzheitlichen Gebäudebetrachtung kann bereits im planerischen Vorfeld unwirtschaftliche oder überdimensionierte Anlagenplanung vermieden werden. Zudem können ergänzende bauliche Maßnahmen wie z.B. eine außenliegende Verschattung die Anlagengröße und damit die Investitionskosten einer Solaren Kühlung erheblich verringern. Diese Seminareinführung öffnet den Teilnehmern den Blick für die Gesamtbetrachtung einer integralen Solaren Kühlung

Techniken zur thermisch angetriebenen Kühlung

Es werden die Thermodynamischen Grundlagen der Adsorption und Absorption und deren Anwendung in der Adsorptionskältetechnik und der Absorptionskältetechnik beschrieben. Ein kleiner Versuch veranschaulicht die Adsorption. Thermische Kältemaschinen, offene Sorptionsklimaanlagen sowie Kompressionskältemaschinen in ihrer Anwendung und Wirkung werden eingehend beschrieben.

- Systemtechnik: In diesem Seminarpunkt wird die Systemtechnik und die Bedeutung der Regelung erläutert und dabei auf die wichtigsten Aspekte der Systemtechnik für deren Planung eingegangen.
- Kleinanlagen, Überblick Anbieter: Es wird ein Überblick verschiedener marktüblicher Anlagen deren Anbieter und die Marktsituation vorgestellt.

- Exkursion – Adsoptionskältesysteme: Den Abschluss des ersten Seminartages bietet eine Exkursion zu einem Kältermaschinenhersteller.

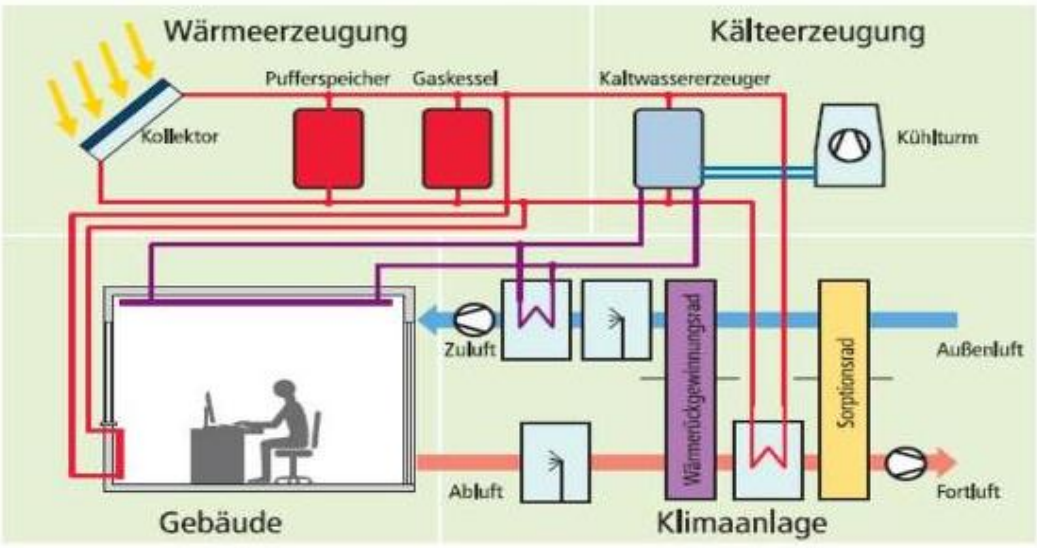
Planung und Konzeption

Solare Klimatisierungssysteme sind im Vergleich zur solaren Warmwasserbereitung wesentlich komplexer. Verschiedene Teilsysteme (Gebäude, Klimaanlage, Wärmeerzeugung, Kälteerzeugung) stehen in einem Konzept einer solaren Gebäudeklimatisierung miteinander in Verbindung. Je nach Anforderung an die Klimatisierungsaufgabe und je nach Klimazone kommen alle vier Teilsysteme oder auch nur eine Teilmenge davon zur Anwendung. Man unterscheidet zwischen so genannter **Vollklimatisierung** mit allen vier thermodynamischen Behandlungsfunktionen (Heizen, Kühlen, Befeuchten und Entfeuchten) und **Teilklimatisierung** (z. B. nur Heizen und Kühlen).

Die größte Herausforderung besteht in der intelligenten Verknüpfung dieser Teilsysteme. Für ein energetisch und ökonomisch optimiertes Gesamtkonzept ist daher eine integrale Planung, in der die verschiedenen Gewerke von Anfang an miteinander sprechen, von sehr großer Bedeutung.

Es gibt in der Gebäudeklimatisierung keinen Königsweg, sondern immer nur die für das jeweilige Objekt angepasste und optimierte Lösung. Dabei spielen auch die klimatischen Bedingungen eine große Rolle. Eine Anlagenauslegung anhand von Daumengrößen wie bei der solaren Warmwasserbereitung ist nur schwer möglich und kann höchstens einen Rahmen abstecken.

Abbildung 20: Teilsysteme der solaren Klimatisierung.



Quelle: Fraunhofer ISE.

Trotz der Komplexität Integraler Anlagenplanung können Daumenregeln, vereinfachte Dimensionierungsregeln und Tipps, welche auf langjähriger Planungserfahrung beruhen, den Planungsprozess vereinfachen. An diesem Seminarpunkt fokussieren sich die vielfältigen

Betrachtungspunkte, sodass der Seminarteilnehmer wieder auf wesentliche Prozesse zurückgeführt wird.

Wege zu kostengünstigen Anlagen,
Knackpunkt für niedrige Investitions- und Betriebskosten

An diesem Seminarpunkt wurden verschiedene relevante Berechnungsoptionen einer möglichst effizienten und kostengünstigen Solare Klimatisierung vorgestellt. Dazu gehörten u.a. die Berechnung der Gebäudelastreihen, der Antriebszeitreihen für die benötigte thermische Energie, die solare Deckungsrate für Kombinationen von Kollektorfeldgröße und Speichergröße sowie Berechnung der Systemkosten und Berücksichtigung von Größeneffekten für Komponentenkosten. Aber auch Gebäudekriterien wie Größe und Orientierung von Fensterflächen, Verschattung der Fensterflächen, Reduktion interner Lasten, Optimierung der Wärmedämmung, optimierte Luftwechselrate, Zonen mit verschiedenen Anforderungen an Klimatechnik haben Einfluss auf die Investitionskosten. Da der Bereich der Betriebskosten ebenfalls einen wichtigen Faktor erfüllt, müssen Einflüsse wie steigende Stromkosten, Wartungskosten, Lebensdauer der Komponenten, Umweltfreundlichkeit, Geräuschpegel und Komfortanforderungen diskutiert werden.

- Pilotanlagen und Erfahrungen; Erfahrungen aus umgesetzten Anlagen: An Hand einiger umgesetzter Anlagenbeispiele vermittelt der Dozent verschiedene Problemdarstellungen und seine Erfahrungen.
- Wirtschaftlichkeit: Auf dem Weg zur kostengünstigen Planung von solarthermisch angetriebenen Systemen müssen verschiedene Fragen zu den Investitionskosten zu dem System (offen/geschlossen) Größe, Hersteller, Lieferant, Planer, Installateur, Betriebskosten,... geklärt werden. Da die Wirtschaftlichkeit von dynamischen Faktoren beeinflusst wird, kann sie im Seminar nur am Status quo vermittelt werden.

Berechnungsbeispiel: Mittels zweier abschließender Beispielrechnungen konnten die Seminarteilnehmer die Einflussgrößen integraler Anlagenplanung vertiefen.

5. Modul 14: Fachseminare EE

Autorin: Iken Draeger (Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.)

5.1. Das Modul 14 – Fachseminare EE (Kurzfassung)

Mit den Fachseminaren EE wurde das Ziel verfolgt, erneuerbare Energien verstärkt in die Studienseminare und darüber in den Unterricht zu integrieren, um damit die Kommunikation erneuerbarer Energien zu verstärken. Durch die Entwicklung geeigneter Lehr- und Lernmaterialien für Seminarveranstaltungen und die Durchführung von insgesamt 50 Fachseminaren bundesweit sollten Lehramtsanwärterinnen und -anwärter sowie Seminarleiterinnen und -leiter für erneuerbare Energien sensibilisiert und zur Umsetzung des Themas in Unterricht und Seminartätigkeit aktiviert werden. Zu diesem Zweck wurden vier Fachseminarskripte zu unterschiedlichen Aspekten der Energiebildung entwickelt und 50 Seminarveranstaltungen zu EE an Studienseminaren für Grund-, Haupt- und Realschule in verschiedenen Bundesländern durchgeführt.

Die Studienseminare konnten zwischen folgenden Themen für die Präsenzveranstaltung wählen. Die Themen konnten entweder einzeln oder als Kombination gebucht werden:

Thema 1: Integration des Themas erneuerbare Energien in verschiedene Fächer – Methoden und fächerübergreifende Projekte

Thema 2: Experimente mit erneuerbaren Energien im Sachunterricht und im naturwissenschaftlichen Unterricht Klasse 3-6

Thema 3: Die gesellschaftliche Bedeutung von erneuerbaren Energien – Warum erneuerbare Energien in der Schule unterrichten?

Thema 4: Basiswissen zum Thema erneuerbare Energien – ökologische, ökonomische, soziale und technische Aspekte

In den Fachseminaren wurden erneuerbare Energien als Querschnittsthema und damit fächerübergreifend behandelt. Mit einem solchen multiperspektivischen und interdisziplinären Zugang wurde die Initialisierung ganzheitlicher Lernprozesse und vernetzten Denkens angestrebt. Um einen umfassenden Überblick auf die Thematik zu geben, wurden sowohl umwelttechnische als auch energiepolitische und didaktisch-methodische Überlegungen erörtert. Die Fachseminare orientierten sich stark an den Erfahrungen der Teilnehmenden und vertieften die bereits vorhandenen Kenntnisse durch theoretische Inputs und praktische Übungen. Die Handlungsaktivierung wurde bereits bei der Konzeption der Fachseminare EE als Diskussionsveranstaltungen mit Werkstattcharakter methodisch verankert. Sie erfolgte vornehmlich durch den fachlichen Austausch in der Gruppe (anstatt eines einseitigen Vortrags), das praktische Erproben von Unterrichtsmethoden für verschiedene Fächer und Altersstufen und die Entwicklung eigener Projektideen und Unterrichtsmaterialien. Im Reflexionsprozess über die im Seminar entwickelten Ideen, konnten häufig konkrete Anknüpfungspunkte für den Unterricht gegeben werden, sowohl von unserer Seite als auch von Seiten der Seminarleitungen.

Die Seminarskripte und Arbeitsmaterialien, einschließlich der Experimentieranleitungen und Impulskarten, stehen zum kostenlosen Download auf www.ufu.de/powerado zur Verfügung. Neben den oben genannten Dokumenten wurden im sogenannten Materialpool EE auf der Webseite auch ausgewählte Arbeitsergebnisse aus den Fachseminaren veröffentlicht. Die eingestellten Materialien können nicht nur von den Beteiligten, sondern auch von anderen Interessierten, die das Thema Erneuerbare Energien in der Arbeit mit Kindern und Jugendlichen aufgreifen wollen, genutzt werden.

Über die Fachseminar EE wurde in Newslettern informiert, die von den Teilnehmenden abonniert werden konnten. Parallel wurden die Informationen im Newsletter Bildung vom BMU veröffentlicht.

Die Ergebnisse der Fachseminare wurden in einer Dokumentation veröffentlicht. Die Auswertung zeigt, dass auch längerfristige Ziele, wie die Förderung der Integration des Themas EE in den Unterricht und in die schulpraktische Ausbildung der Studienseminare erreicht wurden. Es bestehen gute Aussichten, dass die optimierten Seminarskripte und Arbeitsmaterialien auch nach Projektende von Lehrkräften sowie Studienseminarleiterinnen und -leitern weiter genutzt werden.

5.2. Problemstellung und Ziele für das Modul

Trotz ambitionierter Klimaschutzziele hat Deutschland weiterhin einen Nachholbedarf in Sachen Klima- und Energiebildung. Den Lehrkräften fehlen die Praxis und das notwendige Fach- und Methodenwissen. Gleichzeitig mangelt es an Bildungsmaterialien für einen handlungsbezogenen, fächerübergreifenden und partizipativen Unterricht sowie der Integration der Thematik in Schulbücher und Arbeitshefte. Im Lehramtsstudium spielen erneuerbare Energien bislang kaum eine Rolle, obwohl das Thema aufgrund seiner gesellschaftlichen Relevanz mittlerweile in die schulischen Rahmenlehrpläne fast aller Bundesländer integriert ist. Um diesem Mangel zu begegnen und zukünftige Lehrkräfte für Energiebildung zu gewinnen, sollten im Projektzeitraum deutschlandweit 50 zweistündige Veranstaltungen zu erneuerbaren Energien an Studienseminaren für Grund-, Haupt- und Realschulen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Unabhängigen Institut für Umweltfragen, des Ecologic Institut Berlin und des Vereins Solare Zukunft durchgeführt werden.

Ziel der Fachseminare war es, Referendarinnen und Referendare für eine nachhaltige Energieversorgung zu sensibilisieren, ihnen die gesellschafts- und bildungspolitische Bedeutung erneuerbarer Energien zu vermitteln und sie durch vielfältige Anregungen zu aktivieren, Energiebildung im Unterricht zu praktizieren. Energie ist ein Querschnittsthema, das in mehrere Fächer integriert werden kann. Dieser Umstand sollte sich auch in der Konzeption der Fachseminare wiederspiegeln. Im Sinne der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BNE) sollten zahlreiche Möglichkeiten zur Entwicklung von Schlüsselkompetenzen integriert werden, die in den Rahmenlehrplänen formuliert sind.

Neben der Qualifizierung von Lehramtsanwärterinnen und -anwärtern in erneuerbaren Energien zielten die Veranstaltungen darauf ab, die Studienseminarleiterinnen als Multiplikatoren für das

Thema zu gewinnen. So sollten erste Ansätze geschaffen werden, um das Thema Energie als Querschnittsthema in der 2. Lehrerbildungsphase zu etablieren.

Mit der Auswertung der Fachseminare sollte geprüft werden, ob die vorgenommenen Maßnahmen im Sinne der oben formulierten Zielsetzung erfolgsversprechend sind und wo Nachbesserungen notwendig sind:

- Konnten die Lehramtsanwärterinnen und -anwärter durch die Fachseminare EE motiviert werden, das Thema erneuerbare Energien in ihren Unterricht zu integrieren? Welche Faktoren haben dazu beigetragen?
- Was sind Bedürfnisse und Hindernisse auf Seiten der Lehrenden und Lernenden?
- Welches sind relevante Inhalte, Methoden und Materialien in der Lehrerbildung zu EE?
- Konnten die Fachseminare EE dazu beitragen, Energiethemen auch langfristig in die Studienseminare zu integrieren? Welche Hinweise gibt es darauf, dass Studienseminarleiterinnen und -leiter das Thema in ihre Seminararbeit integrieren?

5.3. Methodik und Umsetzung

Die Fachseminare EE sind weitgehend interaktiv aufgebaut. In den Veranstaltungen wurden die Teilnehmenden aktiv an Diskussionen, Experimenten, spielerischen Übungen und anderen Gruppenarbeiten beteiligt und entwickelten eigene Unterrichtsbeispiele. Aus diesen Beispielen wurden einzelne ausgewählt und im Sinne des Open-Source-Gedankens auf der UfU-Webseite im Materialpool EE eingestellt. Nach bildungstheoretischen Erkenntnissen fördert eine solche methodische Herangehensweise Lernprozesse nachhaltig, auch in der Erwachsenenbildung, denn sie bewirkt eine tiefgreifende Auseinandersetzung mit den Lerninhalten. Darüber hinaus vereinfacht dieser Zugang die Umsetzung der erworbenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten im eigenen Unterricht.

Die Skripte zu den vier Themen und die Arbeitsmaterialien wurden zur Weiterverwendung (ohne Schreibschutz im Powerpoint- bzw. Word-Format) auf der UfU-Webseite www.ufu.de/powerado zum Download bereitgestellt. Auf diese Weise können sie von den Seminarleiterinnen und -leitern für ihre eigne Seminartätigkeit genutzt, ergänzt und entsprechend der Seminarziele und -anforderungen weiterentwickelt werden.

Die Fachseminare EE fanden in der Regel im Rahmen der regulären Seminarveranstaltungen der Studienseminare statt. Die Studienseminarleiterinnen und -leiter konnten ihr Seminar über einen elektronisches Formular online anmelden. Die Termine wurden – nach Absprache mit dem BMU –entsprechend der Reihenfolge der Anmeldung vergeben. Im Vorfeld der Veranstaltung wurden mit den Seminarleiterinnen bzw. -leitern der grobe Ablauf sowie die räumlichen Bedingungen abgesprochen. Sämtliche Arbeits- und Anschauungsmaterialien wurden vom powerado plus-Team mitgebracht und vor Beginn aufgebaut. Die Veranstaltungen begannen mit einer Einführung zum powerado (plus) Forschungsprojekt und einer kurzen Vorstellungsrunde, bevor in das jeweilige Thema bzw. die Themen eingestiegen wurde. Im Verlauf des Seminars wechseln sich Vortrag, Diskussion, praktische Übungen und Ergebnispräsentation ab, wie oben beschrieben. Die Referendarinnen und Referendare erwarben Fach- und Methodenkenntnisse, die sie an ihre Schülerinnen und Schüler weitergeben können. Neben

Hintergrundwissen zu erneuerbaren Energien wurden umwelt- und bildungspolitische Debatten angesprochen und der Bildungsauftrag der Schule in Bezug auf Klimaschutz und erneuerbare Energien analysiert. Darüber hinaus wurde erörtert, wie das Thema im Sach- bzw. naturwissenschaftlichen Unterricht und fächerübergreifend in Geografie, Politik und Sozialkunde aber auch Deutsch, Mathematik und Kunst integriert werden kann. Am Schluss wurde jede Veranstaltung in einer Feedbackrunde gemeinsam ausgewertet sowie ein zweiseitiger Fragebogen ausgeteilt. Darüber hinaus hatten die Anwesenden die Möglichkeit, über ein handschriftliches Formular den BMU-Newsletter Bildung zu abonnieren. In den Pausen und parallel zu den praktischen Phasen konnten sie sich die mitgebrachten Bildungsmaterialien anschauen. Nach den Veranstaltungen wurden die Materialien den Studienseminaren für ihre weitere Arbeit zur Verfügung gestellt. Alle Anwesenden erhielten darüber hinaus das Diercke spezial Buch „Globaler Klimawandel“ und das Praxis Geografie Heft „Klimawandel“ vom BMU.

Wie oben erwähnt, wurden die Fachseminare mündlich und schriftlich ausgewertet. In den Fragebögen wurden eine quantitative Gesamtbewertung der Veranstaltung sowie eine quantitative und qualitative Beurteilung der Fachinhalte, Unterrichtsmethoden und Medien erfragt. Zusätzlich konnten Anmerkungen zur Gewichtung von Theorie und Praxis, zur Präsentation, zu den Powerpoint-Folien und den Handouts gemacht sowie offengebliebene Fragen, Kritik und Anregungen für den eigenen Unterricht bzw. die eigene Seminartätigkeit formuliert werden. Daneben wurden die wesentlichen Ergebnisse aus den Veranstaltungen von den Projektmitarbeiterinnen und -mitarbeitern schriftlich dokumentiert und die Rahmendaten tabellarisch festgehalten (siehe Tabelle 1 unter Punkt 1.4). Die Ergebnisse der mündlichen Auswertung und die schriftlichen Notizen wurden bei der kontinuierlichen Anpassung der Seminarskripte im Projektverlauf berücksichtigt. Auf Grundlage der Dokumentation wurde eine finale Optimierung der Seminarskripte vorgenommen. Die Ergebnisse der Auswertung dienen darüber hinaus als Empfehlung für weitere Forschungstätigkeiten.

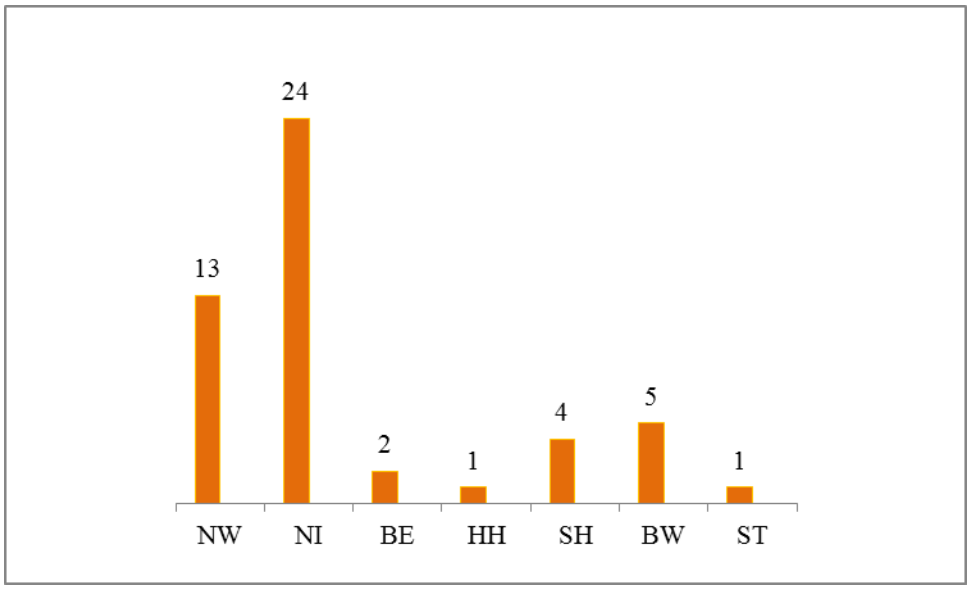
Abbildung 21: Fachseminar in Verden, Niedersachsen, Thema 1 und 2

Quelle: UfU

5.4. Technische Ergebnisse zum Modul

Der Großteil der Veranstaltungen wurde in den westlichen Bundesländern durchgeführt, die östlichen Bundesländer waren unterrepräsentiert. Besonders große Nachfrage kam aus Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen. Die genaue Verteilung auf die einzelnen Bundesländer ist der nachfolgenden Grafik zu entnehmen.

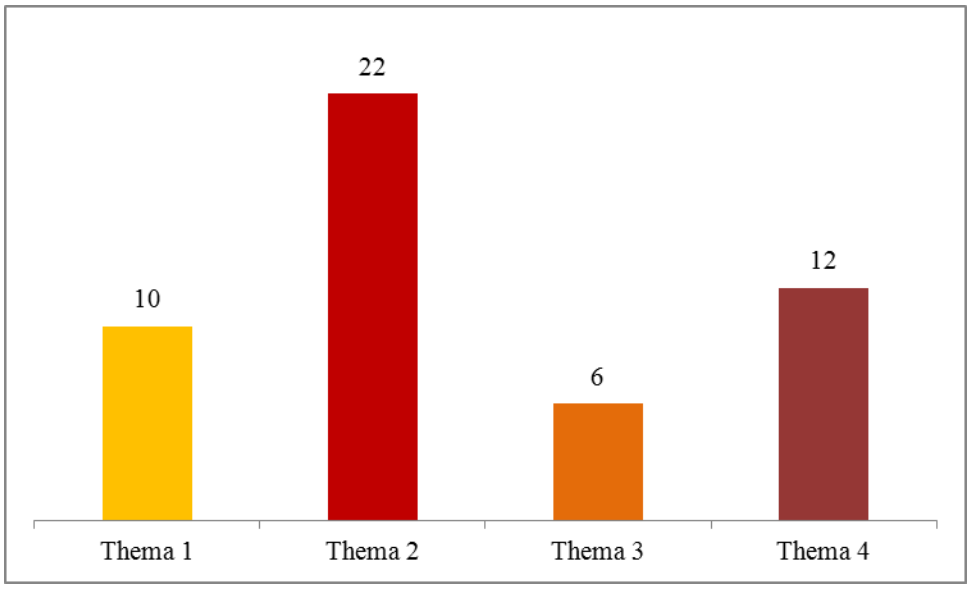
Abbildung 22: Verteilung der Fachseminare EE auf die Bundesländer



Quelle: Eigene Darstellung

Die meisten Studienseminare waren an Themenkombinationen interessiert. Sie begründeten dies zum einen mit dem Interesse an möglichst vielfältigen Informationen und Praxiserfahrungen. Zum anderen sahen sie es als sinnvoll an, das Thema vertiefend zu behandeln, was bei einer zweistündigen Veranstaltung aufgrund der Kürze der Zeit kaum möglich gewesen wäre. Besonders nachgefragt waren die praktischen Themen und eine Kombination von Theorie und Praxis. Aufgrund der beschränkten Anzahl der zu vergebenen Veranstaltungen konnten jedoch nicht alle Wünsche erfüllt werden. Waren Themenkombinationen aus zeitlichen Gründen oder aufgrund der Ausbuchung nicht organisierbar, wurde vor allem Thema 2 als Einzelveranstaltung gebucht, dreimal auch Thema 1 und einmal Thema 4. 19 Veranstaltungen waren Themenkombinationen, 8 waren Einzelveranstaltungen. Die Themenverteilung kann der nachfolgenden Abbildung entnommen werden.

Abbildung 23: Themenwahl der Studienseminare



Quelle: Eigene Darstellung

Die Fachseminare haben sich zu etwa gleichen Teilen auf Studienseminare für Grund-, Haupt- und Realschule verteilt mit einer Teilnehmerzahl von 11 bis 50 Personen, im Durchschnitt rund 20. Insgesamt wurden 645 Referendarinnen und Referendare und ihre Seminarleiterinnen und -leiter erreicht, rechnet man die Teilnehmerzahl nach Themen, sind es 1151 Personen. Abweichend von der Zielgruppe wurde ein Fachseminar für Gymnasien, drei Veranstaltungen im Sonderschulbereich und – nach Absprache mit dem BMU – ein Seminar am Landesinstitut für Lehrerbildung in Hamburg im Rahmen des regulären Fortbildungsprogramms durchgeführt.

In der Regel fanden die Veranstaltungen im Rahmen der fachspezifischen Seminare statt. Insbesondere die naturwissenschaftlichen Fächer Physik, Chemie und Biologie sowie Sachunterricht (Grundschule), aber auch Fachseminare für Geografie, Technik, Politik, Sozialkunde und Geschichte waren vertreten. Einzelne Fachseminare fanden auch im Rahmen der fächerübergreifenden Hauptseminare statt.

Der folgenden Tabelle können detaillierte Angaben zu den durchgeführten Veranstaltungen – aufgeschlüsselt nach den einzelnen Themen – entnommen werden:

Tabelle 1: Übersicht zu den durchgeführten Fachseminaren

	Datum/ Institut	**Studienseminar**	**Seminartyp**	**Thema**	**TN-Zahl**
1	14.11.09 UfU	Studienseminar Köln I, NW	Physik, Technik Sek I HS, RS, GeS	1	18
2	14.11.09 SolZu	Studienseminar Köln I, NW	Physik, Technik Sek I HS, RS, GeS	2	18
3	30.11.09 UfU	Studienseminar Mönchen-gladbach, NW	Geografie Sek I HS, RS, GeS	1	23
4	09.12.09 UfU	Studienseminar Mönchen-gladbach SII, NW	Geografie Sek II GY	1	16
5	09.12.09 SolZu	Studienseminar Mönchen-gladbach SII, NW	Geografie Sek II GY	4	16
6	21.01.10 UfU	Studienseminar Vechta, NI	Sachunterricht GS	2	25
7	01.02.10 SolZu	Studienseminar für Haupt-Real-Gesamtschule Recklinghausen, NW	Technik HS, RS, GeS	2	13
8	01.02.10 SolZu	Studienseminar für Haupt-Real-Gesamtschule Recklinghausen, NW	Technik HS, RS, GeS	4	13
9	08.02.10 UfU	Schulpraktisches Seminar 3,5,6 Berlin, BE	Hauptseminar FöS	2	23
10	12.02.10 UfU	Lehrerinstitut Hamburg, HH	Lehrerfortbildung Naturwissenschaften	2	20
11	22.02.10 UfU	Schulpraktisches Seminar 3,5,6 Berlin, BE	Hauptseminar FöS	2	21
12	23.02.10 SolZu	Studienseminar Wunstorf, NI	Sachunterricht GS	2	13
13	03.03.10 Eco	Studienseminar Osnabrück für das Lehramt für Sonderpädago-gik, NI	Sachunterricht, Erdkunde, Politik, Geschichte FöS	2	21
14	03.03.10 Eco	Studienseminar Osnabrück für das Lehramt für Sonderpädago-gik, NI	Sachunterricht, Erdkunde, Politik, Geschichte FöS	3/4	21
15	16.03.2010 Eco	Studienseminar Goslar, NI	Erdkunde, Geschichte, Politik Sek I HS, RS	3	20
16	16.03.2010 Eco	Studienseminar Goslar, NI	Erdkunde, Geschichte, Politik Sek I	4	20

	Datum/ Institut	**Studienseminar**	**Seminartyp**	**Thema**	**TN-Zahl**
			HS, RS		
17	13.04.10 Eco	Studienseminar Buchholz für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen, NI	Sachunterricht GS	1	12
18	13.04.10 Eco	Studienseminar Buchholz für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen, NI	Sachunterricht GS	2	12
19	14.04.10 Eco	Studienseminar für Lehrämter an Schulen Bielefeld I, NW	Technik HS, RS, GeS	2	23
20	14.04.10 Eco	Studienseminar für Lehrämter an Schulen Bielefeld I, NW	Technik HS, RS, GeS	4	23
21	14.04.10 SolZu	Studienseminar Minden Primarstufe, NW	Sachunterricht GS	2	30
22	14.04.10 SolZu	Studienseminar Minden Primarstufe, NW	Sachunterricht GS	2	31
23	15.04.10 UfU	Studienseminar für GHRS Nordhorn, NI	Geografie, Politik, Sozialkunde Sek I, Sachunterricht HS, RS, GeS, GS	1	50
24	15.04.10 UfU	Studienseminar für GHRS Nordhorn, NI	Geografie, Politik, Sozialkunde Sek I, Sachunterricht HS, RS, GeS, GS	2	50
25	15.04.10 Eco	Studienseminar für GHRS Nordhorn, NI	Geografie, Politik, Sozialkunde Sek I, Sachunterricht HS, RS, GeS, GS	3	50
26	15.04.10 Eco	Studienseminar für GHRS Nordhorn, NI	Geografie, Politik, Sozialkunde Sek I, Sachunterricht HS, RS, GeS, GS	4	50
27	19.04.10 UfU	Studienseminar für GHRS Verden, NI	Physik, Chemie, Biologie Sek I HS, RS	1	28
28	19.04.10 SolZu	Studienseminar für GHRS Verden, NI	Physik, Chemie, Biologie Sek I HS, RS	2	28
29	21.04.10 UfU	Studienseminar IQSH Kiel, SH	Sachunterricht GS	2	21
30	08.06.10 Eco	Studienseminar für GHRS Verden, NI	Physik, Chemie Sek I HS, RS	3	11
31	08.06.10 Eco	Studienseminar für GHRS Verden, NI	Physik, Chemie Sek I HS, RS	4	11
32	09.06.10	Studienseminar IQSH Kiel, SH	Physik	1	21

	Datum/ Institut	**Studienseminar**	**Seminartyp**	**Thema**	**TN-Zahl**
	Eco		HS, RS, GeS		
33	09.06.10 Eco	Studienseminar IQSH Kiel, SH	Physik HS, RS, GeS	2	21
34	09.06.10 Eco	Studienseminar IQSH Kiel, SH	Physik HS, RS, GeS	3/4	21
35	09.06.10 SolZu	Staatliches Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (Realschulen) Schwäbisch Gmünd, BW	Physik RS	2	18
36	09.06.10 SolZu	Staatliches Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (Realschulen) Schwäbisch Gmünd, BW	Physik RS	4	18
37	07.07.10 SolZu	Studienseminar Reckling-hausen, NW	Erdkunde, Physik HS, RS, GeS	2	18
38	07.07.10 SolZu	Studienseminar Reckling-hausen, NW	Erdkunde, Physik HS, RS, GeS	4	18
39	22.09.10 UfU	Studienseminar für GHRS Göttingen, NI	Sachunterricht GS	2	25
40	22.09.10 SolZu	Studienseminar für GHRS Göttingen, NI	Sachunterricht GS	4	25
41	10.08.10 Eco	Studienseminar Rehburg/Wunstorf, NI	Sachunterricht GS	2	29
42	10.08.10 Eco	Studienseminar Rehburg/Wunstorf, NI	Sachunterricht GS	3	29
43	25.10.10 UfU	Studienseminar Cuxhaven, NI	Sachunterricht GS	1	15
44	26.10.10 Eco	Studienseminar für GHRS Göttingen, NI	Biologie, Chemie HS, RS	1	11
45	26.10.10 Eco	Studienseminar für GHRS Göttingen, NI	Biologie, Chemie HS, RS	2	11
46	26.10.10 Eco	Studienseminar für GHRS Göttingen, NI	Biologie, Chemie HS, RS	3	11
47	15.02.11 UfU	Landesinstitut für Schulqualität und Lehrerbildung Sachsen-Anhalt, Nebenstelle Halle, ST	Hauptseminar FöS	1	24
48	07.07.11 UfU	Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (GHWRS) Lörrach	Physik, Biologie, Technik, Chemie GS, HS, RS	2	50
49	07.07.11 SolZu	Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (GHWRS) Lörrach	Physik, Biologie, Technik, Chemie GS, HS, RS	4	50
50	20.12.11 SolZu	Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (GHWRS)	Physik, Biologie, Technik, Chemie	4	15

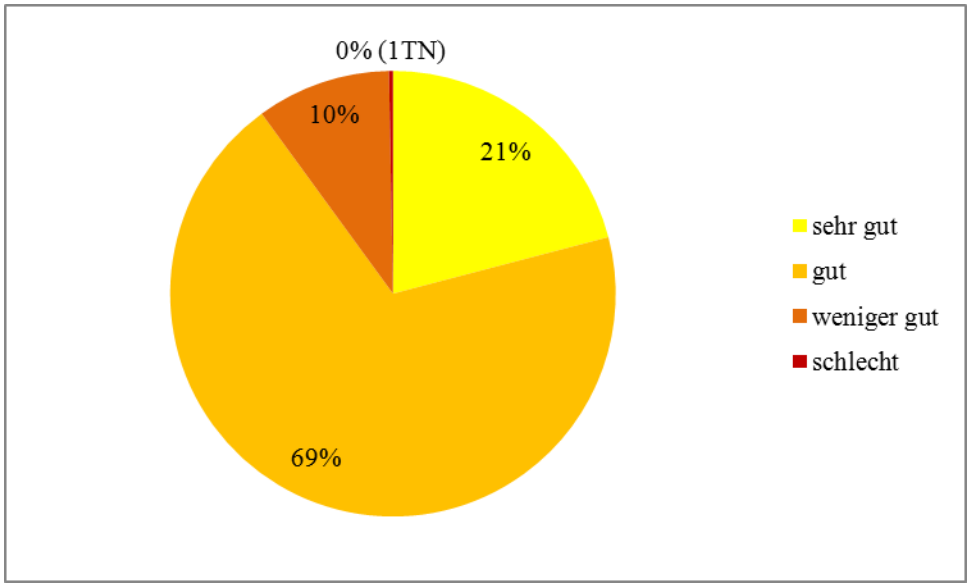
	Datum/ Institut	Studienseminar	Seminartyp	Thema	TN-Zahl
		Lörrach	GS, HS, RS		

Quelle: Eigene Darstellung; Abkürzungen: GS für Grundschule, HS für Hauptschule, RS für Realschule, GeS für Gesamtschule, GY für Gymnasium, FöS für Förderschule, NI für Niedersachsen, NW für Nordrhein-Westfalen, BE für Berlin, HH für Hamburg, SH für Schleswig-Holstein, BW für Baden-Württemberg

5.5. Wissenschaftliche Ergebnisse zum Modul

Die Fachseminare EE werden von über zwei Dritteln der Teilnehmenden mit „gut“ bewertet, knapp ein Viertel bewerten sie sogar mit „sehr gut“. Dabei werden vor allem die in den Veranstaltungen gewonnenen Anregungen für den eigenen Unterricht oder für Projektwochen als sehr positiv herausgestellt. Nach dem Besuch der Veranstaltungen wurde häufig das Ziel geäußert, die eigene Schülerinnen und Schüler für Klimaschutz und eine auf erneuerbaren Energien beruhende Energienutzung sensibilisieren zu wollen. Die Informationen aus den Fachseminaren (u. a. Skripte, Experimentieranleitungen, Literaturhinweise) wollen die Teilnehmenden hierfür als Grundlage nutzen.

Abbildung 24: Bewertung der Fachseminare insgesamt



Quelle: Eigene Darstellung

Offengeblieben sind in der Regel Aspekte, die sich in den jeweils nicht gewählten Themen wiederfinden und in den Veranstaltungen auf Grund der kurzen Zeit nicht abgedeckt werden konnten. Bei den praktisch ausgerichteten Veranstaltungen (Thema 1+2) fehlten den Teilnehmenden beispielsweise die Vermittlung der Grundlagen und Zusammenhänge zu erneuerbaren Energien, bei den eher theoretischen Veranstaltungen (Thema 3+4) waren es Praxisbeispiele, eigene Erfahrungen und Umsetzungsmöglichkeiten im Unterricht, die zu kurz

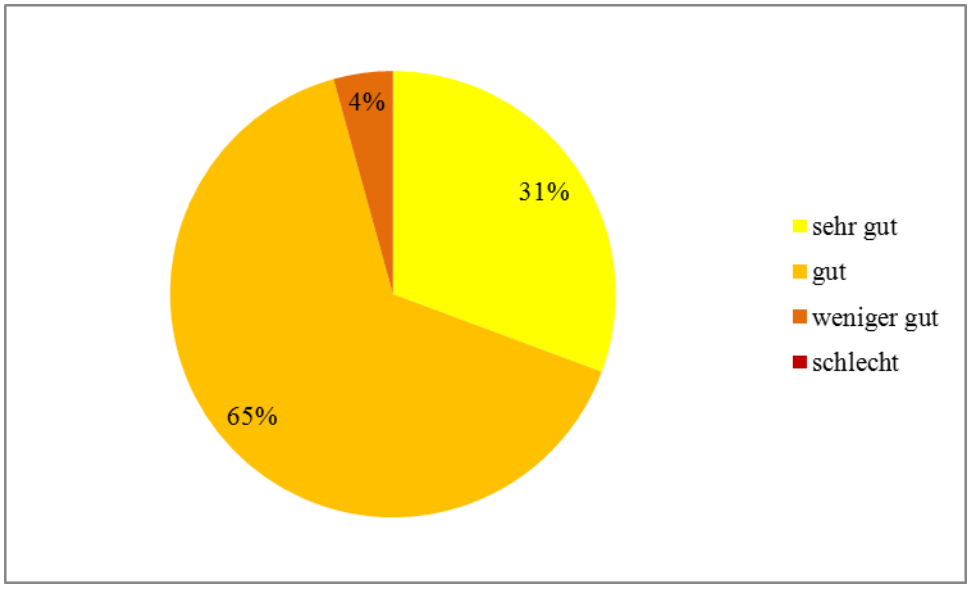
gekommen sind. Viele Teilnehmende gaben das Feedback, dass sie sich ein Tagesseminar zu erneuerbaren Energien gewünscht hätten.

Die Fachinhalte wurden von fast allen Teilnehmenden positiv bis sehr positiv bewertet. Besonders interessante Fachinhalte waren der Überblick zu den verschiedenen erneuerbaren Energieträgern, insbesondere die Nutzung der Photovoltaik und Windenergie, die Zukunftsprognosen für erneuerbare Energien und der Transfer des Themas in die Schule. Mehrmals genannt wurden auch die Themen CO_2-Ausstoß, Klimawandel und Bildung für nachhaltige Entwicklung.

In den eher praktisch ausgerichteten Fachseminaren (Thema 1+2) haben den Lehramtanwärterinnen und -anwärtern vor allem Detailinformationen zu den erneuerbaren Energieträgern und kontroverse Debatten zur zukünftigen Energieversorgung gefehlt. Diese waren inhaltlich jedoch nicht vorgesehen, da sie in Thema 3 und 4 abgedeckt werden. Von einzelnen Referendarinnen und Referendaren (in Einzelveranstaltungen zu Thema 2) wurde ein stärkerer Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis gewünscht. Sie hätten Schwierigkeiten gehabt, die einzelnen Experimente in einen theoretischen Kontext zu bringen.

Wurden Theorie und Praxis kombiniert, gaben die Teilnehmenden häufig an, dass ihnen nichts gefehlt hätte bzw. ließen das entsprechende Feld auf dem Fragebogen frei.

Abbildung 25: Bewertung der Fachinhalte



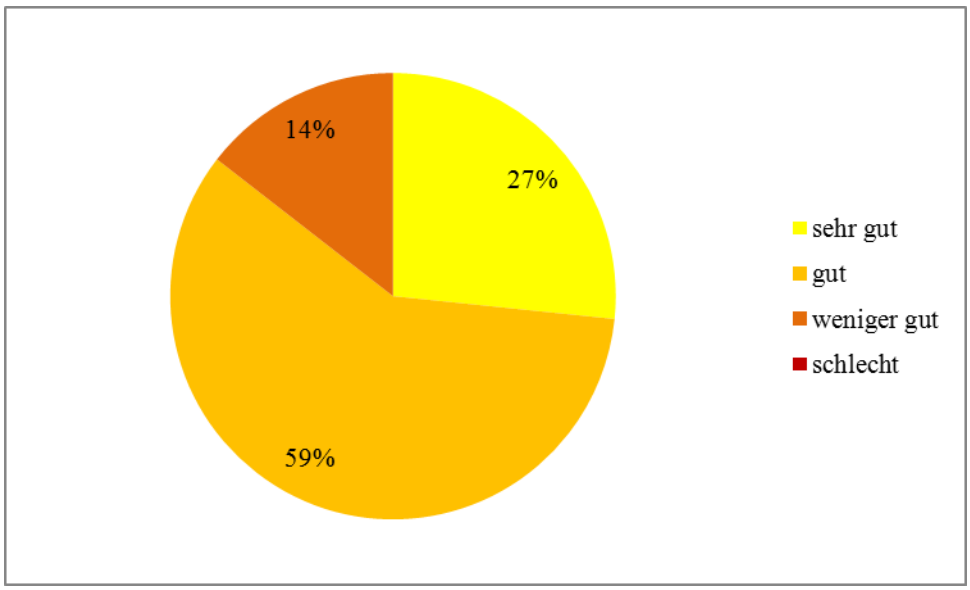
Quelle: Eigene Darstellung

Auch die Methoden wurden von den Teilnehmenden überwiegend mit „gut“ bzw. „sehr gut“ bewertet. Allgemein großen Zuspruch fanden die Experimente, vor allem zur Wind- und Solarenergie. Positiv hervorgehoben wurde dabei, dass sich die einfachen Versuche gut für eine Übertragung in den eigenen Unterricht eignen und die Experimentieranleitungen sehr hilfreich dafür sind. Allerdings wurden die Experimente als durchweg zu einfach für die Sekundarstufe Klasse 7 aufwärts bewertet, hier sei eine Anpassung auf diese Zielgruppe notwendig.

Umgekehrt müssten die Experimente für Förderschulen zum Teil vereinfacht oder als Lehrerexperimente frontal durchgeführt werden.

Bezüglich der Experimente in Thema 2 gab es vereinzelte Anmerkungen zur Bioenergie, die zur Nachbesserung der entspechenden Experimentieranleitungen geführt haben. In Bezug auf Thema 1 kam die integrierte Projektarbeit besonders gut an. Positiv erwähnt wurden auch das powerado Onlinespiel und die Brainstormingmethoden. In Thema 3 wurden das Weltcafé und das Weltspiel als besonders geeignete Unterrichtsmethoden bewertet. In Thema 4 lag der Fokus auf der Vermittlung von Basiswissen zu den erneuerbaren Energieträgern, nicht auf der Vorstellung von Unterrichtsmethoden. Die in das Thema integrierte praktische Arbeit wurde aufgrund der ausschließlichen Themenkombination zugunsten der Projektarbeit bzw. der Experimente weggelassen, auf Thema 4 bezogene Unterrichtsmethoden wurden dementsprechend nicht genannt.

Abbildung 26: Bewertung der Unterrichtsmethoden

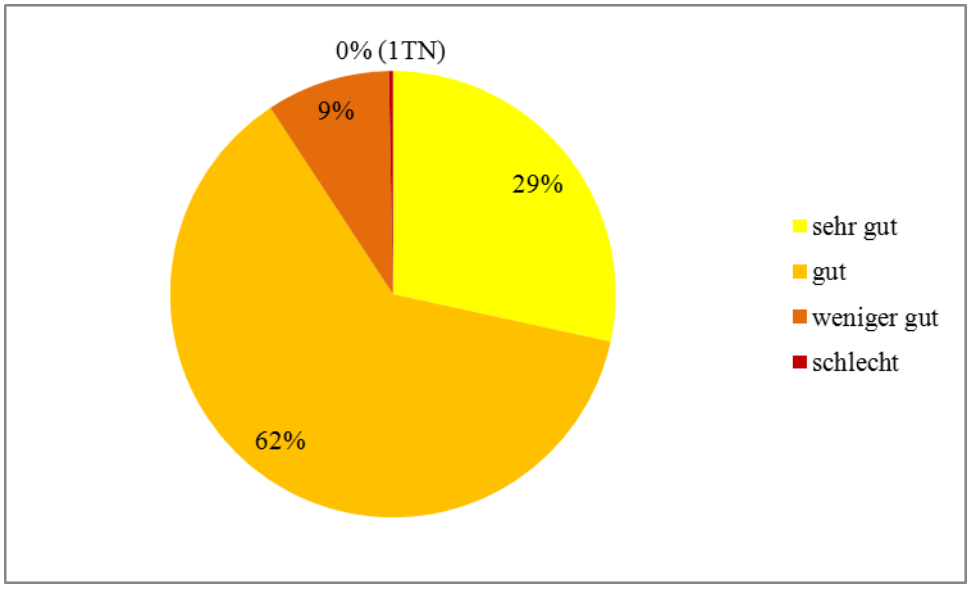


Quelle: Eigene Darstellung

59 % der Teilnehmerinnen und Teilnehmer beurteilten die Materialien als „gut“, weitere 27 % als „sehr gut“. Den in den Fachseminaren eingesetzten und vorgestellten Unterrichtsmaterialien wurde insgesamt ein hoher Anschaulichkeitsgrad beschieden. Sie seien vielfältig und hätten einen hohen Praxisbezug. Hinsichtlich der Experimentiermaterialien wurde positiv hervorgehoben, dass es sich größtenteils um Gebrauchsmaterialien aus dem Alltag handelt, die preiswert sind und einen hohen Lebensweltbezug für die Schülerinnen und Schüler haben. Großer Informationsbedarf bestand dazu, wo Spezialmaterialien wie Solarzellen und Windgeneratoren kostengünstig als Klassensatz gekauft werden können. Hinweise dazu wurden bei der Optimierung in die Skripte aufgenommen. Vereinzelt wurde bemängelt, dass die Zeit zu knapp war, um alle Materialien gründlich einzusehen.

Neben den Unterrichtsmaterialien kamen auch die ausgeteilten, kostenlosen BMU-Broschüren sowie die umfangreiche Literaturliste im Handout – mit vielen Hinweisen zu Bildungsmaterialien, Internetseiten für den Unterricht, Onlinespielen, E-Learning-Tools, Filmen und Animationen – bei den Teilnehmenden sehr gut an.

Abbildung 27: Bewertung der Materialien



Quelle: Eigene Darstellung

Die Gewichtung von Theorie und Praxis in den Fachseminaren wird von den Teilnehmenden sehr unterschiedlich beurteilt. Auffällig ist, dass für viele sowohl der Theorie- als auch Praxisteil zu kurz gekommen ist. Dies liegt nach Angaben der Teilnehmenden an der eingeschränkten Zeit in den Fachseminaren. Die Powerpoint-Folien zu den einzelnen Themen wurden vom Großteil der Teilnehmenden als sehr sinnvoll und hilfreich für die weitere Recherche eingeschätzt. Auch die Präsentation bzw. Veranstaltungsleitung wurde im Allgemeinen gut bis sehr gut bewertet. In Einzelfällen wurde die Powerpoint-Präsentation als zu lang und die Vortragsweise als zu leise empfunden. Die Handouts wollen die Anwesenden vor allem zum Nachlesen, für die eigene Recherche und für ihre Unterrichtsvorbereitung nutzen. Positiv angemerkt wurden die Literatur- und Themenübersicht sowie das Layout, welches genug Raum für Notizen lässt. Manchen war die Schrift zu klein, andere wenige hätten aus Umweltschutzgründen lieber auf den Ausdruck verzichtet.

Der überwiegende Teil der Lehrenden war sehr zufrieden mit den Veranstaltungen – sowohl aus didaktisch-methodischer als auch aus inhaltlicher Sicht. Einigkeit gab es darüber, dass sowohl die theoretischen Inhalte als auch die praktische Übungen notwendig sind, um den zukünftigen Lehrkräften das Thema näher zu bringen und ihnen notwendige Hilfestellungen für ihren Unterricht zu geben. Viele Seminarleiterinnen und -leiter brachten sich aktiv in Diskussionen ein und ermutigten ihre Gruppe, die im Fachseminar gesammelten Erfahrungen in den eigenen

Unterricht einfließen zu lassen. In persönlichen Gesprächen während der Veranstaltungen und in den Feedbackrunden wurden u.a. folgende Einschätzungen geäußert:

- Die Kombination von Theorie und Unterrichtspraxis ist sehr wichtig.
- Die Möglichkeit, Experimente und Spiele praktisch im Seminar auszuprobieren, erhöht die Sicherheit der Referendarinnen und Referendare – und damit die Wahrscheinlichkeit, dass erneuerbare Energien zum Thema im eigenen Unterricht gemacht werden.
- Die pädagogische Aufarbeitung der Materialien ist durchweg gelungen.
- Es ist sehr hilfreich, dass die Zahlen so aktuell sind. Im Lehralltag besteht häufig das Problem, dass Materialien mit ca. 5-15 Jahre alten Daten arbeiten.

Schwierigkeiten im Seminar ergaben sich immer dann, wenn die Anwesenden sehr unterschiedliche Vorkenntnisse hatten. Hier mussten vom Vertiefungsgrad Kompromisse eingegangen werden. Nicht alle Fragen konnten im Detail beantwortet werden. Dieses Problem wird nicht in Gänze zu lösen sein. Mit einer Erwartungsabfrage im Vorfeld könnte es aber teilweise abgefangen und die Veranstaltungen an die Erfahrungen der Teilnehmenden angepasst werden.

5.6. Fazit und Empfehlungen

Auskunft über die Wirkung der Fachseminare geben insbesondere die Aussagen zu neuen Erfahrungen und Anregungen, die die Referendarinnen und Referendare in den Fachseminaren für ihren Unterricht gewinnen konnten. Viele der Teilnehmenden geben an, ihre in den Veranstaltungen gesammelten Erfahrungen für ihren Unterricht nutzen und Projekte zu erneuerbaren Energien initiieren zu wollen. Aus den Seminarveranstaltungen nehmen sie vor allem praktische Anregungen für ihren Unterricht mit. Darüber hinaus konnten die Fachseminare Einstiegsinformationen zur Energiethematik liefern. Ähnlich verhält es sich mit den Anregungen, die für den eigenen Unterricht gesammelt werden konnten. Die Hinweise und Vorschläge zur Integration des Themas in verschiedene Unterrichtsfächer beispielsweise werden von vielen Teilnehmenden als Gewinn angesehen. Auch für die Durchführung von Schulprojekten zu erneuerbaren Energien haben sie wichtige Anregungen erhalten.

In Gesprächen während und nach den Veranstaltungen gaben mehrere der Seminarleiterinnen und -leiter an, die angebotenen Informationen und Powerpoint-Folien für ihre weitere Ausbildungstätigkeit nutzen zu wollen. Ganz konkret hat sich beispielsweise eine Studienseminarleiterin für eine folgende Seminarveranstaltung den powerado Experimentierkoffer „Box Primary“ ausgeliehen. Ein anderer Studienseminarleiter hat im Anschluss an die Veranstaltung verschiedene Bildungsbroschüren von UfU und BMU sowie die powerado-CD für alle im Seminar bestellt. Zwei Studienseminare haben sich im Anschluss an die Veranstaltung darüber verständigt, das Thema erneuerbare Energie in einer der nächsten Sitzungen wieder aufzugreifen und an den begonnen Projektskizzen weiterzuarbeiten. Außerdem wurden in mehreren Veranstaltungen die angehenden Lehrkräfte ermutigt, ihre Examensarbeit zum Thema erneuerbare Energien zu schreiben. Ein Studienseminar äußerte explizit Interesse an einer Multiplikatorenschulung zu erneuerbaren Energien für das gesamte Kollegium. Nach Auskunft des Studienseminarleiters fehlen auch bei den Lehrenden Kenntnisse und Erfahrungen mit

erneuerbaren Energien im Unterricht, was dazu führe, dass das Thema nicht in die Seminararbeit aufgenommen würde.

Die Auswertung der Fachseminaren zeigt, dass auch längerfristige Ziele, wie die Förderung der Integration des Themas erneuerbare Energien in den Unterricht und in die schulpraktische Ausbildung der Studienseminare erreicht werden. Es bestehen gute Aussichten, dass die optimierten Seminarskripte und Arbeitsmaterialien auch nach Projektende von Lehrkräften sowie Studienseminarleiterinnen und -leitern weiter genutzt werden. Darauf deuten sowohl der Download der Skripte auf der Webseite (siehe Tabelle 3) sowie die Rückmeldungen aus den Seminarveranstaltungen und die Auswertung der Fragebögen hin. Es ist außerdem davon auszugehen, dass diese Materialien sowie die in den Veranstaltungen entstandenen eigenen Projektideen und Lernaufgaben an den Schulen weiterentwickelt und an die Bedürfnisse der Lerngruppen angepasst werden. Hierdurch entstehen an Schulen Materialpools zu erneuerbaren Energien, auf die auch andere Lehrkräfte zurückgreifen können.

Tabelle 4: Anzahl der Downloads von der UfU-Projektwebseite für 2010 und 2011

Skript 1	429
Skript 2	256
Skript 3	138
Skript 4	168
Materialien und Experimentieranleitungen	411
Impulskarten	169
Literaturliste	30
Fachtext zur Energiebildung	68
Downloads vom Materialpool EE	1627
Downloads der powerado Materialien	796
Downloads gesamt	**4092**

Quelle: Eigene Darstellung

Längerfristig besteht die Aussicht, dass sich das Thema erneuerbare Energien als Querschnittsthema in der 2. Lehrerbildungsphase etabliert. Das neu initiierte Forschungsprojekt „Erneuerbare Energien in der Lehrerbildung verankern!“ soll dazu weitere Anschübe leisten. Das Projekt wird vom BMU im Rahmen der Querschnittsforschung EE gefördert und läuft von November 2011 bis April 2014. Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden weitere Lehrerbildungsmodule und Materialkoffer zu erneuerbaren Energiethemen entwickelt, um den in diesem Projekt sichtbar gewordenen Bedarf an Qualifizierung durch die Veranstaltung von 80 weiteren halb- oder ganztägigen Fachseminaren aufzufangen. Darüber hinaus sollen Fachkräfte in der Lehrerbildung in erneuerbaren Energien geschult und ein online-basiertes Beratungs- und Vernetzungsangebot aufgebaut werden, um eine dauerhafte Integration erneuerbarer Energien in verschiedene Kontexte der Lehrerbildung zu erwirken.

Auch die Öffentlichkeitsarbeit auf Bildungsmessen, Kongressen und in Bildungsforen wird weiterhin ein wichtiges Instrument für die Verbreitung des Themas sein. Die Rückmeldungen zum Forschungsvorhaben aufgrund der Öffentlichkeitsarbeit waren durchgehend positiv. Ergebnisse aus den Fachseminaren EE flossen bereits in andere Bildungskontexte ein. Auf dem

Symposium „Energiebildung für die Schule“ in Oldenburg beispielsweise wurde die Vorstellung der Fachseminare aufmerksam verfolgt und Übertragungsmöglichkeiten auf die Lehrerbildung in der Hochschule diskutiert. Im Tagungsband wurde dazu ein Fachtext veröffentlicht. Diese Multiplikationseffekte werden auf diese Weise voraussichtlich nach Projektende weiterwirken.

5.7. Berichte zum Modul

Behringer, Rolf (2009): Basiswissen zum Thema erneuerbare Energien – ökologische, ökonomische, soziale und technische Aspekte. Skript zu Thema 4. Freiburg: Solare Zukunft e.V.

Draeger, Iken (2009a): Powerado-plus: Das Modul Fachseminare EE. Modulbeschreibung FS1. Berlin: Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.

Draeger, Iken (2009b): Konzept der Fachseminare EE. Ergebnisbericht FS2. Berlin: Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.

Draeger, Iken (2009c): Integration des Themas erneuerbare Energien in verschiedene Fächer – Methoden und fächerübergreifende Projekte. Skript zu Thema 1. Berlin: Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.

Draeger, Iken (2011): Dokumentation und Ergebnisse der Fachseminare EE. Ergebnisbericht FS8. Berlin: Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.

Rathgeber, Meike (2009a): Materialien für die Fachseminare EE. Ergebnisbericht FS5. Berlin: Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.

Rathgeber, Meike (2009b): Experimente mit erneuerbaren Energien im Sachunterricht und naturwissenschaftlichen Unterricht. Skript zu Thema 2. Berlin: Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.

Schlegel, Stephanie (2009): Die gesellschaftliche Bedeutung von erneuerbaren Energien – Warum erneuerbare Energien in der Schule unterrichten? Skript zu Thema 3. Berlin: Ecologic Institut Berlin.

6. Modul 15: EE-Handwerk

Autoren: Michael Scharp (IZT), René Opper (SFZ), Jana Lewerenz (SFZ), Uwe Hartmann (DGS)

6.1. Das Modul 15 – EE-Handwerk (Kurzfassung)

Die Energiewende ist beschlossen. Deutschland setzt in Zukunft auf erneuerbare Energien. Das zeigen auch die Klimaschutzinitiative und das Energiekonzept der Bundesregierung. Die Beschäftigtenzahlen der Erneuerbaren-Energien-Branche sind im 2009 bis 2011 von 340.000 auf über 380.000 Menschen gestiegen. Damit ist die deutsche EE-Branche eine der wichtigsten Wachstumsbranchen. Handwerk und Hochschulen müssen auf die damit verbundenen Herausforderungen vorbereitet sein, damit der in einigen Bereichen bereits bestehende Fachkräftemangel nicht zum Flaschenhals der weiteren Entwicklung für den Ausbau der Erneuerbaren wird.

Ziele des Moduls waren die Entwicklung von Handlungsoptionen zum Abbau von Defiziten in der Handwerksausbildung für erneuerbare Energien und die Identifizierung von Hemmnissen im Bereich der Förderungen der Energieeffizienz. Wichtig war hierbei die Einbindung anderer Entscheidungsträger über den Handwerksbereich hinaus, wie z.B. Hochschulen und die Bundesagentur für Arbeit.

Die wichtigsten technischen Ergebnisse des Moduls 15 waren deshalb die fachliche Unterstützung des Bundesumweltministeriums durch Expertisen sowie die Unterstützung des Bundesumweltministeriums bei der Durchführung von drei Fachtagungen. Die ersten beiden Fachtagungen mit den Titeln „Ausbildung und Arbeit für Erneuerbare Energien“ und „Aus- und Weiterbildung für erneuerbare Energien“ fanden 2009 und 2010 statt. Das Thema der hochschulpolitischen Ausrichtung für die Erneuerbaren Energien wurde in der Fachtagung „Hochschultagung für Erneuerbare Energien“ Ende 2010 behandelt. Die Projekttätigkeit war über die gesamte Projektlaufzeit hin durch die praktische Unterstützung des Bundesumweltministeriums mit Kurzgutachten und fachlichem Support in Grundsatzfragen der Erneuerbaren Energien geprägt, die sich zum Ende der Laufzeit noch intensivierte.

Die Erstellung von Expertisen und die durchgeführten Tagungen zeigten diverse neue Forschungsbedarfe bzw. Handlungserfordernisse zur Behebung von Defiziten auf. Als Fazit ergeben sich daraus folgende drei Empfehlungen:

- Die Förderung der Verankerung der Energie- und Ressourceneffizienz im Handwerk: Die Analyse hat gezeigt, dass die Energie- und Ressourceneffizienz explizit nur in wenigen Ausbildungsverordnungen und Rahmenplänen für die 350 Ausbildungsberufe verankert ist. Hierbei bestehen bestenfalls allgemeine Aussagen zur Förderung des Umweltschutzes im Betrieb. Exemplarische Fallstudien haben gezeigt, dass Berufsschule und Betrieb nur dann das Thema Ressourcen- und Energieeffizienz gewichten, wenn es dem Ausbilder nahe liegt. Es fehlt hierbei nach Aussagen von Ausbildern an Materialien und Konzepten, die die Ausbildung in vielen Berufen auf die Anforderungen einer nachhaltigen Effizienz ausrichten. Es bestehen große Bedarfe für neue Forschungsprojekte, die nicht nur Materialien

erarbeiten, sondern diese auch in neue Bildungskonzepte wie z.B. dem eLearning einbetten.

- Die Förderung der Ausbildung für erneuerbare Energien durch Qualifizierungskonzepte und spezifische Bildungsmaterialien: Auch wenn einige EE-Technologien wie Windenergie, Solarthermie und Fotovoltaik Massenanwendungen geworden sind, bestehen in vielen Bereichen noch Defizite in der Qualifizierung und bei den Bildungsmaterialien, die durch den rapiden technologischen Wandel noch verstärkt werden. Beispielsweise gibt es keine Bildungsmaterialien und Bildungskonzepte für die solare Kühlung oder für die zukünftig bedeutsame Elektromobilität im Bereich des Handwerks. Ebenso ist die Ausbildung der zukünftigen Lehrer hinsichtlich der erneuerbaren Energien nach wie vor sehr schwach ausgeprägt. Die heute vorhandenen Bildungsmaterialien sind oft schon nach einem Jahr veraltet. Neue Bildungskonzepte müssen deshalb entwickelt werden. Anstelle von gedruckten Materialien sollten elektronische Materialien stehen, die auf Netbooks und Tablets genutzt werden können, um ein flexibleres Lernen entsprechend der Nutzerbedürfnisse zu ermöglichen.
- Die Intensivierung von Kooperationen und der Ausbau von Studiengängen an den Hochschulen: Die Expertisen und die Fachveranstaltungen haben gezeigt, dass Kooperationen zwischen Unternehmen der EE-Branche und Hochschulen sowie der Aufbau neuer Studiengänge ein bisher wenig beachtetes Feld zur Förderung des Fachkräfteangebotes sind. Hierbei bestehen vor allem Informationsbedarfe für alle Akteure, die die Ausbildung an den Universitäten fördern können.

6.2. Problemstellung, Ziele und Ergebnisse

Ziel dieses Moduls war die Unterstützung des Bundesumweltministeriums bei Fragen der Aus- und Weiterbildung im Bereich von Ausbildungsberufen, die unmittelbar und mittelbar mit den Erneuerbaren Energien verbunden sind. Eine Analyse im Modul 08 des powerado-Projektes zur Integration von Energiethemen im Bereich der Ausbildungsberufe hat gezeigt, dass nur in ganz wenigen Ausbildungsberufen EE erwähnt werden. Aber auch in diesen Fällen erwähnen die Ausbildungsverordnungen und Rahmenpläne nur einige Stichpunkte, so dass es den Fachausbildern überlassen bleibt, welche Inhalte sie vermitteln und wie sie dieses tun. Angesichts der Bedeutung der EE für einige Handwerksberufe als auch für die Stellung Deutschlands im internationalen Wettbewerb ist dieser Zustand unbefriedigend. Ebenso hatte das powerado-Projekt erhebliche Bildungsdefizite im Bereich der Lehrerbildung und der Förderung der Aus- und Weiterbildung in der EE-Branche identifiziert.

Während die beiden letzten Fragestellungen in den Modulen 14 EE-Fachseminare und 17 EE-Branchen angegangen werden sollten, widmete sich das Modul 15 dem Ziel, Lösungen und Maßnahmenvorschläge für spezifische Defizite im Rahmen der Handwerksausbildung für erneuerbare Energien zu entwickeln. Hierbei wurde neben der wissenschaftlichen Strategie mit der Entwicklung von Expertisen auch eine kommunikative Strategie gewählt, bei der auch andere Entscheidungsträger über den Handwerksbereich hinaus, wie z.B. Hochschulen und die Bundesagentur für Arbeit, in einen Dialog eingebunden wurden. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden drei Fachtagungen mit den Themen Aus-, Weiter- und Hochschulausbildung

durchgeführt. Im Mittelpunkt der Fachtagungen standen die Vernetzung der Akteure und die Diskussion, wie die Erneuerbaren Energien in Bildung integriert werden können und welche Bedarfe die Branche an den Bildungssektor hat. Andere Fragen der Unterstützung und der Maßnahmenentwicklung zur Förderung der Aus- und Weiterbildung für Energie- und Ressourceneffizienz und zur Förderung der Bildung für erneuerbare Energien sollten mit Kurzgutachten bearbeitet werden.

6.3. Fachtagungen „Arbeit und Ausbildung und Weiterbildung für EE“

Das Bundesumweltministerium hat von 2007 bis 2010 insgesamt vier Fachtagungen zum Thema "Arbeit und Ausbildung für Erneuerbare Energien" durchgeführt. Die dritte Fachtagung „Arbeit und Ausbildung“ hatte den Schwerpunkt auf der Integration der erneuerbaren Energien im Handwerk. Sie fand am 4. November 2009 in der Landesvertretung Nordrhein-Westfalens in Berlin statt. Die Veranstaltung wurde vom Bundesumweltministerium durchgeführt und von Mitarbeitern des powerado-Projektes unterstützt. Etwa 90 Teilnehmer aus dem gesamten Bundesgebiet nahmen an der Tagung teil. Das powerado-Team referierte im Rahmen der Tagung zu den Themen „Aktuelle Ausbildungszahlen im Bereich der erneuerbaren Energien und die Methodik ihrer Erhebung“ (Jana Lewerenz) und „Überblick über die vom BUNDESUMWELTMINISTERIUM geförderten Bildungsprojekte“ (René Opper).

Die vierte und letzte Fachtagung „Aus- und Weiterbildung für Erneuerbare Energien“ aus dieser Reihe am 16. November 2010 wurde im Rahmen der Projektarbeit organisatorisch und inhaltlich vorbereitet und rundete die Diskussion der vergangenen Jahre zu diesem Themenkomplex ab. Schwerpunkt dieser Veranstaltung war die Vernetzung der Akteure und die Diskussion, wie die Erneuerbaren Energien in Bildung integriert werden können und welche Bedarfe die Branche an den Bildungssektor hat.

Abbildung 28: Fachtagung Ausbildung und Arbeit für erneuerbare Energien

Quelle: Eigene Darstellung

Im Rahmen der Fachtagungen zu den Themen Arbeit, Aus- und Weiterbildung wurde klargestellt, dass das Aus- und Weiterbildungsangebot für erneuerbare Energien im Prinzip ausreichend ist, da die fachliche Grundausbildung des jeweiligen Gewerkes nicht durch eine einzige Ausbildung für alle erneuerbaren Energien ersetzt werden kann. Gleichwohl müssen Grundkenntnisse der erneuerbaren Energien noch mehr in bestehende Ausbildungsgänge einfließen, um Auszubildende für das Thema der erneuerbaren Energien zu sensibilisieren. Darüber hinausgehende Qualifikationen lassen sich auf dem Wege der Weiterbildungsangebote im Bereich der erneuerbaren Energien realisieren. Essentiell hierbei ist, dass die Transparenz und die Übersichtlichkeit der Angebote erhöht werden, um Schüler und Auszubildende frühzeitig auf die Möglichkeiten einer Ausbildung mit EE aufmerksam zu machen, damit diese eine Ausbildung und Berufstätigkeit im Bereich der erneuerbaren Energien in ihre Überlegungen einbeziehen.

6.4. Fachtagung: „Hochschultagung für Erneuerbare Energien“

Am 1./2. Juni 2010 fand in Berlin die vom Bundesumweltministerium veranstaltete und von Mitarbeitern des powerado-plus-Projektes unterstützend organisierte Fachtagung „Hochschultagung für Erneuerbare Energien“ statt. Heute sind rund 380.000 Menschen (Stand Ende 2011) in der Branche beschäftigt. Werden die Ausbauziele realisiert, wird es weiterhin mehr Beschäftigte geben. Diese müssen entsprechend ausgebildet werden. Vor diesem Hintergrund fand die Hochschultagung statt, um Möglichkeiten zur Verbesserung der Ausbildung und Ausbildungsqualität zu diskutieren. Den mehr als 40 Teilnehmern aus dem Bildungssystem, Wissenschaft und Wirtschaft wurde mittels der Tagung eine Kontaktplattform zum gezielten Informationsaustausch und zur Vernetzung untereinander angeboten.

Die Fachtagung „Hochschultagung für Erneuerbare Energien“ brachte im Wesentlichen als Ergebnis, dass die Beschäftigungseffekte durch den Umbau des Energiesystems erheblich sind und das der Technikbildung eine größere Bedeutung zukommen muss, um dem drohenden Fachkräftemangel in der Branche entgegen zu wirken. Der Bedarf an Fachkräften ist da, aber es ist schwer, gutes und geeignetes Personal zu finden. Auch im Vergleich zu anderen Wirtschaftsbereichen zeigten sich die EE-Unternehmen in der vorangegangenen Wirtschaftskrise stabil. Die EE-Branche selbst kennzeichnet sich durch ein hohes Ausbildungsniveau (Anteil Akademiker, Anteil mit abgeschlossener Berufsausbildung), der Anteil weiblicher Beschäftigter ist aber weiter auf niedrigem Stand.

Abbildung 29: „Hochschultagung für Erneuerbare Energien“

Quelle: Eigene Darstellung

Weiterhin brachte die Hochschultagung die Erkenntnis, dass derzeit kein einheitlicher Überblick über nationale wie internationale Studienangebote im Bereich der erneuerbaren Energien existiert. Daher ist zukünftig zur Gewinnung von Studenten für den Bereich regenerative Energien die Einrichtung einer kontinuierlich aktualisierten Studiendatenbank, die alle Studiengänge in Deutschland zu EE erfasst, erforderlich.

Schließlich ist der Ausbau der erneuerbaren Energien im Hochschulsektor nur über eine externe Finanzierung zügig voranzutreiben, da die Hochschullandschaft ist nicht in der Lage ist, schnell auf neue Entwicklungen einzugehen. Dabei ist der weitere Ausbau von Kooperationen zwischen Unternehmen der EE-Branche und Hochschulen erforderlich.

Tabelle 5: Übersicht der durchgeführten Fachtagungen

20091104	Fachtagung „Ausbildung und Arbeit für erneuerbare Energien“ in Berlin Mehr als 90 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus dem gesamten Bundesgebiet
20100601/02	Fachtagung „Hochschultagung für Erneuerbare Energien“ in Berlin Reichweite: Mehr als 40 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus dem gesamten Bundesgebiet
20101116	Fachtagung „Aus- und Weiterbildung für Erneuerbare Energien“ in Berlin Reichweite: Mehr als 60 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus dem gesamten Bundesgebiet

Quelle: Eigene Darstellung.

6.5. Analyse der Integration von Ressourcen- und Energieeffizienz in der handwerklichen Ausbildung

Die kontinuierliche Erstellung von Expertisen für das Bundesumweltministerium hat zahlreiche weitere Ergebnisse gezeitigt, weshalb an dieser Stelle nur exemplarisch auf eine Problemstellung eingegangen werden kann. Im powerado-Projekt konnte schon gezeigt werden, dass nur in wenigen Ausbildungsverordnungen das Thema Energieeffizienz bzw. Ausbildungsinhalte zu den erneuerbaren Energien verankert sind. Im powerado-plus Projekt wurde diese Untersuchung auf das Thema Ressourceneffizienz ausgeweitet, da das Handwerk einen großen Einfluss zur Verbesserung der Ressourceneffizienz haben kann. Ressourceneffizienz ist hierbei der Überbegriff für den schonenden Umgang mit Energie, Wasser und Stoffen sowie die Vermeidung von Abfällen. Vor diesem Hintergrund können alle Gewerke im Rahmen der betrieblichen Arbeiten Energie sparen und Materialien effizienter verwenden. Handwerker können weiterhin Kunden hinsichtlich ressourceneffizienterer Lösungen beraten.

Die Expertise „Integration von Ressourcen- und Energieeffizienz in der der handwerklichen Ausbildung“ untersuchte die Verankerung dieser Themen in den Ausbildungsverordnungen und in der praktischen Ausbildung im Betrieb und der Berufsschule. Für diese Expertise wurde ein zweistufiges Vorgehen gewählt:

1. Screening der Verankerung der Ressourceneffizienz in Ausbildungsverordnungen, Prüfungsverordnungen und Rahmenlehrplänen in ausgewählten Ausbildungsberufen
2. Explorative Untersuchung mit Experteninterviews in drei ausgewählten Berufen (Bäcker/Innen, Friseur/Innen und Kosmetiker/Innen) über:

a) die Unterrichtung der Ressourceneffizienz in Betrieben und Berufsschulen sowie
b) Handlungsoptionen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz in den Betrieben.

Der erste Schritt umfasste die Durchsicht Ausbildungsverordnungen und die Rahmenlehrpläne von 25 der ca. 360 Ausbildungsberufe nach den Stichworten Energie-, Ressourcen-, Effizienz- und Klimaschutz. Alle 25 Ausbildungsberufe haben einen sehr starken Energiebezug, wie z.B. Anlagenmechaniker SHK oder Bäcker. Die Analyse zeigte, dass das Thema „Ressourcen- und Energieeffizienz" nur in den Rahmenplänen und Ausbildungsverordnungen der folgenden Berufe eine Rolle spielt:

1. Anlagenmechanikerin, Industrie- und Handel (IH),
2. Anlagenmechaniker/ Anlagenmechanikerin für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik (Hw), Elektroanlagenmonteur/ Elektroanlagenmonteurin (IH),
3. Mechatroniker für Kältetechnik/ Mechatronikerin für Kältetechnik (Hw & IH),
4. Ofen- und Luftheizungsbauer/ Ofen- und Luftheizungsbauerin (Hw) und
5. Produktionstechnologe/Produktionstechnologin (IH)

Ressourceneffizienz wird allerdings in den Ausbildungsverordnungen (AVO) und Prüfungsordnungen nicht direkt thematisiert, sondern nur unter weitergefassten Aspekten wie „Sicherung der menschlichen Lebensgrundlagen", „an Nachhaltigkeit orientierte Energie- und Ressourcennutzung" oder in der „Beratung für eine Energieeinsparung". In allen anderen Ausbildungsrahmenplänen, die durchgesehen wurden, sind die Themen „Ressourcen- und Energieeffizienz" bestenfalls im betrieblichen Umfeld (unter dem Begriff Umweltschutz, d.h. Vermeidung betriebsbedingter Umweltbelastungen und wirtschaftliche Energie- und Materialverwendung) verankert oder werden gar nicht genannt (z.B. Kraftfahrzeugservicemechaniker, Industrieelektriker). Dies lässt den Schluss zu, dass das Thema Ressourceneffizienz bei der Umsetzung in die Ausbildungsrahmenpläne von Berufen, die einen hohen Einfluss auf das Energiethema haben können, nicht den von der Politik geforderten Stellenwert besitzt.

Bei allen anderen ca. 330 Ausbildungsverordnungen ist zumindest ein Passus über den betrieblichen Umweltschutz verankert. Hierbei bleibt jedoch unklar, was genau die Auszubildenden lernen und ob Ressourceneffizienz überhaupt ein Teil des Umweltschutzes sein soll.

Im zweiten Arbeitsschritt wurden deshalb exemplarische Fallstudien durchgeführt um zu prüfen, ob

- dieser allgemeine Passus bei den Berufsausbildungen Bäcker/Innen, Friseur/Innen und Kosmetiker/Innen auch dazu genutzt wird, das Thema Ressourceneffizienz zu behandeln und
- welche Handlungsoptionen die Betriebe zur Verbesserung der Ressourceneffizienz haben.

Die Fallstudien stehen somit exemplarisch für die breite Anzahl an Ausbildungsberufen ohne konkreten Umweltbezug, aber einem potentiell großen Spielraum für Ressourceneffizienz.

Generell kann festgestellt werden, dass das Bäckerhandwerk im großen Umfange Energie, Wasser, Lebensmittel und Betriebsmittel nutzt. Auch in der Kosmetik und bei Friseuren bestehen relativ hohe Energie- und Wasserbedarfe, zudem fallen große Mengen an Verpackungen als Abfall an. Das Energiethema und die Abfallvermeidung sind in den AVOs bzw.

Rahmenlehrplänen zum Bäcker/In und Kosmetiker/In in allgemeiner Form und bei Friseuren/In explizit verankert. Die explorative – d.h. nicht statistisch abgesicherte – Befragung von 3 Betrieben, 4 Ausbildungsstätten und 3 Auszubildenden zeigte jedoch folgendes:

1. Das Thema Ressourceneffizienz ist sowohl in Form der Energie- als auch der Materialeffizienz – nur ein Randthema in der Ausbildung
2. Der wichtigste Grund hierfür sind dichtgepackte Lehrpläne mit geringen Stundenkontingenten, so dass es zu Konkurrenzen der Ausbildungsinhalte kommt (z.B. Arbeitsplatzsicherheit und Hygiene versus Umweltschutz)
3. Ob Ressourceneffizienz behandelt wird oder nicht, hängt von den jeweiligen Lehrkräften in der Berufsschule ab
4. In Ausbildungsbetrieben achten alle Meister darauf, dass die Lehrlinge die Bedeutung von Energie- und Wassersparen sowie Abfallvermeidung erfassen
5. Es gibt keine Ausbildungsmaterialien zur Ressourceneffizienz
6. Es gibt keine Prüfungsfragen zur Ressourceneffizienz
7. Die technische Ausstattung der Ausbildungsstätten lässt es zu, dass das Thema praxisorientiert unterrichtet werden könnte, wenn es hierzu Unterrichtskonzepte geben würde

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass trotz einer Verankerung des Themas Umweltschutz – und damit implizit auch der Ressourceneffizienz – dieses Thema in der Praxis bei den ausgewählten Ausbildungen kaum unterrichtet wird. Es besteht zudem ein Mangel an Unterrichtskonzepten und Materialien.

6.6. Weitere Expertisen

Im Folgenden werden die gleichfalls angefertigten Expertisen für das BUNDESUMWELTMINISTERIUM noch kurz vorgestellt:

- **Lewerenz, Jana (2010): Die Verankerung des Themenbereichs erneuerbare Energien in den Bildungsstufen in Deutschland.** Untersuchung der Bildungsbereiche Schule, berufliche Ausbildung, Hochschule/Lehrerausbildung sowie die Weiterbildung für erneuerbare Energien und Analyse der Einflussmöglichkeiten der politischen Ebene zur Förderung der Bildung für erneuerbare Energien.
- **Lewerenz, Jana (2010): Übersicht Studien zu Aus- und Weiterbildung im Bereich erneuerbare Energien.** Die Expertise ist zum einen eine Zusammenstellung von Projekten und Förderangeboten, Studiengängen, dualen Ausbildungsgängen, Weiterbildungsangeboten und übergreifenden Bildungsangeboten im Bereich erneuerbare Energien. Zum anderen werden Untersuchungen zusammengestellt, die sich mit der Aus- und Weiterbildungssituation für erneuerbare Energien befassen.
- **Lewerenz, Jana (2010): Übersicht zu Kooperationen zwischen Unternehmen der EE-Branche und Hochschulen**. Die Expertise hat die Kooperationen zwischen Universitäten, Fachhochschulen, Berufsschulen und Technikschulen mit Unternehmen zusammengestellt. Ebenso werden Kooperationen für Aufbaustudiengänge erfasst.
- **Lewerenz, Jana (2010): Arbeitsmarkt und Ausbildungssituation der EE-Branche vor dem Hintergrund der Wirtschafts- und Finanzkrise**. Die Expertise beschäftigt sich mit der Auswirkung der Wirtschaftskrise des Jahres 2010 auf die EE-Branche. Hierzu wird

zunächst ein Überblick über Erkenntnisse der Beschäftigungssituation vor 2010 geben um an Hand einer Dokumentenanalyse abzuschätzen, welche Wirkung die Krise haben könnte.

- **Lewerenz, Jana (2010c): Neue Strukturen im Hochschulbereich.** Die Expertise untersucht die Möglichkeiten zur Etablierung von neuen Studiengängen in den Hochschulen. Hintergrund dieser Untersuchung sind das Engagement der Wirtschaft zur Förderung spezifischer Ausbildungsgänge sowie neue Wege der Forschungsförderung, mit denen gezielt Ausbildungsgänge etabliert werden können. In der Studie wird ein Überblick über den Rahmen der Hochschulpolitik gegeben um zu prüfen, in wie weit dieser Möglichkeiten bietet für neue Studiengänge im Bereich der erneuerbaren Energien.
- **Lewerenz, Jana (2010): Die wichtigsten Ausbildungsberufe für erneuerbare Energien**. Die Expertise stellt verschiedene Ausbildungsberufe im Handwerk dar, die mit erneuerbaren Energien zu tun haben.

6.7. Fazit und Empfehlungen

Die Energiewende ist beschlossen und Deutschland setzt in Zukunft auf die Erneuerbaren. Konsequenterweise steigen die Beschäftigungszahlen und damit auch die Qualifizierungsbedarfe. Das gilt nicht nur für Absolventen einschlägiger Studiengänge, sondern auch für Handwerker, die in diesen Bereichen arbeiten. Nicht zu vergessen sind die Ausbilder selbst, sowohl im Handwerk als auch an den Hochschulen oder in Institutionen der beruflichen Weiterbildung.

Die Fachtagungen des Bundesumweltministeriums, die vom SFZ unterstützt wurden, haben deutlich gezeigt, dass eine Vernetzung der beteiligten Akteure sowie ein Austausch über die Aktivitäten der Akteure helfen kann, bestehende Probleme zu erkennen und neue Lösungswege zu erproben. Darüber hinaus lassen sich exemplarisch drei Herausforderungen benennen:

- **Die Förderung der Verankerung der Energie- und Ressourceneffizienz im Handwerk**: Die Analyse hat gezeigt, dass Energie- und Ressourceneffizienz explizit nur in wenigen Ausbildungsverordnungen und Rahmenlehrplänen für die 350 Ausbildungsberufe verankert ist. Hierbei bestehen bestenfalls allgemeine Aussagen zur Förderung des Umweltschutzes im Betrieb. Exemplarische Fallstudien haben gezeigt, dass Berufsschule und Betrieb nur dann das Thema Ressourcen- und Energieeffizienz gewichten, wenn es dem Ausbilder nahe liegt. Es fehlt hierbei nach Aussagen von Ausbildern an Materialien und Konzepten, die Ausbildung in vielen Berufen auf die Anforderungen einer nachhaltigen Effizienz auszurichten.
- **Die Förderung der Ausbildung für erneuerbare Energien durch Qualifizierungskonzepte und spezifische Bildungsmaterialien**: Auch wenn einige EE-Technologien wie Windenergie, Solarthermie und Fotovoltaik Massenanwendungen geworden sind, bestehen in vielen Bereichen noch Defizite in der Qualifizierung und bei den Bildungsmaterialien, die durch den rapiden technologischen Wandel noch verstärkt werden. Beispielsweise gibt es keine Bildungsmaterialien und Bildungskonzepte für die solare Kühlung oder für die zukünftig bedeutsame Elektromobilität im Bereich des Handwerks. Ebenso ist die Ausbildung der zukünftigen Lehrer hinsichtlich der erneuerbaren Energien nach wie vor sehr

schwach ausgeprägt. Die heute vorhandenen Bildungsmaterialien sind oft schon nach einem Jahr veraltet. Neue Bildungskonzepte müssen deshalb entwickelt werden. Anstelle von gedruckten Materialien sollten elektronische Materialien stehen, die auf Netbooks und Tablets genutzt werden können um eine flexibles Lernen entsprechend der Nutzerbedürfnisse zu ermöglichen.

- **Die Intensivierung von Kooperationen und der Ausbau von Studiengängen an den Hochschulen**: Die Expertisen und die Fachveranstaltungen haben gezeigt, dass Kooperationen zwischen Unternehmen der EE-Branche und Hochschulen sowie der Aufbau neuer Studiengänge ein bisher wenig beachtetes Feld zur Förderung des Fachkräfteangebotes sind. Hierbei bestehen vor allem Informationsbedarfe für alle Akteure, die die Ausbildung an den Universitäten fördern können.

6.8. Berichte zum Modul

BMU (2010): Hochschultagung für erneuerbare Energien. Fachtagung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Berlin, 1. und 2. Juni 2010 Tagungsband

BMU (2011): Aus- und Weiterbildung für erneuerbare Energien. Fachtagung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Dokumentation der Fachtagung 2010. Berlin, BMU

Lewerenz, Jana (2009a): Die Ausbildungstätigkeit in der EE-Branche. Projektdokument HW2JL. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2009b): Übersicht von Kooperationen zwischen Unternehmen der EE-Branche und Hochschulen. Projektdokument HW3JL. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2009c): Übersicht zu Studien der Aus- und Weiterbildung im Bereich erneuerbare Energien. Projektdokument HW4JL. IZT: Berlin.

Opper, Rene (2009a): Dokumentation der bildungsorientierten laufenden/abgeschlossenen Vorhaben mit BMU-Förderung. Projektdokument HW19RO. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2010): Übersicht zu Kooperationen zwischen Unternehmen der EE-Branche und Hochschulen. Projektdokument HW3JL. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2010): Übersicht Studien zu Aus- und Weiterbildung im Bereich erneuerbare Energien. Projektdokument HW4JL. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2010): Die wichtigsten Ausbildungsberufe für erneuerbare Energien. Projektdokument HW5JL. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2010): Arbeitsmarkt und Ausbildungssituation der EE-Branche vor dem Hintergrund der Wirtschafts- und Finanzkrise. Projektdokument HW6JL. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2010): Neue Strukturen im Hochschulbereich. Projektdokument HW7JL. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2010): Engagement der EE-Branche an Hochschulen zur Förderung erneuerbarer Energien. Projektdokument HW8JL. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2010): Die Verankerung des Themenbereichs erneuerbare Energien in den Bildungsstufen in Deutschland. Projektdokument HW9JL. IZT: Berlin.

Scharp, Gerti; Hartmann, Uwe (2012): Untersuchung der Einbindung des Themas „Ressourceneffizienz“ in der Ausbildung am Beispiel der Ausbildungsberufe: Bäcker/Innen, Friseure/Innen und Kosmetiker/Innen HW0GS, DGS: Berlin.

7. Modul 16: eLearning Erneuerbare Energien

Autoren: Michael Scharp (IZT) und Gerti Scharp (UfU)

7.1. Das Modul 16 – eLearning-EE (Kurzfassung)

Im Modul 16 wurde eine aufwändig gestaltete Lernplattform mit 14 Online-Kursen rund um die Thematik der erneuerbaren Energien aufgesetzt. Im Mittelpunkt stehen die Kurse Windenergie, Wasserkraft, Bioenergie, Erdwärme und Kraftwerk Sonne. Abgerundet wird die Lernplattform durch die Einführungskurse Energie, Energie im Alltag, Erneuerbare Energien, Nicht-erneuerbare Energien, Klimawandel und Energiesparen sowie zur Vertiefung die Kurse Solarenergie, Solarwärme, Solarstrom. Die Lernplattform bietet eine umfangreiche und anregende Materialsammlung für Schüler und Lehrkräfte. Die Online-Kurse umfassen 180 Webseiten mit 570 Aufgaben unterschiedlichen Typs (z.T. auch Mehrfachaufgaben). Jeder Kursbereich hat eine Schüler- und eine Lehrerbox, die unterschiedliche Materialien enthalten. Die Schülerbox besteht aus dem Online-Kurs mit den interaktiven Aufgaben, eine Vielzahl von Links zu Spielen, 40 Arbeitsblätter für Experimente aus dem powerado-Projekt, ein Kreuzworträtsel sowie Videoclips. In der Lehrerbox liegen für fünf Online-Kurse beispielhafte Unterrichtskonzepte sowie ausgewählte Experimente bereit. Eine Online-Bedienungsanleitung und ein Plattformspaziergang für die Nutzung der Kurse runden das Angebot ab. Als Vodcasts wurden aus dem powerado-Projekt die Energiemärchen (14 Stück) vertont.

Die insgesamt ca. 72.000 Zugriffe auf die Lernplattform seit dem Upload im Frühjahr 2010 zeigen das große Interesse an der Thematik. Von Anfang 2010 bis März 2012 haben sich mehr als 200 regelmäßige Nutzer registriert und ca. 15.700 Gäste die Plattform besucht. Der Kursbereich powerado ist für alle User freigeschaltet so wurden z.B. die Kurse Erneuerbare Energien 2.093 mal und der exemplarische Schnupperkurs 2.118 mal aufgerufen, die weiterführenden Kurse wurden zwischen 600 und 2.000 mal angeklickt.

Die Technische Universität Dresden hat sowohl die Lernplattform als auch exemplarisch den optimierten Online-Kurs Windenergie evaluiert. Hierbei kommt die PLL zu folgendem Schluss (Berger 2011 S.36f): *Abschließend ist das Resümee zu ziehen, dass der anregend gestaltete und strukturiert aufgebaute Online-Kurs Windenergie sehr gut dazu geeignet ist, ihn im Rahmen eines blended-learning-Designs als Unterrichtsmittel einzusetzen. Er kann Schüler im Alter von 11 bis 13 Jahren unabhängig von ihrem Geschlecht motivieren, sich intensiver mit den Thematiken der Erneuerbaren Energien zu beschäftigen und über aktuelle Fragen der Energieversorgung nachzudenken. Bei der gezielten Anwendung im Klassenverband ist jedoch besonders auf eine ruhige Arbeitsatmosphäre und die Gewährleistung einer störungsfrei ablaufenden Computertechnik zu achten. Das erstellte Unterrichtskonzept bietet hierbei eine sehr gut umsetzbare Möglichkeit, einen Projekttag zu Erneuerbaren Energien unter Verwendung neuer Medien durchzuführen. Nach einer umfassenden Einführung in dessen Funktionalitäten kann der Online-Kurs zudem für das selbstregulierte Lernen von zu Hause aus genutzt werden.*

Insgesamt haben die Evaluationsergebnisse und die Vielzahl der Aufrufe der Lernplattform gezeigt, dass ein großes Interesse an den eLearning Materialien für erneuerbare Energien

besteht. Darüber hinaus konnte die Lernplattform durch weitere eLearning-Projekte so umfassend erweitert werden, dass noch mehr Nutzer auf diese Lernplattform „Ressourcen- und Klimaschutz“ gezogen werden.

Vor dem Hintergrund der Forschungsergebnisse und des Trends der zunehmenden Digitalisierung der Bildung kann vor allem die Empfehlung ausgesprochen werden, zukünftig verstärkt elektronische Materialien zu erstellen. Die breite Einführung von Tablett-PCs wird sicher dazu beitragen, dass diese Materialien auch besser im Sinne des eLearnings genutzt werden können. Trend der Zukunft ist selbstbestimmtes Lernen zu allen Zeiten an allen Orten mit spannenden Medien. Deshalb ist auch die zentrale Empfehlung von IZT und UfU an das BMU, weitere Projekte zu unterstützen, die den Fokus auf digitalisierte Materialien in der Bildung richten.

7.2. Problemstellung und Ziele für das Modul

Die Thematik der erneuerbaren Energien ist heutzutage in den Curricual der Grundschulen in allen Bundesländern verankert und beginnt manchmal schon in der Klassenstufe 1 und 2, zumeist jedoch in der Klassenstufe 3 und 4. Die Themen Energie, Erneuerbare Energien und Klimawandel können sowohl im Sachkundeunterricht als auch fächerübergreifend auf vielfältige Art und Weise unterrichtet werden. In höheren Klassenstufen wie der SEK I und SEK II werden sie zumeist in projekt- und aktionsorientierter Form an den Schulen behandelt. Charakteristisch für die Behandlung des Themas ist die Kombination unterschiedlicher Materialien, d.h. zumeist experiementelle Materialien mit gedruckenten Materialien wie Schulbücher, Texten oder Broschüren als Informationsmaterial. Hierbei kann beispielsweise auf die vielfältigen Broschüren des BMU rund um die erneuerbaren Energien zurückgegriffen werden. Digitale Medien hingegen beschränken sich meist auf Filme.

In dem Modul 16 eLearning-EE sollte ein neuer Weg gefunden und zwei wesentliche Ziele verfolgt werden: Erstens die Erstellung von (digitalen) eLearning-Materialien und zweitens die Einrichtung einer Lernplattform. Die Online-Kurse zum Thema erneuerbare Energien sollten sowohl für den Grundschulunterricht (Schüler von 10-12 Jahren) als auch für Selbstlernphasen der SchülerInnen geeignet sein. Die Online-Kurse sollten mit didaktischen Konzepten unterlegt und in eine Lernplattform ganz im Sinne der „Erlebniswelt“ Erneuerbare Energien eingebettet werden.

7.3. Methodik und Umsetzung

Unter eLearning versteht man im Allgemeinen die Nutzung von elektronischen Medien (hier: Computer und Internet) die sowohl zum selbstgesteuerten Lernen als auch in Verbindung von Online – und Präsenzelementen, dem sog. Blended Learning Anwendung finden. In der Erwachsenenbildung soll der Nutzer selbst entscheiden, wann und wo und wie viel er lernen möchte. Die Anwendung im Schulbereich muss jedoch gesteuert erfolgen, d.h. die Lerneinheiten müssen in Anlehnung an den Schulunterricht zu bearbeiten sein, die Online-Materialien müssen eine einfache Struktur besitzen, mit interaktiven Aufgaben den Lernprozess fördern sowie im Unterricht vor- und nachbereitet werden können. Damit eLearning in der Schule sinnvoll nutzbar ist, muss die Gestaltung der Lehr-Lern-Szenarien nach lernpsychologischen,

didaktischen und informationstechnischen Prinzipien unter Einbindung von (Multimedia-) Werkzeugen erfolgen. Damit wird die Vielfalt der Wissensvermittlung genutzt und vielseitiges Lernen ermöglicht.

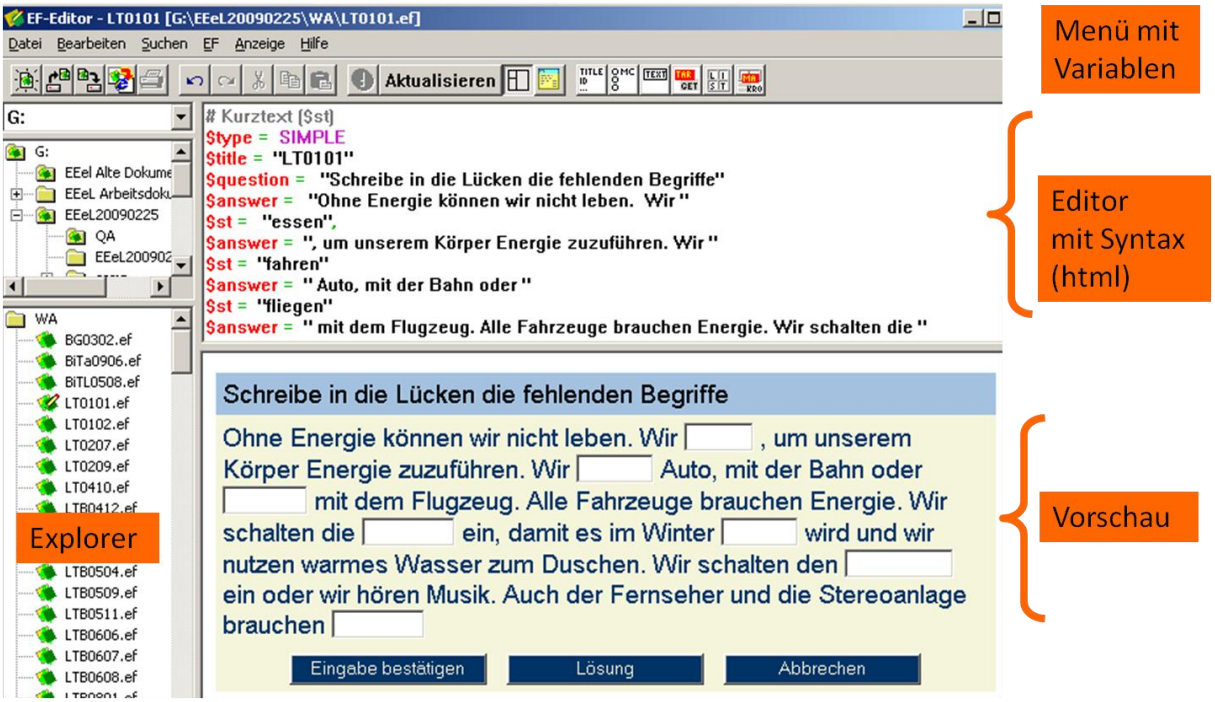
Für die Erstellung der eLearning-Materialien wurden die im powerado-Projekt erstellen Materialien genutzt. Hierbei handelte es sich um Texte zu 13 Themenbereichen: Energie, Energie im Alltag, Erneuerbare und nicht-erneuerbare Energien im Überblick, Windenergie, Wasserkraft, Sonnenenergie, Sonnenwärme, Sonnenstrom, Bioenergie, Erdwärme, Energiesparen und Klimawandel. Zu jedem Themenbereich gab es jeweils ca. 40 Multiple Choice Fragen.

In einem ersten Schritt wurden Konzepte entwickelt, wie die Materialien lernpsychologisch aufbereitet werden könnten. Dies umfasste ein mediendidaktisches Konzept, das den Einsatz unterschiedlicher Medien auf der Lernplattform berücksichtigt und ein pädagogisches Konzept, wie die Materialien im Unterricht genutzt werden könnten. Auf dieser Basis wurden zunächst die schriftlichen powerado-Materialien grundlegend nach lernpsychologischen und didaktischen Anforderungen für das eLearning aufbereitet. Dies umfasste vor allem die Strukturierung der einzelnen Kurse (Streichung und/oder Ergänzung von Kapiteln und Themen), die Straffung der Texte, die Anpassung einer altersgerechten Ausdrucksweise, das Layout von Text und Bildern, die Aktualisierung von Daten und Bildmaterialial sowie die Erstellung von Zusammenfassungen und die Erarbeitung eines Glossars.

Um die eLearning-Materialien zu erstellen, wurden zwei Programme der TU Dresden genutzt: Der s2w-Compiler zur Erzeugung von online-Materalien auf Basis von html-Seiten sowie der EF-Editor, ein Programm zur Erstellung von interaktiven Aufgaben. Das Vorgehen zur Erstellung der Webseiten ist relativ einfach, da zunächst der Inhalt des Online-Kurses als Word-Dokument erstellt wird. In dieses Dokument werden die sogenannten Medientabellen eingebettet, in die beliebige Medien wie interaktive Aufgaben, Videos, Links, Dokumente (auch pdfs) oder Bilder eingebettet werden können. Anschließend werden die Word-Dokumente als gefilterte Webseiten abgespeichert.

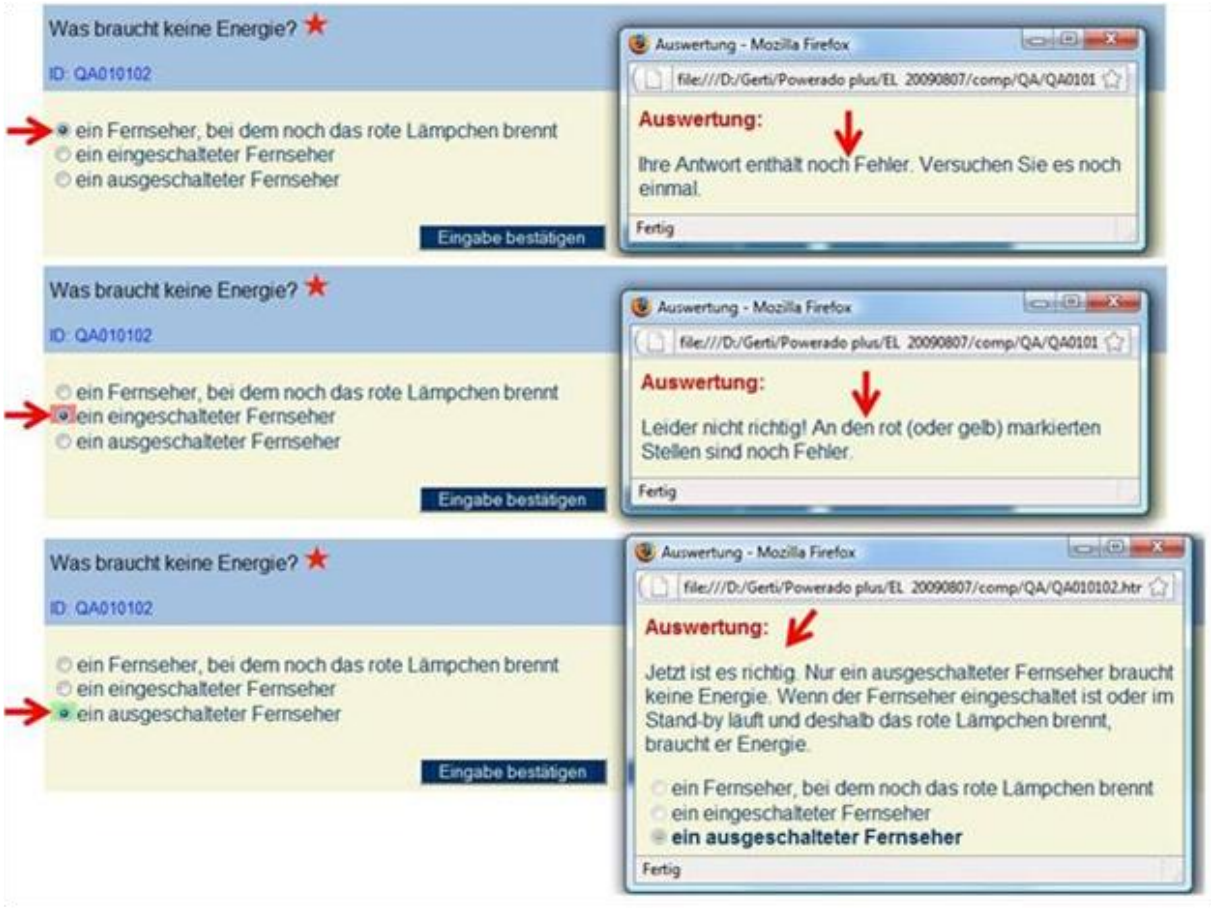
In einem zweiten Schritt erfolgte die Erstellung der interaktiven Aufgaben. Hierzu wurden mit dem EF-Editor die schriftlichen Multiple-Choice Aufgaben der powerado-Materialien in elektronische MC-Aufaben umgewandelt. Daneben wurden ein Vielzahl anderer Aufgabentypen wie Zuordnung, Verifikation, Lückentext oder Puzzle-Aufgaben erstellt. Die Aufgaben beziehen sich auf die textlichen Inhalte der Online-Kurse und ermöglichen den SchülerInnen eine unmittelbare Überprüfung ihres angeigneten Wissens (Lernerfolgskontrolle).

Abbildung 30: Prinzip der Erstellung der interaktiven Aufgaben für powerado



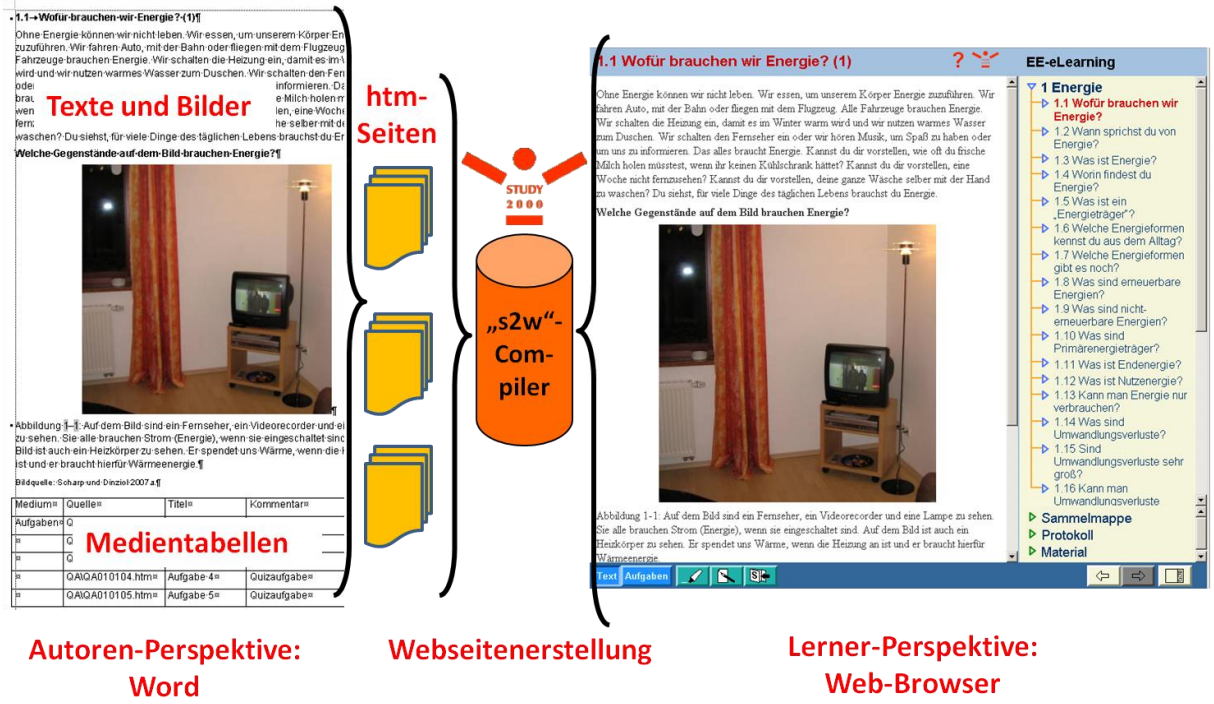
Grundlegend für die Aufgaben ist das Feed-back-System, welches den Nutzer weiterführende Hinweise zur Aufgabenbewältigung gibt.

Abbildung 31: Feed-back System bei den Aufgaben



Mit dem s2w-Compiler wurden anschließend die (html-)Texte und die Aufgaben zu den Online-Kursen zusammengefasst.

Abbildung 32: Prinzip der Erstellung der Online-Kurse für powerado



7.4. Technische Ergebnisse zum Modul

Die wichtigsten technischen Ergebnisse zum Modul sind die Erstellung der Lernplattform mit der großen Anzahl der Medien und der Einbindung der Online-Kurse. Die Lernplattform wurde unter moodle eingerichtet. Auf dieser Lernplattform befinden sich neben dem powerado-Projekt noch weitere Kursbereiche, wodurch sich eine vielseitigere Attraktivität der Plattform bietet.

Abbildung 33: Lernplattform eLearning Ressourcen- und Klimaschutz

powerado plus hat einen eigenen Kursraum mit seinen 14 Online-Kursen: Klimawandel, Windenergie, Wasserkraft, Kraftwerk Sonne, Erdwärme, Bioenergie, Solarwärme, Solarenergie, Solarstrom, Energie, Energie im Alltag, Energiesparen, Nicht-erneuerbare Energien und Erneuerbare Energien.

Die Nutzer können sich sowohl als Gast oder als Teilnehmer auf der Plattform einloggen. Die powerado – Kurse sind allen zugänglich. Registrierte Teilnehmer haben die Möglichkeit zusätzliche Kurse aus anderen Forschungsprojekten einzusehen. Jeder Online-Kurs hat eine eigene Kursseite. Auf der Kursseite wird das Thema vorgestellt. In einigen Kursen wurden vertonte Energiemärchen des powerado-Projektes aus Modul 12 eingebettet.

Abbildung 34: Kursseite des Online-Kurses Klimawandel.

In jedem Kurs befindet sich eine Materialkiste für Schüler und für Lehrer.

Abbildung 35: Materialkisten für Schüler und Lehrer.

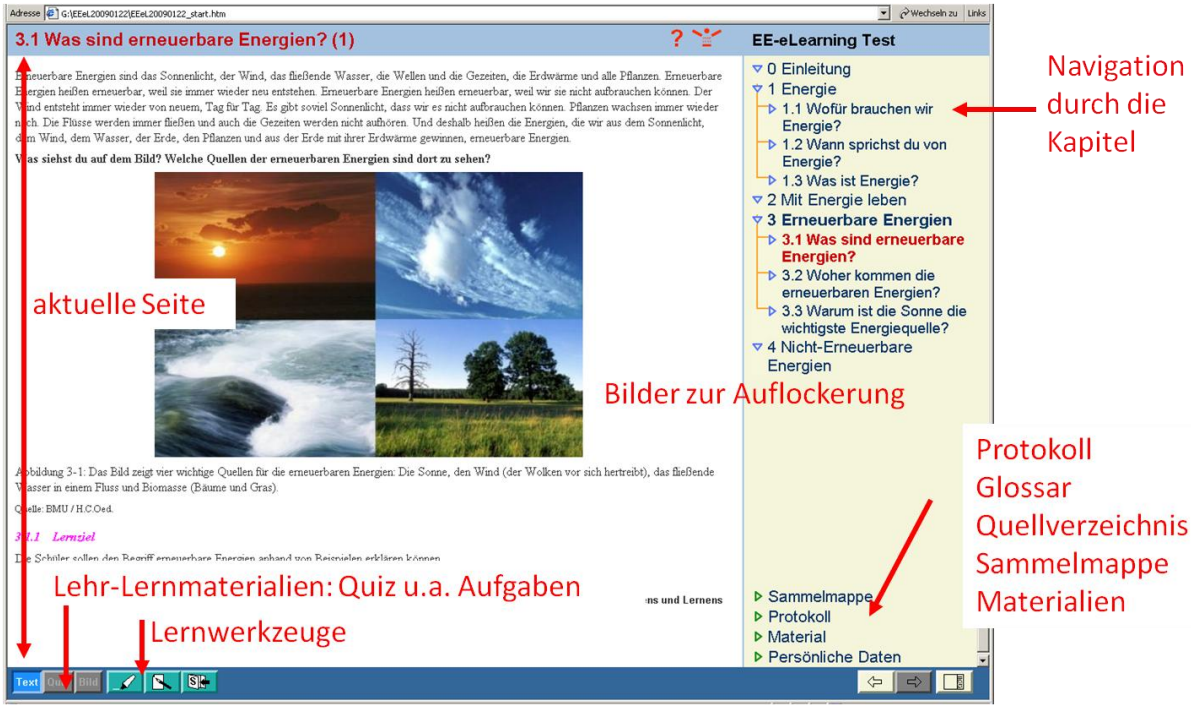
Die Materialkiste für Schüler umfasst den Online-Kurs, eine Videothek, Spiele sowie ein Kreuzworträtsel. In der Videothek sind öffentlich zugängliche Filme, die zum Online-Kurs

passen, entweder direkt eingebettet oder wenn dies nicht möglich war Links zu den Filmen geschaltet. Insgesamt wurden für die 14 Kurse 30 Videos ausgewählt. Im Ordner Spiele sind Links zu ausgewählten Spielen geschaltet, die gleichfalls zum Thema passen (gesamt 30 Spiel-Verlinkungen). Zu jedem Kurs wurde ein Kreuzworträtsel mit ca. 20 Fragen entwickelt. Dieses Rätsel wurde mit Hot Potatoes erstellt und direkt in die Plattform eingebettet.

Die Materialkiste für Lehrer umfasst ein Inhaltsverzeichnis für den Online-Kurs (Pop-up), eine Materialienbox, didaktische Hinweise und die Bedienungsanleitung. In der Materialienbox ist der eLearning-Kurs als Download sowie Arbeitsblätter mit Experimenten (pdf's) eingestellt. Diese Arbeitsblätter stammen aus dem powerado-Projekt (zumeist aus der Box Primary). Zu den Arbeitsblättern gibt es jeweils eine Lehrerinfo und ein Lösungsblatt. Die didaktischen Hinweise wurden explizit für die Online-Kurse von powerado-plus (Windenergie, Wasserkraft, Kraftwerk Sonne, Bioenergie und Klimapower) erstellt. Hierbei wurde zumeist ein Projekttag oder eine Unterrichtseinheit von 4 bis 6 Stunden zugrunde gelegt. Das Unterrrichtskonzept zeigt auf, wie die Online-Kurse in Verbindung mit der Lernplattform genutzt werden können. Zudem stellt es Fragen und Aufgabenstellungen für Unterricht zur Verfügung. Die Bedienungsanleitung wiederum ist ein eigenständiger Online-Kurs, der das Programm mit allen Funktionen vorstellt.

Die Online-Kurse stehen auf der Lernplattform sowohl als Onlineversion als auch als Download zur Verfügung. Im Online-Kurs integriert sind zahlreiche Lernhilfen wie z.B. eine übersichtliche Navigation durch die Kapitel und ein Glossar, Lernwerkzeuge für Notizen, Markierungen und Sammelmappe. Der Onlinekures kann in einer speicherbaren Version erstellt werden so dass es möglich ist, die Zwischenergebnisse zu speichern.

Abbildung 36: Aufbau der Seiten der Onlinekurse und Lernwerkzeuge.



Insgesamt wurden im Modul eLearning-EE 14 Online-Kurse sowie ein Online-Kurs „Bedienungsanleitung" erstellt. Dazu kommt noch ein Plattfom-Spaziergang, d.h. ein

selbstgedrehtes Video mit Camtasia, das die Nutzung der Kursplattform erläutert. Die folgende Tabelle listet die Anzahl der Webseiten, der Aufgaben, sowie der Links auf.

Tabelle 6: Technische Daten zu den Online-Kursen

Kurse	Webseiten	Aufgaben	Medien		
			Vido-Links	Spiel-Links	Rätsel
Klimawandel	12	55	4	2	1
Windenergie	12	55	3	2	1
Wasserkraft	12	55	2	4	1
Kraftwerk Sonne	13	60	1	2	1
Erdwärme	13	35	1	1	1
Bioenergie	12	53	1	2	1
Nicht-Erneuerbare Energien	17	51	2	2	1
Erneuerbare Energien	17	43	3	1	1
Solarwärme	10	27	1	1	1
Solarenergie	6	15	1	2	1
Solarstrom	10	28	4	1	1
Energie	17	52	2	5	1
Energie im Alltag	17	50	1	2	1
Energie sparen	12	17	4	2	1
Gesamt	**180**	**569**	**30**	**29**	**14**

In 12 Kursen sind zudem ca. 75 weitere Materialien (Videos, Spiele und Rätsel) eingebunden. Für fünf Kurse wurden explizit didaktische Konzepte erarbeitet, denen auch 25 spezielle Experimente zugeordnet sind. Aus dem powerado-Projekt wurden die Energiemärchen (14 Märchen) sowie die Experimentieranleitungen der powerado-Boxen genutzt und als Lernmaterial eingestellt (40 Arbeitsblätter mit 20 Lösungs- und Antwortblättern).

Großes Interesse an der moodle – Lernplattform zeigen die 72.107 Zugriffe seit Etablierung der Plattform Anfang 2010. Sowohl die 203 registrierten Nutzer als auch die 15.731 Gastzugriffe zeigen die Bedarfe an dieser Thematik. Immerhin nutzen 7.500 Interessierte das Internet um sich zu informieren und ggf. Materialien herunterzuladen. Beispielsweise wurde der Online-Kurs Erneuerbare Energien 2.093-mal und der Schnupperkurs 2.118 aufgerufen, die anderen powerado-Kurse wurden zwischen 600 und 2.000-mal aufgerufen.

7.5. Wissenschaftliche Ergebnisse zum Modul

Die Entwicklung der Materialien erfolgte unter Begleitung mehrerer Evaluationsschritte sowie einer begleitenden Qualitätssicherung wie den internen Projektdiskussionen und Gesprächen mit den fachlichen Betreuern im BMU (vgl. Scharp et al. 2009 b). Diese Qualitätssicherung lässt sich wie folgt überblicksmäßig darstellen.

1. Erstellung eines Medienkonzeptes (Scharp et al. 2009h / EL3) und eines didaktischen Konzepts für die Online-Kurse (vgl. Kapp und Körndle 2009a / Ergebnisbericht EL2)

2. Erstellung zweier vorläufiger Online-Kurse zu Testzwecken (exemplarischer Energie-Kurs sowie Testmaterial zur Erstellung von Online-Kursen)
3. Erstellung einer vorläufigen Kursplattform unter www.izt.de/moodle
4. Pretest des optimierten exemplarischen Testkures mit 5 Schülern und 3 Lehrkräften (IZT, Berlin, vgl. Scharp 2009d / EL7) sowie von Lehramtsstudenten und Lehrern (PLL, Dresden, vgl. Böhm und Körndle 2009a / EL6)
5. Pretest über die technische Nutzbarkeit der Online-Materialien mit einer 8-köpfigen Lehrergruppe an der Scheele-Grundschule in Berlin (Scharp und Scharp 2009e / EL5)
6. formative Evaluation der Kursplattform (Berger 2010d / K1)
7. Optimierung des exemplarischen Testkurses
8. Optimierung der Kursplattform
9. formative Evaluation der erstellten Online-Kurse Solarenergie, Wasserkraft, Windenergie und des Tutorials (vgl. Berger 2010b / EL11)
10. Erstellung eines optimierten Online-Kurses „Windenergie“ und eines Unterrichtskonzepts zur Nutzung der Online-Kurse unter Berücksichtigung der Evaluationsergebnisse
11. Summative Evaluation des Online-Kurses Windenergie mit Lehramtskandidaten (vgl. Berger 2010c / EL12)
12. Erstellung weitere Online-Kurse auf Basis der Evaluationsergebnisse bzw. Optimierung der bis dahin fertiggestellten Kurse
13. Kontinuierlicher Ausbau der Lernplattform unter moodle

In dem didaktischen Konzept der PLL wurden ausführlich die Rahmenbedingungen für den Einsatz und die Nutzbarkeit von eLearning-Materialien beschreiben (vgl. Kapp und Körndle 2009a / Ergebnisbericht EL2). Weiterhin wurden die Erfolgsfaktoren für das eLearning – Multimediagestaltung, Information Literacy der lernenden und der lehrenden Personen – beschrieben und hieraus Konsequenzen für die Erstellung der Online-Kurse sowie die Belgeitmaterialien abgeleitet. Dies sind z.B.:

- Prinzipien der multimedialen Gestaltung wie die Prinzipien der Komplementarität, Kontiguität, Multimodalität oder der Prägnanz sowie
- Anforderungen an die Information Literacy der Lehrenden und Lernenden wie z.B. Auswahl, Aufbereitung und Präsentation der Lerninhalte; Planung des Medieneinsatzes oder Organisation des Medieneinsatzes.

Auf Basis der Grundgedanken des didaktischen Konzepts wurden zwei exemplarische Testkurse erstellt (Schritt 2):

- Zum einen ein exemplarischer Energie-Kurs, der 20 Kapitel zu den Themen Energie und Erneuerbare Energien und 107 Aufgaben sowie einer Bedienungsanleitung und einem Glossar umfaßt. Dieser Online-Kurse diente dem explorativen Test mit Schülern und Lehrern in Berlin.
- Zum zweiten eine bebilderte Bedienungsanleitung, die Lehrkräfte in die Lage versetzt selbständig einen individuellen Online-Kurs zu erstellen.

Parallel dazu wurde auf der Lernplattform eine Kursstruktur aufgebaut, in der die Online-Kurse, die Bedienunganleitung sowie die Begleitmaterialien eingebettet wurden (Schritt 3). Auf Basis

eines Evaluationskonzeptes (vgl. Kapp und Körndle 2009c / EL4) sollten unterschiedliche Tests erfolgen. Hierbei standen die folgenden Fragen im Mittelpunkt:

1. Ist die Kompetenz der Information Literacy für Lernende in der Altersgruppe der 11-12jährigen gegeben, damit sie mit den eLearning-Materialien arbeiten können? (vgl. Scharp et al. 2009j / EL8, Kap.5)

2. Sind die Texte verständlich und erfassbar für diese Altersgruppe, damit sie im Sinne des Selbstregulierten Lernens oder des Blended Learning die Aufgaben als Lernerfolgskontrolle ausreichend erfolgreich lösen können? (vgl. Scharp et al. 2009j / EL8, Kap.5)

3. Ist die Kompetenz der Information Literacy bei den Lehrenden gegeben, damit sie aus den bereitgestellten Materialien selbst Studierplätze erstellen können? (vgl. Scharp et al. 2009j / EL8, Kap.8)

4. Können Lehramtsstudierende die erforderliche Information Literacy in einem blended learning-Szenario erwerben? (vgl. Scharp et al. 2009j / EL8, Kap.9 und 11)

5. Welche didaktischen Hinweise zum Lernumfang und zur Nutzbarkeit der Materialien im Unterricht können gegeben werden? (vgl. Scharp et al. 2009j / EL8, Kap.5, 8 und 9)

6. Welche Hinweise können zur qualitativen Optimierung der Lernplattform www.izt.de/moodle gegeben werden?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurden im Rahmen der Zwischenevaluation vier Pilot-Tests mit Schülern, Lehrkräften und Lehramtsstudenten sowie eine formative Evaluation durchgeführt:

- **Test mit sechs Schülern** (Schritt 4a): In Berlin wurde ein Test mit sechs Schülern im Alter von 11 bis 12 Jahren im August und September 2009 durchgeführt. Die Schülerinnen und Schüler sollten eigeständig den exemplarischen Online-Kurs bearbeiten. Mit der Methodik der teilnehmenden Beobachtung sollte erfasst werden, ob die Texte verständlich aufbereitet und die Aufgaben lösbar sind (vgl. Scharp 2009d / EL7).
- **Focus group mit Lehramtsstudenten und einer Lehrerin** (Schritt 4b): In Dresden wurde der exemplarische Online-Kurs mit drei Lehramtsstudenten und einer Lehrerin getestet. Hierbei stand u.a. die Frage im Mittelpunkt, welche didaktischen Hinweise zum Lernumfang und zur Nutzbarkeit der Materialien – am Beispiel des exemplarischen Online-Kurses – im Unterricht gegeben werden können (vgl. Böhm und Körndle 2009a / EL6).
- **Seminar mit Lehramtskandidaten** (Schritt 4c): In Dresden begann im Wintersemester 2009/10 ein Seminar an der TU, bei dem die Materialien des Moduls 16 EE-eLearning genutzt werden (vgl. Scharp et al. 2009j, / EL8, Kap. 11). Ziel dieses Pilot-Tests war es, mit Studierenden des Lehramts im Rahmen einer Seminarveranstaltung zu prüfen und zu evaluieren, in welchem Maße sie in der Lage sind, Prozesse der Wissensrepräsentation, Wissenskommunikation, Wissensnutzung und Wissensgenerierung mit Hilfe multimedialer Autorenwerkzeuge zu bewältigen. Zentrale Aufgabe für die Studierenden war es, im Laufe des Semesters in Teams von ca. 4 Mitgliedern eine interaktive Lernumgebung mit Lehrtexten, interaktiven Lernaufgaben, Folien, Anwendungsbeispielen sowie kommentierten Internetverweisen zu einem selbst gewählten Thema für eine selbst gewählte Zielgruppe zu erstellen.

- **Test mit elf Lehrkräften** (Schritt 5): In Berlin wurden im November und Dezember 2009 mit elf Lehrkräften Einzeltests und ein Gruppentest an einer Grundschule durchgeführt. Hierbei wurden Word-Materialien von powerado genutzt. Die Lehrkräfte sollten anhand einer bebilderten technischen Bedienungsanleitung Module selbst erstellen (Speicherung von Dokumenten als Webseite, Compilierung der Webseiten und Speicherung der erstellten Lektion, vgl. Scharp und Scharp 2009e / EL5).
- **Formative Evaluation der Lernplattform** (Schritt 6): Anfang 2010 wurde die Lernplattform moodle einer formativen Evalation unterzogen (Berger 2010d / K1). Diese Evaluation sollte Schwachstellen identifizieren und Verbesserungsvorschläge erstellen.

Abbildung 37: Schülertest des exemplarischen Studierplatzes mit teilnehmender Beobachtung.

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Ergebnisse der Zwischenevaluation wurden ausführlich in Scharp et al. (dies. 2009j / EL8) und in Berger (ders. 2010 / K1) beschrieben. Die wesentlichen Ergebnisse der vier Pilottests zu den oben aufgeführten Fragestellungen stellen sich wie folgt dar:

Zu 1) Schüler in der Altersgruppe der elf- bis zwölfjährigen sind in der Lage, in der interaktiven Lernumgebung zu navigieren und die angebotenen Funktionen zu verwenden (vgl. Scharp et al. 2009j, / EL8, Kap. 5). Sie verfügen in diesem Alter über die Kompetenz der Information Literacy in hinreichendem Maße. Bei programmtechnischen Problemen sollten die Hilfestellungen (Einleitung mit Beschreibung sowie die im Programm enthaltene Hilfe) ausreichen, um diese Schwierigkeiten zu überwinden.

Zu 2) Schüler in der Altersgruppe der elf- bis zwölfjährigen können auf Basis der textlichen Informationen auch ohne Vorkenntnisse im Bereich der Erneuerbaren Energien die Aufgaben lösen (vgl. Scharp et al. 2009j, / EL8, Kap. 5). Die Hilfestellungen in den Aufgaben und die Textinformationen sind ausreichend, um eine angemessene Erfolgsquote zu erzielen.

Zu 3) Die Tests mit Lehrkräften haben gezeigt, dass Lehrkräfte nach einer Einarbeitungszeit und mit einer guten technischen Anleitung in der Lage sind, individuelle Studierplätze aus den

Gesamtmaterialien (den Worddokumenten) zu erstellen Sie brauchen dazu einfache technische Kompetenzen. Allerdings zeigt sich, dass gewisse Grundkompetenzen von Computer Literatacy hierbei sehr hilfreich sind. (vgl. Scharp et al. 2009j, / EL8, Kap. 10). Auch durch die focus group wird die wiederholte Beobachtung bestätigt, dass die Bedienbarkeit der Lernumgebung sowie die Modifizierbarkeit gegebener Lernumgebungen innerhalb einiger Stunden erlernt werden kann (vgl. Scharp et al. 2009j, / EL8, Kap. 7).

Zu 4) Die Evaluationsergebnisse zeigen, dass blended learning-Szenarien der dargestellten Art nicht nur einen positiven Einfluss auf den vertiefenden, anwendungsorientierten Erwerb von Fachkompetenz haben können, sondern gleichzeitig den Erwerb von Information Literacy erfolgreich fördern (vgl. Scharp et al. 2009j, / EL8, Kap. 7 und 11).

Zu 5 und 6) Der Lernumfang im Rahmen eines Schulunterrichts (im Klassenverbund) sollte nur eine kleine Auswahl von z.B. vier Kapiteln eines Online-Kurses umfassen, bei wiederholter Aktivität können es sicher sechs Kapitel sein. Somit sind für die Online-Kurse mindestens 2 Unterrichtsstunden anzusetzen (vgl. Scharp et al. 2009j, / EL8, Kap. 5). Insbesondere bei der Prüfung der altersgerechten Text- und Aufgabengestaltung zeigt sich, dass die Texte in der interaktiven Lernumgebung angemessen sind und die wesentlichen Ziele des Lehrplans abdecken (vgl. Scharp et al. 2009j, / EL8, Kap. 7). Die Aufgaben sind vielfältig genug, um Kinder zu motivieren. Die entwickelten Online-Kurse sind erstrangig als eine Ergänzung der Schulmaterialien zu sehen, sie ersetzen nicht den Lehrer oder den Schulunterricht. Sie können vielfältig in das Unterrichtsgeschehen eingebunden werden. Die Ergebnisse der formativen Evaluation der Lernplattform (Berger 2010d, K1) wurden vollständig zur Optimierung der Lernplattform genutzt.

Vor dem Hintergrund der umfangreichen Aussagen der Zwischenevaluation erfolgte eine Optimierung sowohl der Lernplattform als auch der bis zu diesem Zeitpunkt entwickelten Online-Kursen. Anschließend erfolgt im Frühjahr 2010 eine formative Evaluation der Online-Kurse Solarenergie, Wasserkraft und Windenergie sowie des Tutorials zur Erstellung von Online-Kursen (vgl. Berger 2010b / EL10). Nach einer erneuten Optimierung – bei der zunächst der Online-Kurs Windenergie – fertiggestellt wurde und in ein Unterrichtskonzept eingebettet wurde, wurde dieser Kurs zusammen mit der Unterrichtseinheit einer summativen Evaluation unterzogen. Die Ergebnisse der formativen und summativen Evaluation sind ausführlich im nächsten Kapitel dargestellt. Zusammenfassend kann festgestellt werden (Berger 2011 / EL13):

- Durch die Arbeit mit dem Online-Kurs werden sowohl wenig als auch stärker motivierte Schüler erreicht (S.32).
- Das Unterrichtskonzept – in dem der Online-Kurs eingebettet ist – wirkt sich positiv auf die Motivation der Schüler aus(S.33).
- Der Online-Kurs erfährt eine sehr hohe Akzeptanz bei den Schülern und wird als äußerst benutzerfreundlich bewertet (S.34).
- Unter Berücksichtigung einiger technischer und organisatorischer Voraussetzungen ist der Online-Kurs ein sehr gut geeignetes Unterrichtsmittel, um die Themen der Erneuerbaren Energien anschaulich und strukturiert vermitteln zu können (S.34)

7.6. Fazit und Empfehlungen

IZT und UfU erstellten im Modul 16 EE-eLeaning eine sehr umfangreiche elektronische Materialsammlung mit mit 14 Online-Kursen zur Thematik der Erneuerbaren Energien, eingebunden in einer moodle-Lernplattform. Jede erneuerbare Energie hat einen eigenen Kursbereich, dazu kommen noch weitere Kursbereiche wie Energie, Energiesparen oder Klimawandel, die das Thema komplett abrunden. Außerdem wurde eine „Bedienungsanleitung“, ein Plattfom-Spaziergang, in Form eines selbstgedrehten Videos mit Camtasia, das die Nutzung der Kursplattform erläutert, erstellt.

Jeder Kursbereich hat eine Schüler und eine Lehrerbox, die unterschiedliche Materialien zum Thema erneuerbare Energien, teilweise als Download, enthalten. Die Schülerbox umfasst den Online-Kurs mit den interaktiven Aufgaben, eine Vielzahl von Links zu Spielen, Arbeitsblätter für Experimente aus dem powerado-Projekt, ein Kreuzworträtsel sowie Videoclips. In der Lehrerbox liegen die didaktischen Konzepte und die Lösungsblätter zu den Experimentieranleitungen als Download bereit. Eine Online-Bedienungsanleitung und ein Plattformspaziergang für die Nutzung der Kurse runden das Angebot ab.

Die Online-Kurse umfassen 180 Webseiten mit 570 Aufgaben unterschiedlichen Typs (z.T. auch Mehrfachaufgaben). Den Kursen sind zudem ca. 75 weitere Materialien (Videos, Spiele und Rätsel) zugeordnet. Für fünf Kurse wurden explizit Unterrichtskonzepte erarbeitet (Kraftwerks Sonne, Klima-, Wasser-, Wind- und Biopower), denen eigene Experimente zugeordnet wurden. Aus dem powerado-Projekt wurden die Energiemärchen (14 Märchen) sowie die Experimentieranleitungen der powerado-Boxen genutzt und als Schülermaterial eingestellt (40 Arbeitsblätter mit 20 Lösungs- und Antwortblättern).

Die insgesamt ca. 72.000 Zugriffe auf die Lernplattform zeigen das große Interesse an der Thematik. Von Anfang 2010 bis März 2012 haben sich mehr als 200 regelmäßige Nutzer registriert und 15.731 Gäste die Plattform besucht. Die Kurse Erneuerbare Energien wurden ca. 2.100 mal und der exemplarische Schnupperkurs mehr als 2.100 mal aufgerufen, die weiterführenden Kurse wurden zwischen 600 und 2.000 mal genutzt.

Die Technische Universität Dresden hat sowohl die Lernplattform als auch exemplarisch den optimierten Online-Kurs Windenergie evaluiert. Hierbei kommt die PLL zu folgendem Schluss (Berger 2011 S.36f): *Abschließend ist das Resümee zu ziehen, dass der anregend gestaltete und strukturiert aufgebaute Online-Kurs Windenergie sehr gut dazu geeignet ist, ihn im Rahmen eines blended-learning-Designs als Unterrichtsmittel einzusetzen. Er kann Schüler im Alter von 11 bis 13 Jahren unabhängig von ihrem Geschlecht motivieren, sich intensiver mit den Thematiken der Erneuerbaren Energien zu beschäftigen und über aktuelle Fragen der Energieversorgung nachzudenken. Bei der gezielten Anwendung im Klassenverband ist jedoch besonders auf eine ruhige Arbeitsatmosphäre und die Gewährleistung einer störungsfrei ablaufenden Computertechnik zu achten. Das erstellte Unterrichtskonzept bietet hierbei eine sehr gut umsetzbare Möglichkeit, einen Projekttag zu Erneuerbaren Energien unter Verwendung neuer Medien durchzuführen. Nach einer umfassenden Einführung in dessen Funktionalitäten kann der Online-Kurs zudem für das selbstregulierte Lernen von zu Hause aus genutzt werden.*

Insgesamt haben die Evaluationsergebnisse und die Vielzahl der Aufrufe der Lernplattform gezeigt, dass ein großes Interesse an den eLearning Materialien für erneuerbare Energien besteht. Darüber hinaus konnte die Lernplattform durch weitere eLearning-Projekte so umfassend erweitert werden, dass noch mehr Nutzer auf diese Lernplattform „Ressourcen- und Klimaschutz“ gezogen werden.

Vor dem Hintergrund der Forschungsergebnisse und des Trends der zunehmenden Digitalisierung der Bildung kann vor allem die Empfehlung ausgesprochen werden, zukünftig verstärkt elektronische Materialien zu erstellen. Die breite Einführung von Tablett-PCs wird sicher dazu beitragen, dass diese Materialien auch besser im Sinne des eLearnings genutzt werden können. : Trend der Zukunft ist selbstbestimmtes Lernen zu allen Zeiten an allen Orten mit spannenden Medien. Deshalb ist auch die zentrale Empfehlung von IZT und UfU an das BMU, weitere Projekte zu unterstützen, die den Fokus auf digitalisierte Materialien in der Bildung richten.

7.7. Berichte zum Modul

Scharp, Michael; Körndle, Hermann; Scharp, Gerti (2009i / EL1): Modulbeschreibung EE-eLearning. Arbeitsbericht EL1. Berlin und Dresden: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH, UfU Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V. und TU Dresden Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens.

Kapp, Felix; Körndle, Hermann (2009b / EL2): Didaktisches Konzept der Studierplätze von powerado-plus. Ergebnisbericht EL2. Technische Universität Dresden – Lehrstuhl für Psychologie des Lehrens und Lernens: Dresden.

Scharp, Gerti; Scharp, Michael; Kapp, Felix; Körndle, Hermann (2009h / EL3): Medienkonzept der Lerneinheiten von powerado-plus. Ergebnisbericht EL3. Berlin und Dresden: UfU Unabhängiges Institut für Umweltfragen, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung sowie TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens.

Kapp, Felix; Körndle, Hermann (2009c / EL4): Evaluationsdesign für die eLearning-Module. Ergebnisbericht EL4. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens: Dresden.

Scharp, Gerti; Scharp, Michael (2009e / EL5): Pilot-Test zur Erstellung von Studierplätzen mit Lehrern in Berlin. Ergebnisbericht EL5. Berlin: UfU Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V. und IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH.

Böhm, Ulrike; Körndle, Hermann (2009a / EL6): Focus group zur interaktiven Lernumgebung „Exemplarischer Studierplatz“, Ergebnisbericht EL6. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens und Zentrum für Lehrerbildung, Schul- und Berufsbildungsforschung: Dresden.

Scharp, Gerti (2009d / EL7): Explorativer Test des exemplarischen Studierplatzes mit Schülern. Ergebnisbericht EL7. Berlin: UfU Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.

Scharp, Michael; Körndle, Hermann; Scharp, Gerti; Kapp, Felix (2009j / EL8): Zwischenevaluation des Moduls EE-eLearning. Ergebnisbericht EL8. Berlin und Dresden: Institut für

Zukunftsstudien und Technologiebewertung, TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens und UfU Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.

Scharp, Gerti; Scharp, Michael; (2009g / EL9): Technische Anleitung zur Erstellung von Lerneinheiten. Ergebnisbericht EL9. Berlin: UfU Unabhängiges Institut für Umweltfragen und IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung.

Draeger, Iken (2010a / EL10): Pädagogisches Konzept zur Nutzung des Exemplarischen Online-Kurses im Unterricht. Ergebnisbericht EL10. UfU Unabhängiges Institut für Umweltfragen eV: Berlin.

Berger, Stefan (2010b / EL11): Ergebnisse der formativen Evaluation der EE-eLearning-Szenarien von powerado-plus. Ergebnisbericht EL11. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens.

Berger, Stefan (2010c / EL12): Ergebnisse der summativen Evaluation der EE-eLearning-Szenarien von powerado-plus. Ergebnisbericht EL12. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens.

Berger, Stefan (2010 d / K1): Vorschläge zur Optimierung der Moodle-Plattform. Kommentierungs-Papier K1. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens.

Stefan Berger (2011 / EL 13): Ergebnisse der formativen und summativen Evaluation der EE-eLearning-Szenarien von powerado-plus. Ergebnisbericht EL13. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens: Dresden.

8. Modul 16: Evaluation der eLearning-Kurse

Autoren: Stefan Berger und Hermann Körndle

8.1. Problemstellung und Ziele

Ausgehend von der Bekanntmachung des BMU zur Fortführung der Förderung von Querschnitts- und übergreifenden Untersuchungen im Rahmen der Gesamtstrategie zum weiteren Ausbau der Erneuerbaren Energien stellt ein rascher Ausbau der erneuerbaren Energien mit einer damit verbundenen Steigerung der Energieeffizienz ein globales Zielkriterium dar (BMU, 2009). In diesem Rahmen wurde das Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung Berlin (IZT) unter anderem mit Untersuchungen insbesondere „zur verstärkten Integration der Thematik der erneuerbaren Energien in Schule, außerschulische Bildung, Berufs- und Weiterbildung, sowie in Studium, Forschung und Lehre von Hochschulen“ (BMU, 2009, S. 3) beauftragt. Entsprechend des Antrags für neue Module zur Umweltkommunikation von Erneuerbaren Energien besteht im Rahmen des Moduls 16 eLearning ein wesentliches Ziel darin, die Umweltkommunikation von Erneuerbaren Energien unter SchülerInnen (aufgrund einer vereinfachten Sprache werden im Folgenden Mädchen und Jungen als *Schüler* oder *Lernende* zusammengefasst) zu verbessern und interessante Wege zu suchen, wie das Thema dieser Zielgruppe nahegebracht werden kann (Scharp, 2009a).

In diesem Zusammenhang ist es das übergeordnete Ziel des Unterauftrags der Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens (PLL), die in powerado Plus erstellten Materialien zu evaluieren und daraus Vorschläge für die didaktische Optimierung der Szenarien abzuleiten (Scharp, 2009a). Um hierbei eine möglichst hoch ausgeprägte Qualitätssicherung zu gewährleisten, wurde neben der summativen Evaluation zusätzlich die formative Evaluation angewandt. Während die summative Evaluation am Ende des Arbeitsprozesses die Wirkung der konzipierten Szenarien auf die Schüler untersucht, identifiziert die formative Evaluation bereits während der Erstellung Schwachstellen in den einzelnen Modulen, um dafür Verbesserungsempfehlungen zu begründen.

Entsprechend dieser Aufteilung des Evaluationsprozesses wurde durch die PLL eine **formative** Evaluation durchgeführt. Dabei waren die Online-Struktur (ein interaktives Strukturdiagramm mit Informationen zur Erstellung, Gestaltung und Integration von Online-Kursen), das Tutorial zum selbstständigen Erstellen von Studierplätzen, die bereits vorhandenen Lehrtexte von powerado sowie die entwickelten Lernaufgaben der Studierplätze zur Solarenergie, Wasserkraft und Windenergie zu berücksichtigen. Ziel war es dabei, die Online-Hilfen dahingehend zu testen, wie diese den Prozess des selbstständigen Konstruierens eines Studierplatzes und die Planung für dessen Unterrichtseinsatz durch die Lehrenden unterstützen können. Darüber hinaus bestand die Aufgabe darin, sowohl einen verwendeten Lehrtext bezüglich mehrerer Dimensionen wie beispielsweise Textverständlichkeit oder Gestaltung einschätzen zu lassen als auch die Lernaufgaben einer detaillierten Analyse zu unterziehen. Im Zuge dessen waren eventuelle Unzulänglichkeiten festzuhalten und entsprechende Verbesserungsmaßnahmen einzuleiten.

Mit der **summativen** Evaluationsstudie galt es zu überprüfen, ob das Arbeiten mit dem Online-Kurs *Windenergie* dazu motivieren kann, sich mit den Themen der Erneuerbaren Energien zu beschäftigen und über Fragen der Energienutzung nachzudenken. Zu diesem Zweck wurde ein Unterrichtskonzept für die Durchführung eines Projekttages entworfen, das den Einsatz eines Online-Kurses im Rahmen des blended-learning-Designs vorsieht und mit vier Schulklassen der Klassenstufe 6 eines Dresdner Gymnasiums erprobt wurde. Im Sinne einer Prä-Post-Messung konnten mithilfe eines Fragebogens Motivationsveränderungen erfasst werden. Darüber hinaus wurden die Unterrichtsqualität, die eingeschätzte Nutzbarkeit des Online-Kurses sowie das Vorwissen bezüglich Windenergie als Kontrollvariablen berücksichtig.[2]

8.2. Ziele für die summative Evaluation

Ist die Wirksamkeit eines Programms zu überprüfen, so besteht eine wesentliche Evaluationsfacette darin, die Übereinstimmung zwischen der Leistung des Programms und den Zielsetzungen festzustellen. Aus diesem Grund sind im Vorfeld einer solchen Untersuchung jene Zielkriterien zu bestimmen und operational zu definieren.

Basierend auf den eingangs vorgestellten Grundüberlegungen soll der Einsatz von Online-Kursen die Schüler hauptsächlich dazu animieren, über Fragen der Energienutzung und des Klimaschutzes nachzudenken und ein neues Handeln zu initiieren (Scharp, 2009). Da in der Psychologie Motivation als eine „aktivierende Ausrichtung des momentanen Handelns auf einen positiv bewerteten Zielzustand“ (Rheinberg, 1997, S.14) definiert wird, stellt diese eine notwendige Voraussetzung dafür dar, dass sich Schüler intensiv mit dieser Thematik beschäftigen. Demzufolge ist zu kontrollieren, inwieweit die Arbeit mit dem Online-Kurs die Motivation, sich mit Erneuerbaren Energien auseinanderzusetzen, steigern kann. Dazu wird, wie unter 0 näher beschrieben, auf die Vorstellungen zum Integrativen Motivationsmodell von Narciss (2006) zurückgegriffen, nach dem mit Fähigkeitskonzept, intrinsischer Anreiz und Anstrengung drei wichtige Motivationsaspekte zu berücksichtigen sind.

Als eine weitere Zielstellung des Moduls 16 wird es angesehen, den Online-Kurs für den Schulunterricht nutzbar zu gestalten und in diesen integrieren zu können (Scharp, Körndle, Scharp, 2009). Daraus geht die Absicht hervor, ein umfassendes Konzept zur Materialnutzung zu erstellen (Scharp, 2009b) und dessen Realisierung auf Verwendbarkeit beziehungsweise mögliche Schwachstellen hin zu überprüfen. Neben objektiv nachvollziehbar auftretenden Problemen ist zudem die von den Schülern wahrgenommene Unterrichtsqualität zu erheben. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse können außerdem als Kontrollvariable bei der Erklärung von möglichen Motivationseffekten hinzugezogen werden. Dabei wird die Unterrichtsqualität in die Bestandteile Klassenführung, Lernförderliches Klima, Motivierung, Klarheit und Strukturiertheit sowie Aktivierung unterteilt (vgl. Helmke, 2009) und in Kapitel 0 genauer erläutert.

Da die Reaktion der Lernenden auf und deren Umgang mit einem Lernprogramm einen entscheidenden Einfluss auf die Aufmerksamkeit und die Motivationsbildung haben können

[2] Anmerkung des Herausgebers: Im Folgenden werden nur die Ergebnisse der summativen Evaluation vorgestellt. Die Ergebnisse der formativen Evaluation flossen in die Optimierung der Materialien ein, die zur summativen Evaluation genutzt werden. Die Ergebnisse der formativen Evaluation finden sich in Berger (2011).

(Patrick, 1992, zit. nach Holton, 1996), ist des Weiteren die Nutzbarkeit des Online-Kurses selbst zu berücksichtigen. In Anlehnung an eine verkürzte Form des IsoMetrics Useability Inventory (Gediga, Hamborg & Düntsch, 1999), ein Fragebogen zur Evaluation von Softwarenutzung, ist von den Schülern die Akzeptanz und Bedienerfreundlichkeit einzuschätzen, welche unter 0 eingehender beschrieben werden.

8.3. Evaluationskriterien und Fragestellungen für die summative Evaluation

Mit dem vorliegenden Kapitel werden die nachfolgend genannten Konstrukte in ihre Dimensionen aufgegliedert und näher beschrieben. Zunächst werden die zentralen Aspekte der Motivation beleuchtet. Anschließend stehen die unterschiedlichen Dimensionen der Unterrichtsqualität im Mittelpunkt, bevor der theoretische Gedanke zur Nutzbarkeit des Online-Kurses beschrieben wird. Aus diesen Überlegungen und den zuvor erläuterten Zielstellungen werden abschließend die für diese Evaluationsstudie relevanten Fragestellungen abgeleitet.

Motivation

Das Integrative Motivationsmodell nach Narciss (2006) vereint zentrale Bestandteile integrativer Erwartungs-Wert-Modelle (vgl. Heckhausen, 1977; Eccles & Wigfield, 2002), welche die Bedeutung extrinsischer und intrinsischer Wertkomponenten betonen. Aufgrund des in der vorliegenden Untersuchung fehlenden externen Feedbacks (z.B. Leistungsrückmeldung durch die Lehrperson) beziehungsweise der ausbleibenden Konsequenzen werden im Weiteren nur die intrinsischen Werte beachtet. Diese setzen sich aus Anreizen zusammen, die mit Lerninhalten oder –objekten verknüpft sind, mit der Ausführung der Lernaktivitäten einhergehen sowie das Kompetenzerleben berücksichtigen. Dabei repräsentiert das zuletzt genannte Kompetenzerleben, was als „die Selbstbewertung der eigenen Leistung“ (Narciss, 2006, S. 119) zu definieren ist, den zentralen Faktor des Motivationsgeschehens. Es wird als Gedächtnisschema über die eigenen Fähigkeiten im Hinblick auf ein spezielles Themengebiet angesehen.

Neben den drei angesprochenen Wertkomponenten wird der vom Lernenden eingeschätzte Aufwand mit einbezogen, welcher sich im Falle von als hoch wahrgenommene Kosten negativ auf die Motivation auswirkt.

Bedingt von individuellen Faktoren (z.B. Leistungsmotiv, Lernziele, Interessen) und situativen Gegebenheiten (z.B. Aufgabenart, Lerninhalte, andere Personen) nehmen diese Werte und andere Formen von Erwartungen Einfluss auf die Initiierung, Anstrengung und Ausdauer eines Verhaltens. Für eine ausführliche Darstellung dieses Modells wird der interessierte Leser auf die Arbeit von Narciss (2006) verwiesen.

In der vorliegenden Evaluation wirken mit dem Online-Kurs und dem Unterrichtssetting vorrangig situative Faktoren Einfluss auf die angeführten Werte ein.

Für das Kompetenzerleben ergeben sich wichtige Informationsquellen unter anderem aus der eigenen Erfahrung, eine Aufgabe erfolgreich oder nicht erfolgreich bearbeiten zu können (Narciss, 2006). Während des Lösens der Lernaufgaben kann die lernende Person beispielsweise durch das darin enthaltene Feedback die Erfahrung gewinnen, dass ihr das Lösen leicht fällt.

Durch dieses Erlebnis erlangt sie die Information, dass sie die von ihr erwartete Kompetenz besitzt und dies zu einem positiven Kompetenzerleben führt.

Orientiert an Eccles und Wigfield (2002) werden die mit den Lerninhalten und Lernaktivitäten verknüpften Anreize in dieser Arbeit zusammengefasst und im Folgenden als intrinsische Anreize bezeichnet. Diese werden unter anderem durch die Wichtigkeit einer Aufgabe, das persönliche Interesse des Lernenden an einem Sachverhalt sowie den einer Aufgabe zugesprochene Wert beeinflusst (Eccles, 1983). Liegt jemandem zum Beispiel der Klimaschutz sehr am Herzen, so spricht er einer zu diesem Thema passenden Aufgabe einen größeren Wert zu, als eine Person, die sich weniger für Fragen zur Energiepolitik interessiert. Eine positive Wirkung auf die intrinsischen Anreize besitzt entsprechend der *Flow*-Theorie von Csikszentmihalyi (1975) ferner die Attraktivität einer Tätigkeit. Dies betrifft unter anderem das Prinzip der Stimulanz (zit. nach Kapp & Körndle, 2009). Demnach können abwechslungsreiche Materialien und Aktivitäten anregend wirken und die Attraktivität des Lernprozesses steigern. Hierunter fällt beispielsweise die Beobachtung, dass Schüler die Arbeit mit einem interaktiven Lernprogramm am Computer mit seinen potentiell zahlreichen Handlungsmöglichkeiten im Vergleich zum Lesen eines Lehrbuchtextes mehr Spaß bereitet.

Da in diesem Kontext die Vorerfahrungen in einem Themengebiet eine mögliche Einflussquelle auf die Motivation darstellen können, sind diese auch in der vorliegenden Studie zu berücksichtigen. Aus diesem Grund werden die Schüler zudem danach befragt, wie viel sie bereits über das betreffende Themengebiet gelernt haben.

Unterrichtsqualität

Nach Helmke (2009) lässt sich die Unterrichtsqualität in mehrere Bereiche unterteilen, die sich entweder direkt auf die Förderung der Informationsverarbeitung beziehen oder eher die Lernbereitschaft unterstützen. In der vorliegenden Untersuchung werden aus pragmatischen Gründen jedoch nur fünf der insgesamt zehn Merkmale fokussiert und im Folgenden näher beschrieben.

Klassenführung

In seiner Diskussion verschiedener Facetten der Klassenführung stellt Helmke (2009) den klassischen Betrachtungsweisen modernere Ansätze gegenüber und richtet dabei die Aufmerksamkeit auf einzelne Kernaspekte. Dazu zählen unter anderem das den Schülern vermittelte Gefühl der Allgegenwärtigkeit der Lehrperson und das damit in Verbindung stehende konsequente Anwenden vorher festgelegter Regeln (Kounin, 1976, zit. nach Helmke, 2009). Ebenso betont Helmke (2009) das Klassenmanagement als vorausplanendes Handeln. Darunter wird die inhaltliche Unterrichtsvorbereitung im Hinblick auf zu bestimmende Prozeduren, Aufgabenstellungen und Methoden sowie geplante Maßnahmen zur Unterbindung unangemessenen Schülerverhaltens verstanden (Evertson et al., 2002, zit. nach Helmke, 2009).

Lernförderliches Klima

Das hauptsächliche Ziel eines lernförderlichen Klimas liegt nach Helmke (2009) in der Erleichterung des Lernprozesses von Schülern. Einen zentralen Punkt stellt der konstruktive Umgang mit Fehlern dar. Diese sollten demnach nicht mit Tadel und anderen negativen Konsequenzen einhergehen sondern vielmehr als Lernchance genutzt und als Teil des

Lernprozesses angesehen werden. In diesem Zusammenhang ist auch auf den Abbau hemmender Leistungsangst zu achten. Dies kann durch einen Unterricht erreicht werden, der durch Kooperation, Vertrauen und gegenseitige Wertschätzung zwischen Lehrperson und Schülern gekennzeichnet ist. Weiterhin benennt Helmke (2009) das Unterrichtstempo und die Wartezeiten als Merkmale, bei denen vor allem auf deren individuelle Anpassung an das Leistungsniveau eines jeden Schülers im Vordergrund steht. Demnach soll jeder Schüler ausreichend Zeit zum Nachdenken und Beantworten einer Frage zugesprochen bekommen.

Motivierung

Im Hinblick auf die Unterscheidung von extrinsischen und intrinsischen Aspekten der Lernmotivation (Schiefele, 2008, zit. nach Helmke, 2009) betont Helmke (2009) Strategien zur Förderung einer intrinsischen Motivation. Dazu zählen unter anderem die stetige Herausforderung von Schülern durch mittelschwere Aufgaben sowie die Erzeugung kognitiver Konflikte, um die Neugier der Lernenden zu schüren und lösungsorientiertes Denken anzuregen (Pintrich & Schunk, 1996, zit. nach Helmke, 2009). Des Weiteren wird auf die Rolle der Lebenswelt verwiesen. Es wirkt motivierend, wenn die zu lernenden Inhalte mit aktuellen Motiven des Alltaglebens verbunden sind und die unmittelbare oder künftige Nützlichkeit des Unterrichtsstoffes herausgestellt wird.

Klarheit und Strukturiertheit

Während Klarheit senderbezogen ist und sich auf akustische Verstehbarkeit, sprachliche Prägnanz, inhaltliche Kohärenz und fachliche Korrektheit bezieht, fokussiert Verständlichkeit den Empfänger und hängt von Merkmalen der Sprache und des Sprechens ab (Helmke, 2009). Zudem ist die Strukturiertheit des Lehrangebots als wichtiges Merkmal zu nennen. Um diese zu fördern, ist der Unterrichtsstoff so zu vermitteln, dass eine „gute Passung zwischen Vorwissen und Vorerfahrungen einerseits und neuem Stoff andererseits“ (Helmke, 2009, S. 197) gewährleistet ist. Dadurch kann ein flüssiger und bruchloser Wissenserwerb sichergestellt werden. Unter Bezug auf McCown et al. (1996) stellt Helmke (2009) Methoden vor, um eine gute Strukturierung des Unterrichts vornehmen zu können. Dazu zählt er beispielsweise das Präsentieren der Ziele und wichtigsten Kernthemen zu Beginn einer Unterrichtsstunde, das Aktivieren des Vorwissens der Schüler sowie das Wiederholen und Zusammenfassen bedeutungsvoller Sachverhalte.

Aktivierung

Neben Formen der sozialen und körperlichen Aktivierung wird in der vorliegenden Untersuchung das Hauptaugenmerk auf die kognitive Aktivierung gelegt, deren Ziel die Förderung des selbstgesteuerten Lernens ist. Damit werden Lehrangebote „für selbständiges Denken und Lernen und für die Reflexion über das eigene Lernen“ (Helmke, 2009, S. 207) angesprochen. Diese sollen Lernstrategien anregen, um gezielt das Lernen und den Wissenserwerb zu verbessern. Hierzu gehören sowohl Primärstrategien wie Wiederholung, Organisation und Elaboration als auch metakognitive Strategien, zu denen Planung, Überwachung und Regulation zählen (Schrader & Helmke, 2006, zit. nach Helmke, 2009).

Nutzbarkeit

Die Nutzbarkeit einer Software kann unter anderem als die wahrgenommene Bedienerfreundlichkeit und Akzeptanz des Programms definiert werden (Gediga, Hamborg & Düntsch, 1999).

Auf die Arbeit mit dem Online-Kurs bezogen beschreibt die Bedienerfreundlichkeit beispielsweise, inwieweit es dem Nutzer schwer fällt, die Bedienung des Online-Kurses zu erlernen und dessen einzelne Funktionalitäten gezielt zu verwenden. Weiterhin wird damit berücksichtigt, ob auch Neueinsteiger mit dem Online-Kurs arbeiten können und wie groß das Ausmaß der erforderlichen Anstrengung ist.

Die Akzeptanz umfasst verallgemeinerte Eindrücke hinsichtlich der Freude bei der Programmnutzung, der Unterstützung, die der Online-Kurs bei der Aufgabenbearbeitung liefert, sowie im Hinblick auf die Erwartung, auch zukünftig auf den Online-Kurs zurückzugreifen.

Fragestellungen

Aus den vorangestellten theoretischen Überlegungen und den oben genannten Zielkriterien lässt sich folgende Hauptfragestellung ableiten, die im Rahmen der summativen Evaluation empirisch zu erforschen ist:

1. Steigert die Arbeit mit dem Online-Kurs die Motivation, sich mit dem Themenbegriff der Erneuerbaren Energien auseinanderzusetzen?

Darüber hinaus ergeben sich aus den beschriebenen Zielen weitere Nebenfragestellungen:

2. Kann der Online-Kurs als Unterrichtsmittel im Klassenverband eingesetzt werden und wie schätzen die Schüler dessen Nutzbarkeit ein?
3. Wie beurteilen Schüler die Qualität des umgesetzten Unterrichtskonzepts?

8.4. Vorgehen in der summativen Evaluation

Im Folgenden soll die durchgeführte Studie in ihrem methodischen Vorgehen expliziert werden. Dazu werden Angaben über die untersuchte Stichprobe sowie das angewandte Unterrichtskonzept gemacht. Des Weiteren wird das Untersuchungsdesign und die Erhebungsinstrumente zur Erfassung der relevanten Variablen vorgestellt. Abschließend werden der Versuchsablauf wie auch die statistischen Analysen und Auswertungsmethoden beschrieben.

Stichprobe

Die summative Evaluation wurde anhand von vier Schulklassen mit insgesamt 91 Schülern eines Dresdner Gymnasiums der Klassenstufe 6 durchgeführt. Die Teilnahme erfolgte freiwillig und war unentgeltlich. Die Stichprobe setzte sich aus 49 Mädchen (53,8%) und 42 Jungs (46,2%) mit einem über beide Geschlechter gemittelten Alter von 11,6 Jahren zusammen, wobei die Altersspanne 11-13 Jahre betrug.

Unterrichtskonzept

Auf Grundlage des vom UfU erarbeiten Konzepts „Wirbelwind“ wurde in Zusammenarbeit mit Ulrike Böhm (Zentrum für Lehrerbildung, Schul- und Berufsbildungsforschung an der TU-Dresden) eine Planung für einen eigenen Projekttag entworfen. Dieser trägt in Anlehnung an den Namen powerado Plus den Titel „Windpower [ado]“ und ist an den Leistungsvoraussetzungen der sechsten Klassenstufe eines sächsischen Gymnasiums orientiert. Die allgemeinen Ziele dieses Konzepts liegen vordergründig in der Kompetenzvermittlung zum selbstständigen Umgang mit dem Online-Kurs sowie in der Weitergabe zentralen Faktenwissens zum Thema Wind als erneuerbare Energiequelle. Darüber hinaus sollen die Schüler befähigt werden,

Kernaussagen eines Lehrtextes zu erfassen und im Rahmen von Lernaufgaben und Experimenten ihr erworbenes Wissen anzuwenden. Im Sinne eines untergeordneten Nebenziels besteht die weitere Absicht darin, dass die Schüler durch Gruppenarbeiten ihre sozialen Fertigkeiten üben, einen strukturierten Überblick über aktuelle Energiequellen erlangen sowie sich problemorientiert mit Printmedien beschäftigen.

Der Projekttag ist in sechs Blöcken unterteilt, während zwischen den Blöcken mehrere kurze beziehungsweise eine längere Pause vorgesehen sind. Die Netto-Arbeitszeit beträgt 260 Minuten, wovon 150 Minuten lang der Online-Kurs im unmittelbaren Fokus steht. Zu Beginn erfolgt eine einführende, auf dem Eingangsfilm des Online-Kurses „Windenergie“ beruhende Diskussion über die Eigenschaften von Wind. Anschließend wird das bereits vorhandene Wissen der Schüler über Energiequellen und deren Vor- und Nachteile aktiviert, bevor ein Einblick in öffentlich geführte Debatten über Erneuerbare Energien gewonnen wird. Daran gliedert sich die Arbeit mit dem Online-Kurs „Windenergie“ als Kernelement des Projekttages an, der am Ende mit einer zusammenfassenden Diskussion und der Vorstellung der Arbeitsergebnisse abgeschlossen wird.

Als Setting wurde das blended-learning-Szenario gewählt. Dieses ist durch eine didaktisch sinnvolle Verknüpfung von Präsenzunterricht und virtuellem Lernen auf der Basis neuer Medien charakterisiert. Um einen möglichst reibungslosen Ablauf zu gewährleisten, wurde der Projekttag von zwei sich gegenseitig unterstützenden Lehrkräften durchgeführt. Diese waren sowohl mit den Inhalten des Online-Kurses als auch dessen technischen Komponenten vertraut und kannten sich mit grundlegenden Internetfunktionen aus.

Die Einleitung in den Projekttag fand an einer über einen Videobeamer mit angeschlossenen Lautsprechern statt. Für das Beantworten der Fragen zum Eingangsfilm erhielt jeder Schüler ein kleines Arbeitsblatt. Für die gemeinsame Erstellung einer Mind-Map zu den bereits bekannten Energiequellen kam eine Präsentationswand mit Karteikarten zum Einsatz, wobei auch ein interaktives Whiteboard genutzt werden kann. Die sich anschließende Arbeit mit Zeitungsartikeln erfordert im Vorfeld eine umfangreiche Literaturrecherche aktueller Tages- und Wochenzeitschriften. Auch in dieser Phase wurde ein Arbeitsblatt verwendet, das den Schülern das Heraussuchen relevanter Inhalte erleichtern sollte.

Im Mittelpunkt des beschriebenen Unterrichtskonzeptes stand die Arbeit mit dem Online-Kurs „Windenergie“, der über die Moodle-Plattform des IZT-Servers abgerufen wurde. Aufgrund der eingeschränkten Platzkapazität erfolgte die Stillarbeit mit dem Online-Kurs in zwei von einander getrennten Räumen mit jeweils der Hälfte einer Klasse. Dadurch konnte gewährleistet werden, dass jeder Schüler über einen eigenen, angemessen breitflächigen Arbeitsplatz mit jeweils einem ans Internet angeschlossenen Computer verfügte. Zur schriftlichen Bearbeitung der Aufgabenstellungen wurde jedem Schüler ein Arbeitsblatt ausgeteilt, um eine tiefere Verarbeitung der Lehrtextinhalte anzuregen. Die für die in diesem Abschnitt vorkommende Bastelarbeit notwendigen Materialien können in den dazugehörigen Anleitungen der jeweiligen Kapitel im Online-Kurs abgelesen werden und wurden den Schülern im Vorhinein bereitgestellt. Sämtliche Instruktionen und Aufgabenbeschreibungen erfolgten sowohl in standardisierter Weise mündlich durch die Lehrpersonen als auch schriftlich über die ausgeteilten Arbeitsblätter.

Versuchsdesign

Die vorliegende Untersuchung wurde als multivariates Design mit Vor- und Nachmessung in einer Versuchsgruppe durchgeführt. Als Treatment dienten der Projekttag und die darin vorgesehene Auseinandersetzung mit dem Online-Kurs „Windenergie“. Als abhängige Variable wurde im Rahmen des Prä- und Posttests die Lernmotivation erfasst, die als durchschnittlicher Punktwert in einem Motivationsfragebogen ermittelt wurde. Weiterhin wurden im Posttest sowohl die wahrgenommene Unterrichtsqualität als auch die eingeschätzte Nutzbarkeit des Online-Kurses erhoben, welche auch jeweils über einen durchschnittlichen Punktwert in dem eingesetzten Fragebogen operationalisiert waren. Zusätzlich wurde mithilfe des Fragebogens im Prätest das eingeschätzte Vorwissen über Windenergie als Kontrollvariable berücksichtigt. Ein signifikanter Anstieg des Motivationsmaßes kann bei gleichzeitiger Kontrolle der Unterrichts-qualität und Nutzbarkeit als Indikator für die Wirkung des Online-Kurses auf motivationaler Ebene angesehen werden. Die nachfolgende Tabelle liefert einen Überblick über den verwendeten Versuchsplan und die darin enthaltenen Variablen.

Tabelle 7: Abhängige Variablen und deren Erhebungszeitpunkte

Variable	Prätest	Posttest
Motivation	X	X
Vorwissen	X	-
Unterrichtsqualität	-	X
Nutzbarkeit	-	X

Instrumente zur Datenerhebung

Motivation

Um zu überprüfen, inwieweit sich die Lernmotivation durch die Arbeit mit dem Online-Kurs verändert, wurde sie in der aktuellen Arbeit in Form einer schriftlichen Erhebung durch einen Fragebogen mit 14 Items ermittelt. Dieser basiert auf dem integrativen Motivationsmodell (Narciss, 2006) und setzt sich aus Items zur Erfassung des intrinsischen Anreizes, des Kompetenzerlebens und der Anstrengung beim wissenschaftlichen Schreiben (Proske, 2007) zusammen. Passend zum Anliegen der vorliegenden Studie wurden die Items umformuliert. Deren Bedeutung blieb jedoch erhalten. Die nachfolgende Tabelle gibt exemplarisch für jede der drei Aspekte je ein Item wieder.

Tabelle 8: Itembeispiele für entsprechende motivationale Aspekte

motivationale Variable	Itembeispiel
Kompetenzerleben	„Ich denke, ich bin für das Thema „Erneuerbare Energien“ sehr begabt.“
intrinsischer Anreiz	„Die Arbeit mit „Erneuerbare Energien“ macht mir viel Spaß“
Anstrengung	„Für mich ist es sehr mühsam, etwas über „Erneuerbare Energien“ zu lernen.“

Die Schüler wurden aufgefordert, auf einer vierstufigen Ratingskala (1 = stimme überhaupt nicht zu; 4 = stimme völlig zu) anzugeben, wie sehr diese Aussagen auf sie zutreffen. Der beschriebene Fragebogen kam sowohl vor als auch nach dem Projekttag zum Einsatz.

Zur Ermittlung der internen Konsistenz wurde der α-Koeffizient von Cronbach (1951, zit. nach Lienert & Raatz, 1994) berechnet. Nach der Festlegung von Bortz und Döring (1995) kann die interne Konsistenz für die Skalea Lernmotivation (Cronbach´s $\alpha = .86$) als gut eingeschätzt

werden. Dies indiziert, dass alle Items die gleiche Variable Motivation messen, wodurch die Messgenauigkeit des Fragebogens als bestätigt angesehen werden kann. Mithilfe des Kolmogorov-Smirnov-Test zur Prüfung der Normalverteilung konnte belegt werden, dass die mit der Skala *Motivation* erhobenen Daten einer Normalverteilung entsprechen (p>.05).

Vorwissen

Zur Kontrolle, inwieweit die Schüler unterschiedliches Vorwissen im Hinblick auf Windenergie besitzen, wurde dies im Rahmen des Prätests erfragt. Zu diesem Zweck enthielt der eingesetzte Fragebogen drei selbst konstruierte Items. Anhand dieser sollten die Schüler ebenfalls auf einer vierstufigen Ratingsakala (vgl. 0) einschätzen, wie viel sie bereits über Windenergie gelernt haben. Die interne Konsistenz kann für die vorliegende Skala als gut eingeschätzt werden (Cronbach´s $\alpha = .74$). Der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest konnte belegen, dass eine Normalverteilung der Daten vorliegt (p>.05). Die nachfolgende Aufzählung zur Variable „Vorwissen zu Windenergie“ listet die verwendeten Items auf.

- „Ich habe mich bereits mit dem Thema „Windenergie“ beschäftigt.“
- „Über das Thema „Windenergie“ habe ich schon viel gelernt.“
- „Ich weiß nur sehr wenig über „Windenergie“.“

Unterrichtsqualität

Entsprechend der Fragestellung galt es zu überprüfen, wie die Schüler die Unterrichtsqualität des realisierten Konzepts einschätzen und in welchem Ausmaß sich diese Variable auf die Lernmotivation auswirkt. Dazu wurden basierend auf einem im Rahmen einer Diplomarbeit entwickelten Fragebogen zur Erfassung der Unterrichtsqualität (Piskol, 2008) 21 Items in den Fragebogen des Posttests aufgenommen und in deren Formulierung an die aktuelle Arbeit angepasst. Diese erfassen die subsummierten Bereiche Klassenführung (4 Items), Lernförderliches Klima (4 Items), Motivierung (4 Items), Klarheit und Strukturiertheit (5 Items) sowie Aktivierung (4 Items). In der nachfolgenden Tabelle sind für die genannten Facetten je ein Itembeispiel abgetragen.

Tabelle 9: Itembeispiele für entsprechende Aspekte der Unterrichtsqualität

Bereich	Itembeispiel
Klassenführung	Die Lehrperson hat immer alles mitbekommen, was in der Klasse passiert ist.
Lernförderliches Klima	Die Lehrperson hat freundlich reagiert, auch wenn ich etwas Falsches gesagt habe.
Motivierung	Die Aufgabenstellungen fand ich abwechslungsreich.
Klarheit & Strukturiertheit	Die Lehrperson hat Hinweise zu besonders wichtigen Punkten gegeben.
Aktivierung	Ich bin während des Unterrichts mindestens einmal drangekommen.

Analog zur Motivation bestand die Aufgabe für die Schüler darin, in Bezug auf die einzelnen Items ihre Zustimmung auf einer vierstufigen Ratingskala (vgl. 0) anzugeben. Hinsichtlich der internen Konsistenz ist die Skala Unterrichtsqualität als gut zu klassifizieren (Cronbach´s $\alpha = .75$). Zudem entsprechen die mit der Skala *Unterrichtsqualität* erhobenen Daten einer Normalverteilung, was mithilfe des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstests bestätigt werden konnte (p>.05).

Um auch Punkte zu berücksichtigen, die der Fragebogen nicht anspricht, wurde den Schülern im Anschluss des Projekttages die Möglichkeit gegeben, in Form einer offenen Blitzlichtrunde weitere Eindrücke zu äußern. Im Sinne einer vollständigen Erfassung wurde neben der Schülersicht auch eine globale Einschätzung aus der Perspektive einer Lehrperson erhoben. In diesem Zusammenhang wurde die jeweilige Lehrkraft, die ihre Klasse zum Projekttag begleitet und diesen als passiver Beobachter verfolgt hat, darum gebeten, die einzelnen Blöcke des Projekttages im Hinblick auf ihr Gelingen allgemein zu beurteilen. Dies erfolgte anhand eines kurzen Lehrerfragebogens, dessen Items dichotom („gelungen“ vs. „nicht gelungen“) formuliert waren. Zusätzlich hatten sie die Möglichkeit, eigene Anmerkungen einzufügen.

Nutzbarkeit

Für die vorliegende Untersuchung wurde auf eine verkürzte Form des IsoMetrics Useability Inventory (Gediga, Hamborg & Düntsch, 1999) zurückgegriffen, welche aus 12 Items bestehend die Bereiche Akzeptanz (6 Items) und Bedienerfreundlichkeit (6 Items) umfasst und in einer empirischen Arbeit von Narciss, Proske und Körndle (2007) bereits erfolgreich angewandt wurde. Die Items waren Bestandteil des im Posttest zu bearbeitenden Fragebogens, wobei deren Formulierungen an den Einsatz des Online-Kurses angepasst wurden. die nachfolgende Tabelle stellt für die beiden Aspekte der Nutzbarketi jeweils ein Itembeispiel dar.

Tabelle 10: Itembeispiele für entsprechende Aspekte der Nutzbarkeit

Bereich der Nutzbarkeit	Itembeispiel
Akzeptanz	„Ich finde die Unterteilung des Online-Kurses in einzelne Kapitel sehr sinnvoll.“
Bedienerfreundlichkeit	„Für Anfänger ist der Online-Kurs sehr gut geeignet, um damit etwas über erneuerbare Energien zu lernen.“

Die Beantwortung der Items erfolgte über eine vierstufige Ratingskala (vgl. 0). Die interne Konsistenz kann als gut angesehen werden (Cronbach´s $\alpha = .83$), während der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest belegt, dass von einer Normalverteilung der mit der Skala Nutzbarkeit erhobenen Daten auszugehen ist ($p>.05$).

Neben der Unterrichtsqualität (vgl. 0) wurde auch die Nutzbarkeit des Online-Kurses durch die beobachtenden Lehrkräfte eingeschätzt. Sie erhielten einen Fragebogen, dessen Items ein offenes Antwortformat aufweisen. Darin wird unter anderem die Lernwirksamkeit des Online-Kurses, dessen Einsatzmöglichkeiten im Unterricht sowie die Arbeitsweise und das Engagement der Schüler im Umgang mit dem Online-Kurs fokussiert. Weiterhin wurden die von den Schülern in der Blitzlichtrunde (vgl. 0) angesprochenen Sachverhalte festgehalten.

Versuchsablauf

Die Untersuchung untergliederte sich mit dem Prätest, dem Treatment in Form des Projekttages und dem Posttest in insgesamt drei Abschnitte.

Zunächst wurde im Rahmen des eine Woche vor dem Projekttag stattfindenden Prätests die aktuelle Lernmotivation im Hinblick auf Erneuerbare Energien und das von den Schülern subjektiv eingeschätzte Vorwissen über Windenergie mithilfe eines Fragebogens erhoben. Dies erfolgte innerhalb des regulären Schulunterrichts und wurde von den betreffenden Lehrkräften durchgeführt.

Der Projekttag fand in den Räumen der TU Dresden statt und erstreckte sich über einen Zeitraum von 8:00 Uhr bis 14:00 Uhr, wobei die letzte halbe Stunde für den Posttest aufgebracht wurde. Pro Tag verlief die Studie mit jeweils einer Schulklasse, wodurch die Evaluation zusammen vier Unterrichtstage umfasste. Um die Vergleichbarkeit des realisierten Unterrichts zwischen den Klassen zu gewährleisten, wurden die einzelnen Schritte des Unterrichtskonzepts unverändert und in der vorgeschriebenen zeitlichen Abfolge umgesetzt. Bei eventuellen Nachfragen wiederholte die Lehrperson zunächst verbal die vorliegende Instruktion und erläuterte diese kurz, falls immer noch Erklärungsbedarf auf Seiten des Schülers bestand. Dabei wurden keine inhaltlichen Hinweise auf mögliche Aufgabenlösungen gegeben. Darüber hinaus herrschten vergleichbare zeitliche und Umgebungsbedingungen.

Der Posttest vollzog sich im unmittelbaren Anschluss des Projekttages. Jeder Schüler erhielt einen Fragebogen und wurde instruiert, was beim Ausfüllen zu beachten sei. Damit wurden die Variablen Lernmotivation, Unterrichtsqualität und Nutzbarkeit des Online-Kurses erfasst. Zudem bestand in einer offenen Blitzlichtrunde ein weiterer Teil der Postmessung. Es wurde jeder Schüler gebeten, seine Meinung allgemein zum Verlauf des Projekttages sowie zur Arbeit mit dem Online-Kurs zu äußern.

Statistische Auswertungen und Analysen

Für die Prüfung des Einflusses des Unterrichtssettings und der Arbeit mit dem Online-Kurs auf die Motivation wurden die abhängigen Variablen Lernmotivation, Unterrichtsqualität, Nutzbarkeit des Online-Kurses und Vorwissen eingangs einer deskriptiven Auswertung unterzogen. Für die Erfassung der genannten Variablen wurde pro Skala der durchschnittlich angegebene Ausprägungsgrad berechnet, indem das arithmetische Mittel der für jeden Faktor aufsummierten Ratings gebildet wurde.

Zur Beantwortung der Fragestellungen erfolgten zunächst Berechnungen der deskriptiven Statistiken mit Hilfe von univariaten Varianzanalysen und Korrelationsanalysen zwischen den abhängigen Variablen. Ziel dieses ersten Schrittes war es, den Einfluss der demografischen Daten Alter und Geschlecht detailliert zu beschreiben. Darüber hinaus diente die Korrelations-analyse dazu, die Zusammenhänge zwischen den abhängigen Variablen zu explorieren. Hierzu wurde der Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient nach Pearson berechnet.

Die sich anschließende Untersuchung von signifikanten Veränderungen der Variable Motivation wurde mit Hilfe einer univariaten Varianzanalyse (ANOVA) mit Messwiederholung durchgeführt. Um dabei auftretende Einflüsse des Online-Kurses und des Unterrichtskonzepts zu kontrollieren sowie um die Wirkung weiterer Variablen zu berücksichtigen, wurde eine multiple Regression berechnet. Diese kann Aufschlüsse darüber geben, welche Variablen gute Prädiktoren für die resultierende Lernmotivation darstellen und wie groß das Ausmaß deren Einflussnahme ist.

8.5. Ergebnisse der summativen Evaluation

Im vorliegenden Kapitel werden die Ergebnisse der summativen Evaluation vorgestellt. Zunächst sind die deskriptiven Statistiken anhand von Mittelwerten und Standardabweichungen sowie durch Korrelationen angeführt, aus denen sich Antworten auf die Nebenfragestellungen

generieren lassen. Anschließend werden die Ergebnisse einer univariaten Varianzanalyse mit Messwiederholung (ANOVA) und einer multiplen Regression dargelegt, die zur Beantwortung der Hauptfragestellung erfolgten.

Deskriptive Daten

Zur Beantwortung der in 0 aufgeführten Fragestellungen wurden im Rahmen eines multivariaten Designs mit Vor- und Nachmessung vier abhängige Variablen erhoben. Dazu gehörte die Lernmotivation im Hinblick auf das Themengebiet der Erneuerbaren Energien, die zu zwei Zeitpunkten gemessen wurde. Das von den Schülern eingeschätzte Vorwissen über Windenergie wurde ausschließlich im Prätest erhoben. Mit Unterrichtsqualität und Nutzbarkeit des Online-Kurses wurden zwei weitere Variablen zu jeweils nur einem Messzeitpunkt im Posttest ermittelt. Tabelle 11 gibt einen Überblick über die Mittelwerte und Standardabweichungen dieser Variablen. Es ist anzumerken, dass sie die jeweils durchschnittlichen Beurteilungen dieser Dimensionen auf einer vierstufigen Ratingskala angibt. Ein niedriger Wert ist als geringe und ein hoher Wert als hohe Ausprägung zu interpretieren.

Tabelle 12: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) der abhängigen Variablen Motivation, Vorwissen, Unterrichtsqualität und Nutzbarkeit

Variable	**Prätest**		**Posttest**	
	MW	*SD*	*MW*	*SD*
Motivation	2.96	0.49	3.37	0.42
Vorwissen	2.40	0.75	-	-
Unterrichtsqualität	-	-	3.18	0.28
Nutzbarkeit	-	-	3.46	0.39

Es ist zu erkennen, dass die Schüler im Prätest eine eher stärker ausgeprägte Motivation, sich mit Erneuerbaren Energien auseinanderzusetzen, angaben. Zum gleichen Zeitpunkt schätzten sie das Ausmaß ihres Vorwissens über Windenergie als durchschnittlich ein.

Im Posttest schilderten die Schüler eine stark ausgeprägte Lernmotivation, wobei im Vergleich zum ersten Messzeitpunkt ein im Durchschnitt um 0,4 Punkte höherer Kennwert berichtet wurde. Hinsichtlich der Unterrichtsqualität kann festgehalten werden, dass diese von den Schülern als eher hoch wahrgenommen wurde. Weiterhin ist abzulesen, dass die Nutzbarkeit des Online-Kurses aus Schülersicht als sehr hoch eingeschätzt werden kann.

So ist ausgehend von den deskriptiven Daten zusammenfassend zu notieren, dass bei hoch eingeschätzter Unterrichtsqualität und Nutzbarkeit der Motivationswert vom Prätest zum Posttest hin angestiegen ist.

Um weitere Analysen im Sinne einer einzigen Stichprobe statistisch zu gewährleisten, ist die dafür nötige Voraussetzung nachzuweisen, dass sich die Schulklassen untereinander nicht unterscheiden. Zu diesem Zweck erfolgten univariate Varianzanalysen, in denen die Klassenzugehörigkeit als fester Faktor berücksichtigt wurde. Es konnte bestätigt werden, dass es in der Motivation zu beiden Messzeitpunkten beziehungsweise im Vorwissen und in der Unterrichtsqualität jeweils keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Schulklassen gab. Demnach können die vier Klassen sowohl hinsichtlich ihrer Ausgangsmotivation und ihres Vorwissens als auch in Bezug auf ihre nachträgliche Motivation sowie der wahrgenommenen Unterrichtsqualität als vergleichbar angesehen werden. Hinsichtlich der

eingeschätzten Nutzbarkeit ist jedoch ein bedeutsamer Unterschied zu verzeichnen. Eine sich daran anschließende Analyse der Differenzen zwischen den Klassen weist darauf hin, dass sich eine Klasse in ihrer Einschätzung wesentlich von den anderen drei Gruppen unterscheidet ($p < .05$). Dies ist in der Interpretation der Daten gesondert zu beachten und zu diskutieren. Die Ergebnisse dieser Varianzanalysen sind in Tabelle 13 abgetragen.

Tabelle 14: Ergebnisse univariater Varianzanalysen zur Prüfung von Klassenunterschieden

Variable	df*Hyp*	df*Error*	F	MSE	Sign.	η^2
Motivation_Prä	3	87	1.383	0.336	0.253	0.046
Motivation_Post	3	87	1.453	0.259	0.233	0.048
Vorwissen	3	87	1.812	0.978	0.151	0.059
Unterrichtsqualität	3	87	0.642	0.051	0.590	0.022
Nutzbarkeit	3	87	2.994	0.430	0.035	0.094

Zur Beschreibung der Beziehungen zwischen den erhobenen Variablen wurde eine Korrelationsanalyse berechnet. In diese gingen neben den abhängigen Variablen auch die demografischen Kennwerte Geschlecht und Alter ein. Tabelle 15 stellt die Werte für das Ausmaß der vorhandenen Beziehungen dar. Dabei sind signifikante Zusammenhänge mit einem Stern und hoch signifikante Korrelationen mit zwei Sternen gekennzeichnet. Ein positiver Wert indiziert eine gleichgerichtete Beziehung zwischen zwei Variablen, während ein negativer Zusammenhang eine gegenläufige Beziehung anzeigt.

Tabelle 16: Korrelationen zwischen den abhängigen Variablen und den demografischen Kennwerten

	Geschlecht	Alter	Vorwissen	Motivation-Prä	Motivation-Post	Qualität	Nutzbarkeit
Geschlecht	1	,003	,121	,083	-,012	-,318**	-,380**
Alter		1	-,040	-,063	,158	-,053	,025
Vorwissen			1	,492**	,362**	,055	,209*
Motivation-Prä				1	,474**	,086	,242*
Motivation-Post					1	,471**	,572**
Qualität						1	,571**
Nutzbarkeit							1

* p< .05, ** p< .01

Aus den dargebotenen Ergebnissen ist abzulesen, dass das Alter in keinem systematischen Zusammenhang mit den restlichen Variablen steht und somit nicht in die weiteren Betrachtungen eingeht. Hingegen zeigt sich eine sehr deutliche Beziehung zwischen dem Geschlecht und der wahrgenommenen Unterrichtsqualität beziehungsweise der eingeschätzten Nutzbarkeit. Demnach bewerteten Mädchen im Vergleich zu den Jungs die Unterrichtsqualität häufiger als hoch und gaben ebenfalls häufiger eine hohe Nutzbarkeit des Online-Kurses an. Als wichtig erweist sich dabei die hohe Korrelation zwischen Unterrichtsqualität und Nutzbarkeit. Unter genauerer Betrachtung der Beziehung von nur zwei Variablen bei gleichzeitiger Kontrolle der jeweils dritten Größe ergibt eine partielle Korrelation jedoch ein anderes Bild. Somit ist augenscheinlich der beschriebene Effekt des Geschlechts vorrangig auf den Einfluss des Online-Kurses zurückzuführen, da die zuvor signifikante Beziehung zwischen Geschlecht und Unterrichtsqualität unter Ausschluss der Nutzbarkeit nicht mehr nachweisbar ist (vgl. Tabelle 17). Mädchen beurteilen offensichtlich die Nutzbarkeit des Online-Kurses höher als Jungs, was anschließend auch ihre Einschätzung der Unterrichtsqualität beeinflussen könnte. Dieser Effekt wirkt sich jedoch nicht auf beide Motivationswerte aus, was durch die fehlende signifikante Korrelation zwischen Geschlecht und Motivation-Prä bzw. Motivation-Post indiziert wird. Dies kann zusätzlich durch eine univariate Varianzanalyse (ANOVA) bestätigt werden, durch welche keine signifikanten Unterschiede in der berichteten Motivation zwischen Mädchen und Jungs nachzuweisen sind ($F (1, 91) = 0.611$, $MSE = 0.151$, $p > .05$, $\eta^2 = 0.007$ bzw. $F (1, 91) = 0.012$, $MSE = 0.002$, $p > .05$, $\eta^2 = 0.00$).

Tabelle 18: Partielle Korrelationen zwischen Geschlecht, Unterrichtsqualität und Nutzbarkeit bei gleichzeitiger Kontrolle einer dieser Variablen

Kontrollvariable			Geschlecht	Unterrichtsqualität
Nutzbarkeit	Geschlecht	Korrelation	1,000	-,133
		Signifikanz (zweiseitig)	.	,212
* p< .05, ** p< .01	Unterrichtsqualität	Korrelation	-,133	1,000
		Signifikanz (zweiseitig)	,212	.
Kontrollvariable			Geschlecht	Nutzbarkeit
Unterrichtsqualität	Geschlecht	Korrelation	1,000	-,255*
		Signifikanz (zweiseitig)	.	,015
* p< .05, ** p< .01	Nutzbarkeit	Korrelation	-,255*	1,000
		Signifikanz (zweiseitig)	,015	.

Weiterhin ist der obigen Tabelle zu entnehmen, dass ein größeres Ausmaß an Vorwissen mit einer stärker ausgeprägten Motivation sowohl vor als auch nach dem Projekttag einhergeht. Eine gleichgerichtete Beziehung besteht auch zwischen Vorwissen und der beurteilten Nutzbarkeit des Online-Kurses. Darüber hinaus hängt eine höhere Ausgangsmotivation mit einem höheren Motivationswert im Posttest zusammen. Abschließend ist festzuhalten, dass die nach dem Projekttag angegebene Motivation in einem sehr hohen Zusammenhang mit der Nutzbarkeit und der Unterrichtsqualität steht. Dies könnte ein Indiz dafür sein, dass mögliche Motivationsveränderungen zwischen den beiden Messzeitpunkten auf die wahrgenommene Unterrichtsqualität und die eingeschätzte Nutzbarkeit des Online-Kurses attribuiert werden könnten. Diese Annahme ist durch eine zusätzliche Analyse weiter zu belegen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die Korrelation zwischen Unterrichtsqualität und Motivation im Nachtest bedeutsam verringert, wenn im Rahmen einer partiellen Korrelation der Einfluss der Nutzbarkeit des Online-Kurses statistisch kontrolliert wird (vgl. nachfolgende Tabelle).

Tabelle 19: Partielle Korrelation zwischen Motivation-Post und Unterrichtsqualität bei kontrollierter Nutzbarkeit des Online-Kurses

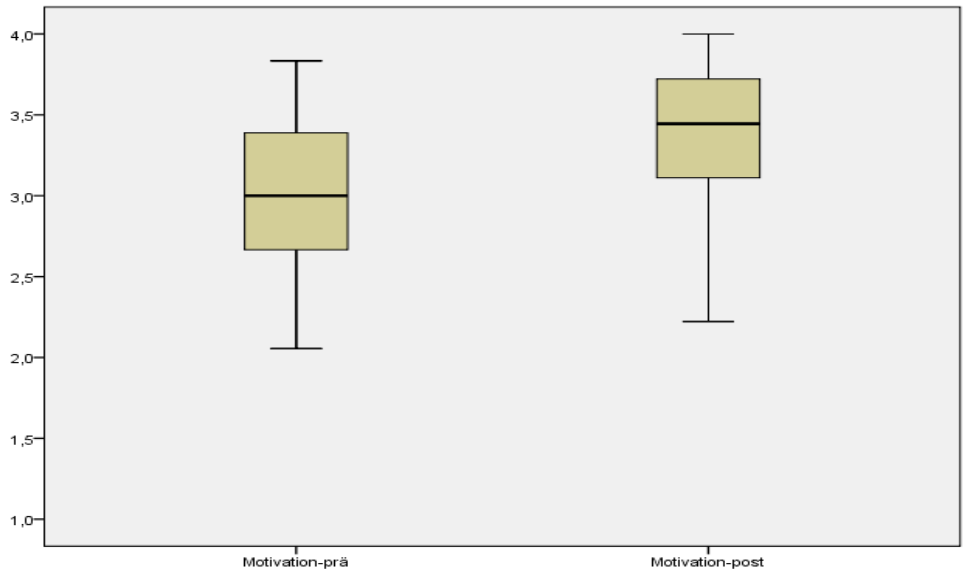
Kontrollvariable			Motivation-Post	Unterrichtsqualität
Nutzbarkeit	Motivation-Post	Korrelation	1,000	,214*
		Signifikanz (zweiseitig)	.	,043
	Unterrichtsqualität	Korrelation	,214*	1,000
		Signifikanz (zweiseitig)	,043	.

* p< .05, ** p< .01

Varianzanalysen

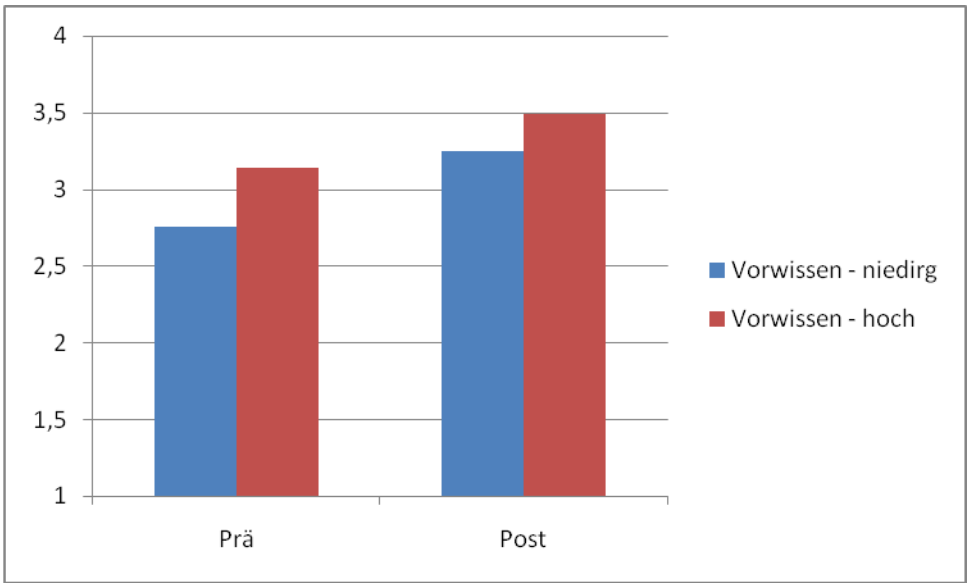
Um zu überprüfen, ob der in Tabelle 11 berichtete und in Abbildung 1 grafisch dargestellte Anstieg der Motivation statistisch bedeutsam ist, wurde eine univariate Varianzanalyse mit Messwiederholung berechnet. In diese gingen die Motivation im Sinne eines über alle Schüler gemittelten Summenwertes als abhängige Variable und die Zeit in Form der beiden Messzeitpunkte als fester Faktor ein. Es konnte nachgewiesen werden, dass im Posttest eine sehr signifikant höhere Motivation von den Schülern berichtet wurde ($F (1, 90) = 69.790$, $MSE = 7.911$, $p < .01$, $\eta^2 = 0.437$).

Abbildung 38: Veränderung der Motivation zwischen Prä- und Postmessung



Die berichtete Korrelation des Vorwissens mit den Motivationswerten zu beiden Messzeitpunkten leitet dazu über, den Einfluss des Vorwissens auf den Motivationsanstieg mithilfe eines Extremgruppenvergleichs zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurde anhand des eingeschätzten Vorwissens ein Mediansplit der Gesamtstichprobe vorgenommen. Schüler, deren Einschätzungen unterhalb des Cut-off-Wertes lagen, befanden sich in der Gruppe mit wenig Vorwissen. Schüler mit einem Wert oberhalb des Cut-off-Wertes befanden sich in der Gruppe mit viel Vorwissen. Die dadurch entstanden Gruppen unterschieden sich signifikant in ihrem durchschnittlich eingeschätzten Vorwissen ($t(89) = 11.978$, $p < .01$). Eine anschließende einfaktorielle univariate Varianzanalyse mit Messwiederholung (ANOVA) ergab einen signifikanten Haupteffekt des Faktors Vorwissen ($F(1, 89) = 16.148$, $MSE = 4.327$, $p < .01$, $\eta^2 = 0.154$). Dies zeigt, dass sich die Vorwissensgruppen zu beiden Messzeitpunkten hinsichtlich ihrer angegebenen Motivation unterscheiden. Eine ausbleibende Interaktion zwischen Vorwissen und dem Zeitfaktor legt jedoch nahe, dass der beschriebene Motivationsanstieg in beiden Gruppen erkennbar ist ($F(1, 89) = 2.055$, $MSE = 7.940$, $p > .05$, $\eta^2 = 0.023$). Abbildung 2 verdeutlicht diese Ergebnisse grafisch.

Abbildung 39: Veränderung der Motivation in Abhängigkeit des eingeschätzten Vorwissens



Multiple Regressionsanalyse

Für die Gewährleistung einer präzisen Beantwortung der Hauptfragestellung sind die potentiellen Ursachen für den in 0 statistisch nachgewiesenen Anstieg der Motivation näher zu beleuchten. Zu diesem Zweck erfolgte eine multiple Regressionsanalyse. Dieses Verfahren ermöglicht die Identifikation von Prädiktorvariablen zur Vorhersage eines Kriteriums und gewichtet diese entsprechend ihres Vorhersagewertes. Als mögliche Prädiktoren gingen Geschlecht, Vorwissen, Motivation-Prä, Unterrichtsqualität und Nutzbarkeit in die Analyse ein, während die berichtete Motivation im Posttest das Kriterium darstellte. Es wurde die Rückwärts-Methode als Merkmalsselektionsverfahren angewandt, wodurch schrittweise die Prädiktoren entfernt werden, die den geringsten Einfluss auf das Kriterium aufweisen. Die nachfolgende Tabelle vermittelt die zentralen Ergebnisse, wobei zur Vereinfachung nur das Endmodell dargelegt ist.

Tabelle 20 Ergebnis der multiplen Regressionsanalyse (Rückwärts)

	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten		
	RegressionskoeffizientB	Standardfehler	Beta	T	Sig.
Geschlecht	,173	,070	,204	2,459	,016
Motivation-Prä	,286	,067	,334	4,244	,000
Unterrichtsqualität	,411	,140	,270	2,939	,004
Nutzbarkeit	,449	,106	,414	4,225	,000

Durch das angewandte Selektionsverfahren wurde das Vorwissen aufgrund eines zu geringen Einflusses entfernt. Die globale Güte des resultierenden Vorhersagemodells kann als hinreichend gut eingeschätzt werden, da es durch die darin enthaltenen Variablen Geschlecht, Motivation-Prä, Unterrichtsqualität und Nutzbarkeit 49% der Gesamtvarianz des Kriteriums aufklären kann ($R^2_{korr.} = 0.49$). Durch des Beta-Gewicht, ein standardisierter Regressionskoeffizient zur direkten Vergleichsmöglichkeit der Variablen untereinander, kann der Vorhersagewert jeder einzelnen Variable bestimmt und anhand der anderen Werte relativiert werden. Demnach ist zu erkennen, dass sich die eingeschätzte Nutzbarkeit des Online-Kurses am meisten auf den

Vorhersagewert des Modells auswirkt. Zwei ebenfalls wichtige Prädiktoren stellen die Motivation im Prätest und die wahrgenommene Unterrichtsqualität dar. Der Einfluss des Geschlechts ist hingegen als statistisch gering zu bewerten.

Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die von den Schülern berichtete Motivation von der Prämessung zum zweiten Testzeitpunkt hin statistisch bedeutsam angestiegen ist. Dabei indiziert das Ergebnis der multiplen Regression, dass vor allem die von den Schülern als sehr hoch eingeschätzte Nutzbarkeit des Online-Kurses einen deutlichen Einfluss auf diesen beobachteten Effekt ausgeübt hat. Weiterhin wurde auch die Unterrichtsqualität als hoch bewertet.

8.6. Diskussion der Ergebnisse der summativen Evaluation

Für die Fragestellungen getrennt werden im vorliegenden Kapitel die gewonnen Ergebnisse vor dem Hintergrund der zuvor getroffenen theoretischen Überlegungen interpretiert und um weitere Beobachtungsdaten ergänzt. Daraus sind Antworten auf die einzelnen Forschungsfragen abzuleiten und Rückschlüsse auf den Online-Kurs und das dazugehörige Unterrichtssetting zu ziehen.

Hauptfragestellung – Steigerung der Motivation

Das Hauptanliegen dieser Evaluation war es, die Wirkung eines Unterrichtssettings, in dessen Mittelpunkt die Arbeit mit dem Online-Kurs stand, auf die Motivation von Schülern zu untersuchen. Aus diesem Grund wurde mithilfe eines Fragebogens die Motivation, sich mit Erneuerbaren Energien zu beschäftigen, sowohl vor als auch nach dem realisierten Projekttag erhoben. Es konnte nachgewiesen werden, dass die berichtete Motivation vom ersten zum zweiten Messzeitpunkt hin signifikant angestiegen ist. Demnach empfanden die Schüler das Thema der Erneuerbaren Energien nach dem Projekttag unter anderem als spannender und interessanter, schätzten sich diesbezüglich als begabter ein und gaben an, mehr Spaß an der Arbeit mit Erneuerbaren Energien zu verspüren. Dieser Effekt zeigte sich unabhängig von Geschlecht, Alter und dem eingeschätzten Vorwissen. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass der umgesetzte Projekttag weibliche und männliche Schüler unterschiedlichen Alters in gleichem Ausmaß erreichen und motivieren kann. Dabei übt die Menge an vorhandenem Vorwissen keinen bedeutsamen Einfluss aus.

Im Hinblick auf die formulierte Hauptfragestellung ist infolgedessen zusammenfassend festzuhalten, dass das verfolgte Ziel, Schüler zu animieren sich mit Fragen zur Energienutzung auseinanderzusetzen, durch den Projekttag erfolgreich erreicht werden konnte. Um die Beantwortung der Hauptfragestellung zu präzisieren, sind die Wirkungen der erfassten situativen und personellen Einflussgrößen näher aufzuklären.

Online-Kurs

Aufgrund der durchgeführten Regressionsanalyse kann der eingeschätzten Nutzbarkeit des Online-Kurses der größte Vorhersagewert als Prädiktor zugesprochen werden (vgl. Tab. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Auch wenn das Verfahren der Regressions-analyse keine Methode zum Nachweis eines kausalen Zusammenhangs darstellt, so legt dieses Ergebnis nahe, dass die Variable Nutzbarkeit die Motivation bedeutsam beeinflussen kann.

Unterstützt wird diese Interpretation durch die hohe positive Korrelation zwischen der Nutzbarkeit des Online-Kurses und der Motivation im Posttest. Demnach berichteten diejenigen Schüler eine höhere Motivation, die auch die Nutzbarkeit im Vergleich zu den anderen Schülern als höher eingestuft haben. Vor diesem Hintergrund ist die Vermutung aufzustellen, dass vorrangig die Arbeit mit dem Online-Kurs zur Motivationssteigerung geführt hat.

Aus diesem Grund ist zu erörtern, auf welchem Weg der Online-Kurs die Motivation beeinflusst haben könnte. Hierzu ist die Aufmerksamkeit auf das Zusammenspiel zwischen Aspekten des Online-Kurses und den einzelnen Dimensionen des unter 0 angeführten Integrativen Motivationsmodells (Narciss, 2006) zu richten. Eine zentrale Moderatorfunktion kommt dabei dem Fähigkeitskonzept zu, was einerseits durch die Korrelation zwischen Vorwissen und der Motivation im Prätest (vgl. Tab. 15) und anderseits durch den Haupteffekt des Vorwissens auf die Motivationssteigerung (vgl. 0) empirisch belegt wurde. Demnach ist die von einem Schüler getroffene Einschätzung hinsichtlich seiner Leistungen und Kompetenzen in Bezug auf Erneuerbare Energien für die berichtete Lernmotivation bedeutsam. So ist ein Schüler umso motivierter, je höher er seine eigenen Fähigkeiten wahrnimmt. Durch das in den Lernaufgaben enthaltene tutorielle Feedback, welches dem Schüler sowohl das Ergebnis seiner Leistung als auch strategische Lösungshinweise zu den jeweiligen Aufgaben zurückmeldet, wird ein direkter Einfluss auf das Fähigkeitskonzept ausgeübt. Ist eine Aufgabe richtig bearbeitet worden, so wird der Schüler durch das resultierende Erfolgserlebnis in seinen Fähigkeiten bestätigt. Im Falle einer falschen Lösung erhält der Schüler durch Hinweise und erneute Bearbeitungsmöglichkeiten die Chance, ebenfalls das Erfolgserlebnis einer korrekten Antwort zu erfahren. Gleichzeitig ermöglichen die inhaltlichen Hinweise und das damit verbundene, gezielte Nachlesen relevanter Informationen im Lehrtext eine weitere Förderung des Verständnisses der jeweiligen Sachverhalte. Zudem können auch die in den Texten enthaltenen Merksätze zu einem besseren Verstehen geführt haben. Eine ebenfalls wichtige Feedbackquelle bestand während der Bastelexperimente in der Lehrperson, welche jedem Schüler verbal Rückmeldungen zu seinem Exponat und die damit verbundenen Denkaufgaben gegeben hat. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Schüler über die genannten Informationsquellen zurückgemeldet bekamen, dass sie ihr erworbenes Wissen erfolgreich anwenden und Verknüpfungen zum Alltag herstellen können. Dieses positiv bewertete Fähigkeitskonzept kann sich entsprechend des von Narciss (2006) postulierten Modells motivationssteigernd ausgewirkt haben.

Eine weitere wichtige Motivationsdimension stellt der intrinsische Anreiz dar, welcher sowohl tätigkeitsspezifische als auch den gegenstandsspezifische Anreize umfasst. In Anlehnung an Eccles (1983) sind unter anderem die einer Aufgabe zugesprochene Wichtigkeit und die Instrumentalität des Handelns zentrale Wirkfaktoren auf den erlebten Anreiz. Da die Erneuerbaren Energien bereits im Vorfeld des Projekttages häufig ein relevantes Thema in der sich an der Evaluation beteiligten Schule darstellten, ist davon auszugehen, dass den Schülern die Wichtigkeit dieses Themas von vornherein bewusst gewesen ist. Unterstützt wird diese Relevanz durch den stetigen Bezug zu Praxiserfahrungen und Alltagsbeispielen in den einzelnen Kapiteln des Online-Kurses. So werden beispielsweise die in Kapitel 9 angesprochene Leistungsstärke von Windenergieanlagen anhand von privaten Haushalten illustriert und in Kapitel 11 die praktischen Vor- und Nachteile dieser Anlagen diskutiert. Zudem wird das Erleben einer praktischen Relevanz durch die Wissensanwendung im Rahmen der Bastelexpe-

rimente verstärkt. Im Hinblick auf die Instrumentalität ist das bereits angesprochene Feedback in den Lernaufgaben zu nennen. Dadurch erleben die Schüler eine unmittelbare Folge ihrer Aufgabenbearbeitung und indirekt ein Resultat ihres Textlesens.

Neben diesen beiden Faktoren sind die in Kapp und Körndle (2009) präsentierten Gestaltungsprinzipien als weitere Einflussquellen auf den intrinsischen Anreiz zu nennen. Durch die im Online-Kurs enthaltenen Bearbeitungswerkzeuge (z.B. Markieren, Notizen anfertigen) haben die Schüler die Möglichkeit unterschiedliche Lernstrategien anzuwenden, wodurch sie entsprechend des Prinzips der Individualisierung ein hohes Ausmaß an internaler Kontrolle wahrnehmen können. Darüber hinaus können sie sich innerhalb des Online-Kurses frei bewegen und selbst entscheiden, mit welchen Materialien sie sich auseinandersetzen wollen. Dies wird auch durch die Beobachtung untermauert, dass die Schüler während der Stillarbeit mit dem Online-Kurs häufig auf die Funktionen des Markierens zurückgriffen und Notizen anfügten. Des Weiteren hoben sie in der Blitzlichtrunde mehrfach jene Hilfen sowie das selbstbestimmte Arbeiten als positive Eigenschaften des Online-Kurses hervor. Im Sinne einer hohen Transparenz offenbaren die Kapitelüberschriften aufgrund ihrer Frageform ähnlich wie ein Lehrziel die zentralen Schwerpunkte eines Abschnitts, die zusätzlich durch die farbig markierten Merksätze verdeutlicht sind. Zudem wird die Transparenz sowohl durch die Zuordnung der einzelnen Lernaufgaben zu einem von drei Schwierigkeitsgraden als auch durch den Lernerfolg sichtbar machende Feedback- und Protokollfunktionen gewährleistet. In diesem Zusammenhang ist das Modell von Atkinson und Raynor (1974) zu nennen. Dieses sagt aus, dass mittelschwere Aufgaben mit einem Maximum an Leistungsmotivation assoziiert sind. Ausgehend von den Schüleräußerungen kann die Aufgabenschwierigkeit des Online-Kurses durchaus als ausgewogen bezeichnet werden, sodass sowohl für leistungsstärkere als auch für schwächere Schüler jeweils einfache aber auch herausfordernde Aufgaben angeboten und individuell ausgewählt werden konnten.

Der Einsatz von Videos und das Durchführen von Bastelexperimenten fördern entsprechend des Prinzips der Stimulanz ebenfalls den intrinsischen Anreiz. Dies konnte auch vielfach durch die Meinung der Schüler belegt werden, welche überaus häufig die Videos (vor allem auch das Eingangsvideo) und das Basteln als Freude evozierende Elemente aufzählten, die in ihren Augen „sehr spaßig“ seien und eine anregende Abwechslung bieten würden. Damit übereinstimmend gaben die beobachtenden Lehrkräfte an, dass der Online-Kurs anregend gestaltet sei, durch ihn die Schüler aktiver als im regulären Unterricht seien und es die Schüler sichtlich begeistert habe, damit zu arbeiten.

Auf Grundlage dieser Annahmen kann davon ausgegangen werden, dass unterschiedliche Aspekte des Online-Kurses hauptsächlich vermittelt über die beiden zentralen Konstrukte Fähigkeitskonzept und intrinsischer Anreiz zu dem berichteten Motivationsanstieg geführt haben.

Motivation im Prätest

Ausgehend von den Ergebnissen der multiplen Regression besteht in der zum ersten Zeitpunkt angegebenen Motivation ein weiterer wichtiger Prädiktor für die Motivation im Nachtest. Dieses Resultat wird zudem durch eine hohe positive Korrelation zwischen den Faktoren Motivation-Prä und Motivation-Post untermauert (vgl. Tab. 15). Demnach gaben die Schüler,

die bereits zur ersten Messung im Vergleich zu ihren Mitschülern eine höhere Motivation berichteten, auch im Posttest eine höhere Motivation an. Zur Erklärung diesen Effekts kann die Arbeit von Aunola et al. (2006) hinzugezogen werden, die in einer Längsschnittstudie den Nachweis dafür erbrachte, dass die Fähigkeitswahrnehmung in einem engen Zusammenhang mit der Lernmotivation sowohl vor als auch nach dem Bearbeiten von Aufgaben steht. Auch in der vorliegenden Arbeit schilderten die Schüler, die ein höher ausgeprägtes Vorwissen mitteilten, im Vergleich zu Schülern mit niedrigerem Vorwissen zu beiden Messzeitpunkten eine höhere Motivation (vgl. Abb. 2). In Anlehnung an Aunola et al. (2006) kann ein Zirkelschluss angenommen werden. Danach bearbeiteten Schüler mit hohem Vorwissen, vermittelt über eine ebenso hohe Fähigkeitswahrnehmung, den Online-Kurs motivierter sowie auch tiefer gehender. Infolge dessen zeigten sie bessere Leistungen, was sich wiederum positiv auf ihre nachhaltige Motivation ausgewirkt hat.

Des Weiteren legen die Befunde der Regression und der Korrelationen den Schluss nahe, dass zu Beginn wenig motivierte Schüler auch nach dem Projekttag eine im Vergleich zu höher motivierten Schüler geringere Motivation äußerten, obwohl ebenfalls bei ihnen ein Motivationsanstieg zu verzeichnen war. Diese Beobachtung kann mit der ausgewogenen Aufgabenschwierigkeit (vgl. 0) begründet werden. Durch die hohe Korrelation zwischen Vorwissen und Motivation ist es nahe liegend, dass das Fähigkeitskonzept dieser Schüler eher durchschnittlich ausgeprägt ist. Aufgrund von Lernaufgaben, die einen geringeren Schwierigkeitsgrad aufweisen, erfahren die Schüler jedoch ebenfalls die oben angesprochenen Erfolgserlebnisse, was zusätzlich durch die Unterstützung der Mitschüler und der Lehrperson beim Basteln gefördert wird. Dadurch kann wiederum ihr Fähigkeitskonzept positiv beeinflusst worden sein, was den Anstieg der Motivation zur Folge hatte.

Zusammenfassend kann geschlussfolgert werden, dass durch die Arbeit mit dem Online-Kurs sowohl wenig als auch stärker motivierte Schüler erreicht und weiter motiviert werden können.

Unterrichtsqualität

Im Hinblick auf die Ergebnisse der multiplen Regression kann der wahrgenommenen Unterrichtsqualität für die vorliegende Studie die drittstärkste Einflussquelle auf die Motivation zugesprochen werden. Dabei indizieren die geringe Korrelation zwischen Unterrichtsqualität und Motivation-Post bei kontrollierter Nutzbarkeit des Online-Kurses (vgl. Tab. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) einerseits sowie die hohe Korrelation zwischen Unterrichtsqualität und Nutzbarkeit (vgl. Tab. 15) andererseits, dass diese Einflussnahme des Unterrichtskonzepts vorrangig auf dessen Kombination mit dem Online-Kurs zurückzuführen ist. Daraus kann abgeleitet werden, dass das motivierende Potential des unter 0 beschriebenen Unterrichtskonzepts nur unter Einbezug des Online-Kurses vollständig ausgeschöpft werden kann. Dies findet seine theoretische Bestätigung aus der Forschung zum blended learning, das eine didaktisch sinnvolle Verknüpfung von Präsenzunterricht und virtuellem Lernen auf der Basis neuer Medien vorsieht. So berichten Woltering et al. (2008), dass ein blended-learning-Szenario nicht nur die Motivation erhöht, sondern auch die Befriedigung im Arbeitsprozess fördert und diesen im Sinne einer besseren Orientierung und eines verlässlichen Tutoring unterstützt. Ein Einsatz des Online-Kurses im Rahmen eines

herkömmlichen Unterrichts kann darüber hinaus die Information Literacy der Schüler (vgl. Kapp & Körndle, 2009) begünstigen. Somit kann die Lehrperson denjenigen Schülern eine direkte Hilfe anbieten, die noch Probleme im Umgang mit Computern oder dem Internet aufzeigen. Ebenso bietet sich dadurch die Möglichkeit, eine geleitete Einführung in den Online-Kurs zu präsentieren und auf besondere Funktionen hinzuweisen, wie es auch im aktuellen Projekttag umgesetzt wurde. Des Weiteren können während des Unterrichts die Kompetenzen für das selbstregulierte Lernen thematisiert werden, welche eine notwendige Voraussetzung für das selbstständige Arbeiten mit dem Online-Kurs darstellen. Hierzu listen Kapp und Körndle (2009) die wichtigsten Strategien auf. Dadurch lernen die Schüler Prozesse kennen, mit denen sie effizient ihre Lernziele erreichen können, was sich vermittelt über ein positiveres Fähigkeitskonzept und einen höher bewerteten Anreiz motivationsförderlich auswirken kann. Um zudem die Information Literacy der Lehrenden als Erfolgsfaktor eines gut gestalteten Lehr-Lernszenarios zu berücksichtigen (vgl. Kapp / Körndle, 2009), beinhaltet das entworfene Unterrichtskonzept hinsichtlich der Präsentation der Lerninhalte, der Gestaltung von Aktions- und Interaktionsformen sowie bezüglich des Medieneinsatzes detaillierte und lernpsychologisch begründete Vorgaben.

Abschließend betrachtet ist zu resümieren, dass sich das qualitativ hoch eingeschätzte Unterrichtskonzept positiv auf die Motivation der Schüler ausgewirkt hat, wobei ein großer Anteil auf den Einfluss des damit verbundenen Einsatzes des Online-Kurses zurückgeführt werden kann.

Nebenfragestellung – Online-Kurs

Neben dem Hauptanliegen sollte mit der vorliegenden Evaluation überprüft werden, inwieweit sich der Online-Kurs dazu eignet, im Klassenverband eingesetzt zu werden. Ferner galt es zu erfassen, wie die Schüler dessen Nutzbarkeit einschätzen.

Es konnte gezeigt werden, dass der Online-Kurs im Rahmen eines blended-learning-Designs sehr gut als Unterrichtsmittel eingegliedert werden kann. Dabei ist eine störungsfreie und ruhige Arbeitsweise zu beachten. So ist unter anderem zu gewährleisten, dass die dafür notwendigen räumlichen und technischen Voraussetzungen erfüllt sind, indem jeder Schüler über einen ausreichend großen Arbeitsplatz und einen eigenen Computer mit Internetanschluss verfügt. Hierbei traten während des Projekttages häufige Verbindungsfehler auf, da ein Netzzugang via W-LAN genutzt wurde und die große Schülerzahl zeitweise eine Überlastung für den dazugehörigen Router verkörperte. Dies führte zu teilweise frustrierenden Arbeitsunterbrechungen, indem ein wiederholter Login und ein Neustart des Online-Kurses erforderlich waren. Ferner hat sich gezeigt, dass das Betrachten von Videos mit dem dazugehörigen Ton eine Ablenkung der anderen Schüler darstellte, weshalb die Verwendung von Kopfhörern zu empfehlen ist. Darüber hinaus wird die Verlinkung auf externe Videoquellen als kritisch angesehen. Zum Einen speist sich diese Einschätzung aus den angesprochenen Problemen mit der Internetverbindung, da ein zeitgleiches Betrachten von Videos die zur Verfügung stehende Serverkapazität spürbar beeinträchtigt. Zum Anderen wurden einige Schüler dazu verleitet, sich über *youtube* andere Videos anzuschauen, was Mitschüler ebenfalls vom konzentrierten Arbeiten abhielt. Aus diesen Gründen ist es angeraten, bei größeren Gruppen auf eine LAN-Kabelverbindung zurückzugreifen oder die Online-Kurse lokal auf den Computern zu installieren. Um eine Bearbeitung des Online-Kurses offline durchzuführen, sind die darin

enthaltenen Videos im Vorfeld herunterzuladen und direkt in die entsprechenden Kapitel zu integrieren. Neben den genannten Punkten ist zudem die Anzahl der möglichen Lösungsversuche beim Bearbeiten der Lernaufgaben zu überdenken. Es konnte beobachtet werden, dass es häufig auf Unverständnis stieß, wenn ein Lösungseintrag nach dem dritten Versuch keine weitere Reaktion hervorrief und die Aufgabe als falsch bewertet wird, ohne dies im Nachgang korrigieren zu können.

In Anlehnung an die unter 0 aufgeführte Erläuterung kann des Weiteren die Empfehlung ausgesprochen werden, den Online-Kurs zunächst im Rahmen des Schulunterrichts einzuführen. Dadurch konnten während des Projekttages umgehende Hilfestellungen bei auftretenden Schwierigkeiten und technischen Fragen geleistet werden. Erst nachdem ein hinreichendes Ausmaß an Information Literacy auf Seiten der Schüler (vgl. Kapp & Körndle, 2009) sichergestellt ist, kann der Online-Kurs in seiner vollständigen Funktion auch außerhalb des Unterrichts genutzt werden.

Hinsichtlich der Nutzbarkeit konnte festgestellt werden, dass diese von den Schülern als sehr hoch eingeschätzt wurde. Demnach empfanden sie den Online-Kurs als sehr bedienerfreundlich, sahen darin eine bestmögliche Unterstützung in der Aufgabenbearbeitung und würden sehr gern wieder damit arbeiten beziehungsweise auch an Mitschüler weiterempfehlen. In diesem Zusammenhang ist jedoch näher auf die unter 0 beschriebene Beobachtung einzugehen, dass eine der vier untersuchten Klassen eine signifikant geringere Bewertung abgab. Dies ist auf die bereits angesprochenen Verbindungsprobleme mit dem Internet zurückzuführen, welche bei der betreffenden Klasse in besonderem Ausmaß vorhanden waren. Aufgrund dessen traten im Vergleich zu den anderen Klassen häufigere Arbeitsunterbrechungen, Fehler beim Abspielen von Videos sowie technische Schwierigkeiten beim Anwenden der Markierungs- und Notizfunktionen auf.

Ein weiteres Ergebnis besteht darin, dass ein bedeutsamer Zusammenhang zwischen der eingeschätzten Nutzbarkeit des Online-Kurses und dem Geschlecht der Schüler aufgetreten ist (Tab. 15). Demzufolge stuften Mädchen die Nutzbarkeit des Online-Kurses im Vergleich zu ihren männlichen Mitschülern häufiger als hoch ein. Einen möglichen Erklärungsansatz liefert die Studie von McClur und Nylund (2006), die den Zusammenhang zwischen Persönlichkeitsmerkmalen, Geschlecht und Computernutzung untersuchten. In dieser Untersuchung wurde geschlussfolgert, dass Männer den Computer sowohl privat als auch auf Arbeit nutzen, während Frauen darauf ausschließlich für berufliche Tätigkeiten zurückgreifen. Aufgrund der unterschiedlichen Altersklasse ist eine Generalisierung auf die vorliegende Evaluation nicht uneingeschränkt möglich. Dennoch kann vor diesem Hintergrund unter Vorbehalt das Argument generiert werden, dass sich Jungs durch ihre Freizeit schon gut mit Computern auskennen, wohingegen sich Mädchen angesichts eventuell geringerer Erfahrungen eher zurückhaltend gegenüber der Computertechnik zeigen. Demzufolge kann angenommen werden, dass von unterschiedlichen Vorerwartungen auszugehen ist. So könnten Jungs über eine eher neutrale Erwartungshaltung verfügt haben, wodurch sie keine großen Überraschungen in der Arbeit mit dem Online-Kurs erfuhren und in der Nachbefragung mittlere bis hohe Werte auf der Dimension Nutzbarkeit berichteten. Im Kontrast dazu könnte sich die Überzeugungskraft des Online-Kurses bei den Schülerinnen in einem größeren Ausmaß ausgewirkt haben, weswegen

sie eine hohe bis sehr hohe Nutzbarkeit äußerten. Inwieweit diese Hypothesen tatsächlich zutreffen, kann aus der aktuellen Datenlage jedoch nicht entnommen werden.

Zusammenfassend ist zu schlussfolgern, dass der Online-Kurs bei den Schülern eine sehr hohe Akzeptanz erfahren hat und als äußerst benutzerfreundlich eingeschätzt wurde. Unter Berücksichtigung einiger technischer und organisatorischer Voraussetzungen stellt der Online-Kurs ein sehr gut geeignetes Unterrichtsmittel dar, um die Themen der Erneuerbaren Energien anschaulich und strukturiert vermitteln zu können.

Nebenfragestellung – Unterrichtsqualität

Als eine weitere Fragestellung galt es zu überprüfen, wie die Qualität des durchgeführten Projekttages von den Schülern eingeschätzt wird und ob Modifizierungen des angewandten Unterrichtskonzepts indiziert sind.

Ausgehend von den Ergebnissen des Posttests kann die Unterrichtsqualität als hoch eingeschätzt werden (vgl. Tab. 11). Daraus ergibt sich die Schlussfolgerung, dass das vorliegende Unterrichtskonzept die unter 0 präsentierten Merkmale der Unterrichtsqualität (vgl. Helmke, 2009) in einem hohen Ausmaß berücksichtigt und erfolgreich umsetzt. So vermittelte beispielsweise das Vorhandensein zweier Lehrkräfte den Schülern das Gefühl einer Allgegenwärtigkeit und ermöglichte das konsequente Anwenden vorher festgelegter Regeln und Konsequenzen. Durch die detaillierte Vorgabe der einzelnen Unterrichtsschritte wurde zudem das Klassenmanagement im Sinne einer stringenten Klassenführung unterstützt. Des Weiteren wurde jedem Schüler durch die vorgesehenen Phasen, in denen sich jeder mit einem Arbeitsblatt (z.B. die Fragen zum Eingangsfilm) beschäftigen sollte, ausreichend Zeit zum Nachdenken und Beantworten von Aufgaben eingeräumt, was nach Helmke (2009) einen zentralen Bestandteil eines lernförderlichen Klimas darstellt. Indem eine Zeitungsrecherche zu aktuell diskutierten Energiethemen erfolgte oder ein gegenwärtiges Stimmungsbild der Schüler im Hinblick auf Erneuerbare Energien erhoben wurde, entstanden nachvollziehbare Verbindungen zum Alltagsleben. Die dadurch begünstigte Motivierung kann entsprechend Pintrich und Schunk (1996, zit. nach Helmke, 2009) weiter durch kognitive Konflikte gesteigert werden. Dies wurde unter anderem durch Diskussionen auslösende Fragen (z.B. nach den Nachteilen von Windenergieanlagen) realisiert. Um das Verständnis für die zu vermittelnden Inhalte zu erleichtern, wurden zu Beginn das Vorwissen der Schüler aktiviert sowie der Ablauf und die Ziele des Projekttages erläutert. Zu dieser Strukturierung des Lehrangebots trug weiterhin die Aufteilung in thematisch in sich abgeschlossene und zeitlich klar begrenzte Blöcke bei. Ein ebenfalls wichtiges Anliegen bestand in der Förderung des selbstgesteuerten Lernens. Zu diesem Zweck wurden entsprechende Lernstrategien vermittelt. So wurde im Vorfeld der Stillarbeit mit den Schülern besprochen, wie sie mithilfe bestimmter Techniken (z.B. Überfliegen, Zusammenfassen, Markieren, Notizen anfertigen, Fragen stellen) das Lesen und Verstehen von Lehrtexten wirkungsvoll unterstützen können. Nach Helmke (2009) wird darin die Förderung der Aktivierung von Lernenden gesehen.

Aus den geschilderten Punkten lässt sich schlussfolgern, dass das erstellte Unterrichtskonzept eine fundierte Grundlage für einen qualitativ hochwertigen Unterricht bietet und eine praktisch gut umsetzbare Integration des Online-Kurses vorsieht.

Zusammenfassung

Abschließend ist das Resümee zu ziehen, dass der anregend gestaltete und strukturiert aufgebaute Online-Kurs *Windenergie* sehr gut dazu geeignet ist, ihn im Rahmen eines blended-learning-Designs als Unterrichtsmittel einzusetzen. Er kann Schüler im Alter von 11 bis 13 Jahren unabhängig von ihrem Geschlecht motivieren, sich intensiver mit den Thematiken der Erneuerbaren Energien zu beschäftigen und über aktuelle Fragen der Energieversorgung nachzudenken. Bei der gezielten Anwendung im Klassenverband ist jedoch besonders auf eine ruhige Arbeitsatmosphäre und die Gewährleistung einer störungsfrei ablaufenden Computer-technik zu achten. Das erstellte Unterrichtskonzept bietet hierbei eine sehr gut umsetzbare Möglichkeit, einen Projekttag zu Erneuerbaren Energien unter Verwendung neuer Medien durchzuführen. Nach einer umfassenden Einführung in dessen Funktionalitäten kann der Online-Kurs zudem für das selbstregulierte Lernen von zu Hause aus genutzt werden.

8.7. Berichte zum Modul

Berger, S. (2010a). Kommentierungspapier. Konstruktion von Lernaufgaben. Technische Universität Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens: Dresden.

Berger, S. (2010b). Kommentierungspapier. Online-Struktur, Tutorial, Projektarbeit und formative Evaluation. Technische Universität Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens: Dresden.

Berger, S. (2010c). Kommentierungspapier. Rückmeldung und Vorschläge zu Inhalten der Moodle-Plattform. Technische Universität Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens: Dresden.

Berger, Stefan (2010 d / K1): Vorschläge zur Optimierung der Moodle-Plattform. Kommentierungs-Papier K1. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens.

Berger, Stefan (2010b / EL11): Ergebnisse der formativen Evaluation der EE-eLearning-Szenarien von powerado-plus. Ergebnisbericht EL11. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens.

Berger, Stefan (2010c / EL12): Ergebnisse der summativen Evaluation der EE-eLearning-Szenarien von powerado-plus. Ergebnisbericht EL12. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens.

Böhm, Ulrike; Körndle, Hermann (2009a / EL6): Focus group zur interaktiven Lernumgebung „Exemplarischer Studierplatz“, Ergebnisbericht EL6. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens und Zentrum für Lehrerbildung, Schul- und Berufsbildungsforschung: Dresden.

Kapp, Felix; Körndle, Hermann (2009b / EL2): Didaktisches Konzept der Studierplätze von powerado-plus. Ergebnisbericht EL2. Technische Universität Dresden – Lehrstuhl für Psychologie des Lehrens und Lernens: Dresden.

Kapp, Felix; Körndle, Hermann (2009c / EL4): Evaluationsdesign für die eLearning-Module. Ergebnisbericht EL4. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens: Dresden.

Stefan Berger (2011 / EL 13): Ergebnisse der formativen und summativen Evaluation der EE-eLearning-Szenarien von powerado-plus. Ergebnisbericht EL13. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens: Dresden.

9. Modul 17: Fachkräfte finden und binden

Autorin: Gisela Enders (Klimacoaching)

9.1. Das Modul 17– Fachkräfte finden und binden (Kurzfassung)

Ziel des Projektes „Fachkräfte finden und binden – Personalentwicklung in den Branchen der Erneuerbaren Energien“ war eine Überprüfung der aktiven Personalentwicklung betrieben durch die Unternehmen in den Erneuerbaren Energien. Dabei wurde untersucht, wie die Unternehmen neue Fachkräfte finden, welche Formen der Aus- und Weiterbildung und Personalentwicklung zum Einsatz kommen, wie Mitarbeitermitbestimmung angewendet wird und wie es um die Personalbindung in den Unternehmen steht.

Methodisch wurden dabei Unternehmen interviewt, in größerem Stil im Rahmen einer standartisierten Befragung und ergänzend in ausführlichen Interviews bei ausgewählten Unternehmen. Zur Verbreitung der Ergebnisse wurde eine Fachbroschüre erstellt, die Fachpresse mit Beiträgen und weiterführenden Informationen bedient und in einer Fachtagung die Ergebnisse der interessierten Fachöffentlichkeit vorgestellt.

Die eigentliche Durchführung gestaltete sich in folgenden Schritten: Zunächst wurden neben einer Fachrecherche zu Erfahrungen aus anderen Branchen die Fachverbände interviewt. In diese Phase führte die Wirtschaftskrise 2009 zu einer zeitlichen Verschiebung der eigentlichen Befragung der Unternehmen, um nicht mitten in einer Krise Daten zur Unternehmensentwicklung zu erheben.

Die eigentliche Befragung von 113 Unternehmen fand erst im ersten Halbjahr 2010 statt.

Die Fragebögen wurden mit der Software SPSS erfasst und ausgewertet. Die wichtigsten relevanten Ergebnisse wurden anschließend in einer Fachbroschüre veröffentlicht. Zeitgleich und im Anschluss fanden Interviews mit Unternehmen statt, bei denen wir besonders gute Beispiele einzelner Aspekte der Personalentwicklung identifiziert hatten. Inhalte dieser Interviews fanden auch ihren Weg in die Fachbroschüre.

Ein Beirat, zusammengesetzt aus Vertretern der Branche, traf sich dreimal im Laufe des Projektes, neben diesem inhaltlichen Austausch zu einzelnen Themen der Studie fand ein intensiver Austausch auf der abschließenden Fachtagung im September 2011 statt.

Aufgrund der Arbeiten im Modul kann folgendes Fazit gezogen und Empfehlungen gegeben werden. Grundsätzlich sind die befragten Unternehmen im Bereich Personalentwicklung gut aufgestellt. Handlungsbedarf sehen wir im Bereich der eigenen Ausbildung von jungen Menschen, um so eigene Fachkräfte aufzubauen und dem vorherzusehenden Personalmangel zu begegnen. Außerdem wird hoffentlich in den folgenden Jahren die Mitarbeitervertretung in den Unternehmen mehr ausgebaut werden, auch hier sehen wir Handlungsbedarf.

Für die Unternehmen aus den Branchen der Erneuerbaren Energien sollte auch in Zukunft eine regelmäßige Austauschmöglichkeit für Personalverantwortliche angeboten werden. Über die federführende Vorbereitung und Durchführung sollten Fachverbände, Unternehmen und mögliche Dienstleister beraten.

9.2. Problemstellung und Ziele für das Modul

Das Ziel des Projektes „Fachkräfte finden und binden – Personalentwicklung in den Branchen der Erneuerbaren Energien“ war eine Untersuchung, wie in den Branchen Fachkräfteakquise betrieben wird und welche Personalentwicklungsinstrumente zum Einsatz kommen. Die Motivation hinter dieser Untersuchung waren Vorabbefragung, die deutlich machten, dass das zum Teil sehr starke Wachstum in Unternehmen der Erneuerbaren eine enorme Herausforderung in personalpolitischer Sicht dargestellt hat. Unser Ziel war eine Untersuchung, um mögliche Defizite aufzuspüren und Impulse für eine gute Personalentwicklung in die Unternehmen hineinzugeben.

9.3. Methodik und Umsetzung

Gewählt wurde für die eigentliche Untersuchung eine telefonische und persönliche standartisierte Befragung von Unternehmen, sowie Interviews mit einzelnen Unternehmen. Zunächst wurden 113 Unternehmen telefonisch oder auf Besuchen bei Messen und Kongressen mit einem standartisierten Fragebogen befragt.

Bei der Auswertung der Befragung fand im Anschluss eine ergänzende Kontaktaufnahme mit den Unternehmen statt, die hier gute Ansätze mitgeteilt hatten. Nicht immer hatten wir hier mit unserer vertiefenden Anfrage Erfolg. Einen kurzen Tipp in einer Befragung mitzuteilen, ist für viele Unternehmen unproblematisch. Eine genauere Befragung zu den Hintergründen und Details von guter Personalentwicklung traf oft auf Widerstände, die letztlich zu keinem weiteren Gespräch und Beitrag führte.

Hilfreich waren persönliche Kontakte, die zum Teil als gute Türöffner fungierten. Insgesamt konnte so 7 Unternehmen eingehende zu ihrem Best-Practice Aspekt befragt werden. Diese waren:

- Windwärts Energie GmbH
- Viessmann Werke GmbH & Co. KG
- Juwi-Gruppe
- Wagner & Co Solartechnik GmbH
- Lüneborg Wärme und Solar Gmbh
- Terrawatt Planungsgesellschaft mbH

Im Rahmen der Recherchen wurde ergänzend ein Unternehmen aus der IT-Branche befragt, die Sycor GmbH. Hier war das Ziel, aus einer bereits durchlebten Krise zu lernen.

Die Gespräche wurden wahlweise sehr ausführlich am Telefon geführt oder es kam zu Besuchen bei den Firmen vor Ort. Entstanden aus den Interviews Beiträge für die Fachbroschüre, wurden diese auch nochmals mit den Unternehmen bis zur endgültigen Druckfreigabe abgestimmt.

Die Ergebnisse aus Befragung wie Interviews wurden in einer Fachpublikation der Fachöffentlichkeit zugänglich gemacht, umfangreiche Pressearbeit unterstützte die Verbreitung der Ergebnisse.

Zur fachlichen Beratung und Diskussion der Zwischenergebnisse des Projektes wurde ein Beirat initiiert, der für die Projektverantwortlichen zur Verfügung stand.

Mit Fertigstellung der Fachbroschüre wurde diese im April 2011 an 476 Unternehmen verschickt. Im Anschreiben wurde ein Besuch im Unternehmen angeboten. Wahlweise um die Studie im Detail vorzustellen oder in einem Beratungsgespräch konkret an Verbesserungspotentialen der eigenen Firma zu arbeiten. Ergänzt wurde das Anschreiben durch einen Flyer mit genaueren Beschreibungen möglicher Beratungen. Leider nahmen nicht sehr viele Unternehmen dieses Beratungsangebot in Anspruch.

In einem zweiten Versuch Anfang August wurden in einem Mailing nochmals alle 476 Unternehmen angesprochen – diesmal mit der Einladung zur Fachtagung und der Wiederholung des Beratungsangebotes. Während die Anmeldungen zur Fachtagung seitdem eingehen, stieß auch hier das Beratungsangebot auf wenig Resonanz.

Abschließend fand eine Fachtagung statt, auf welcher die Ergebnisse der Fachöffentlichkeit vorgestellt wurden. In dieser Fachtagung kamen verschiedene Moderationstechniken zum Einsatz, die eigentlichen Ergebnisse der Studie wurden allen 50 Teilnehmern vorgestellt und rege diskutiert. Die anschließenden Fachbeiträge aus den Best-Practice Unternehmen wurden kurz gehalten, dafür gab es am Nachmittag die Möglichkeit, in einem Forum mit allen Referenten ins Gespräch zu kommen.

9.4. Technische Ergebnisse zum Modul

Die wesentlichen Ziele des Teilprojektes waren eine Überprüfung der zur Anwendung kommenden Personalentwicklungsinstrumente, die die Branche einsetzt, um genügend Fachkräfte einzustellen und diese an das Unternehmen zu binden, sowie Impulse in die Branche für eine gute Personalentwicklung zu geben.

Mit der Untersuchung „Fachkräfte finden und binden – Personalentwicklung in den Erneuerbaren Energien“ wurden die unterschiedlichen Instrumente, die zur Anwendung kommen, erhoben. Es wurden aber auch Einschätzungen aus der Branche abgefragt, beispielsweise wie sie die Wirtschaftskrise erlebt haben und welche Erwartungen sie im Bereich des zukünftigen Fachkräftebedarfs haben. Die Ergebnisse wurden in einer Fachbroschüre veröffentlicht und in der Fachpresse mit mehreren Artikeln zum Thema aufgegriffen.

In Gesprächen mit den Fachverbänden sowie einem Beirat mit Vertretern aus der Branche wurden die Thesen und Ergebnisse im laufenden Projekt diskutiert und Impulse für die Beschäftigung mit dem Thema gesetzt.

Mit einer Fachtagung mit Verantwortlichen aus der Branche und den Fachverbänden wurde das Projekt nochmals in einer größeren Runde diskutiert und die Vertreter von Firmen mit Best Practice Beispielen kamen zu Wort. Dieses Treffen wurde von den Teilnehmern so positiv aufgenommen, dass es mehrmals den Wunsch gab, eine solche Tagung jährlich anzubieten.

9.5. Wissenschaftliche Ergebnisse zum Modul

Die Studie „Fachkräfte finden und binden“ untersucht das Wachstum in den Erneuerbaren Energien in Bezug auf Personalentwicklung. Wie erfolgreich ist die Mitarbeitersuche, wie findet Bindung an das Unternehmen statt und welche Formen von Weiterbildung und Personalentwicklung kommen zum Einsatz?

Die Branchen der Erneuerbaren Energien sind in den letzten Jahren rasant gewachsen. In Bezug auf die Mitarbeiterzahl gehörten Zuwachsraten im zweistelligen Prozentbereich für viele Unternehmen zur Regel, auch Verdoppelungen und mehr waren keine Seltenheit.

Verschiedene Untersuchungen zum Fachkräftebedarf und –mangel in der Branche wurden in Auftrag gegeben und bestätigten den Bedarf. Für diese Studie hat uns interessiert, wie es um den Fachkräftemangel aus der Sicht der Unternehmen gestellt ist und wie vorhandenes Personal weitergebildet und an das jeweilige Unternehmen gebunden wird. Zu diesem Zweck wurden von Dezember 2009 bis Juli 2010 Unternehmen aus den Bereichen Solar, Wind, Wasser, Geothermie und Bioenergie befragt. Ursprünglich geplant waren Befragungen von Geschäftsführern und Personalverantwortlichen mittels eines standardisierten Telefoninterviews. Dies gestaltete sich schwieriger als zunächst angenommen. Daher wurden später die Interviews auch auf diversen Messen und Kongressen geführt mit den dort anwesenden Ansprechpartnerinnen. Hier beantworteten neben Personen aus dem Personalbereich und der Geschäftsführung auch Vertriebler unsere Fragen. Insgesamt konnten 113 Firmen zu den Themenkomplexen Mitarbeitersuche, -weiterbildung und -bindung befragt werden.

Teilnehmende Firmen

Es wurden Firmen aus den Bereichen Solar, Wind, Wasser, Geothermie und Bioenergie befragt, die mindestens 10 Mitarbeiter hatten. Das Spektrum der Firmen, die an der Befragung teilgenommen haben, reicht von kleineren Unternehmen bis hin zu den großen Konzernen, die im Bereich Erneuerbare Energien aktiv sind.

Dabei haben diese Unternehmen sich aus folgenden Branchen zusammengesetzt:

1. Multiunternehmen: 13 befragte Unternehmen
2. Bioenergie: 15 befragte Unternehmen
3. Wind: 47 befragte Unternehmen
4. Geothermie: 8 befragte Unternehmen
5. Solar: 30 befragte Unternehmen

Bei Überschneidungen der Einsatzfelder wurde jeweils das Hauptbetätigungsfeld zur Zählung genutzt.

Ergebnisse der Befragung

Auswirkungen der Wirtschaftskrise

Bei den befragten Firmen wurden die Auswirkungen der Wirtschaftskrise 2008/2009 nur in Ausnahmefällen sehr negativ bewertet. Negativ beeinflussten die Bewertung zwei Veränderungen von Förderbedingungen, die mit der eigentlichen Wirtschaftskrise nur mittelbar zusammenhängen. Die Kürzung des EEG als solche wurde von den Unternehmen nicht als

wirklich dramatisch bewertet. Schwierigkeiten bereitete den Unternehmen die Planungsunsicherheit, die das erste Halbjahr 2010 prägte. Die Kürzungen im EEG und entsprechende Umsetzungstermine waren lange Zeit unklar. Der vorübergehende Stopp des Marktanreizprogramms traf besonders Handwerksbetriebe und den Großhandel.

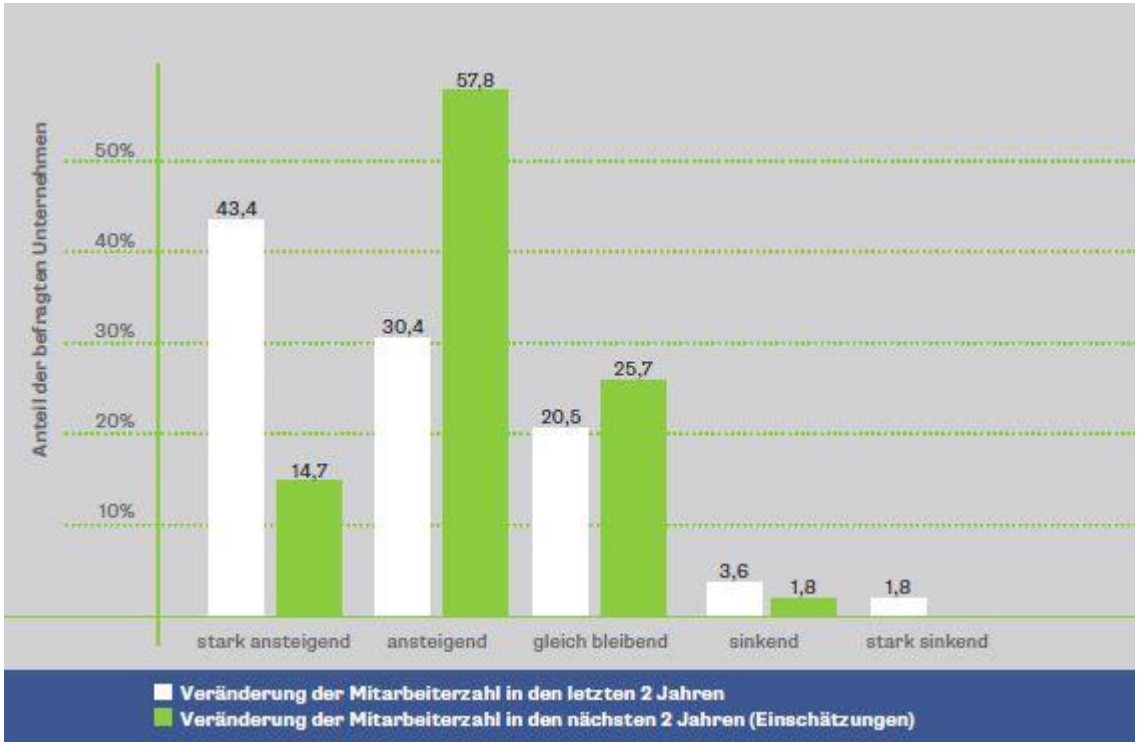
Die Unsicherheit hatte wirtschaftliche Konsequenzen: Bei einigen kam es zu massiven Überlastungen, andere litten durch Auftragsstornierungen und konnten auch später ihre Ausfälle aufgrund von Lieferengpässen bei Großhändlern nicht wieder wett machen. Hier wurde die klare Forderung an die Politik gerichtet, langfristiger zu handeln und damit Planungssicherheit zu geben.

Fachkräftebedarf

Obwohl die wirtschaftlichen Schwierigkeiten in den Befragungen häufig benannt wurden, rechnen die Firmen nach wie vor mit einem personellen Wachstum. Nur wenige Unternehmen gaben an, dass nach ihrer Einschätzung die Mitarbeiterzahl in den nächsten zwei Jahren stagnieren würde.

Die Angaben zum Wachstum in den letzten zwei Jahren, also 2008 und 2009, waren ausgesprochen positiv und schließen damit an Ergebnisse aus vorherigen Studien, was den Fachkräftebedarf angeht, lückenlos an. Fast die Hälfte aller Unternehmen konnte auf einen starken Anstieg der eigenen Belegschaft zurückblicken. Dies ist umso erfreulicher, als es in vielen anderen Branchen zu einem massiven Abbau von Mitarbeitern kam. Befragte Firmen, die in unterschiedlichen Bereichen tätig waren, nahmen die Erneuerbaren Energien explizit aus, wenn sie von Umsatzeinbußen im Gesamtunternehmen berichteten.

Abbildung 40: Veränderung der Mitarbeiterzahlen



Quelle: Eigene Darstellung

Wie schwierig ist es neue Mitarbeiter zu finden?

Die Suche nach Fachkräften wurde mehrheitlich als nicht sehr schwierig bewertet. Hier waren nur sehr geringe Vorboten eines Fachkräftemangels unter den Praktikern zu erkennen. Möglicherweise konnten die Branchen der Erneuerbaren Energien von den Auswirkungen der Wirtschaftskrise in anderen Branchen profitieren. Die Suche nach Fachkräften mit Universitätsabschluss gestaltete sich geringfügig schwieriger als für Fachkräfte ohne Universitätsabschluss.

Einige Firmen berichteten davon, dass es schwierig sei, gute und besonders selbstständige Mitarbeiter im Handwerk zu finden. „Wer selbstständig und gut in seinem Handwerk ist, der hat einen Job. Das macht die Suche so schwierig." – so ein Geschäftsführer im Interview. Insgesamt betrachtet ist die Suche nach Ingenieuren weiterhin der Bereich, der am schwierigsten eingeschätzt wird. Aber insgesamt schätzen nur ein Viertel der befragten Personen die Suche nach Mitarbeitern als schwierig oder sehr schwierig ein.

In welchen Bereichen werden Fachkräfte gesucht?

Gefragt nach den Bereichen, in denen in den nächsten zwei Jahren neue Fachkräfte benötigt werden, lagen die Bereiche „Planung, Projektierung, Finanzierung" und „Vertrieb, Handel, Logistik" vorne. An dritter Stelle wurde „Service, Wartung und Instandsetzung" genannt, eng gefolgt von „Forschung und Entwicklung".

Akquise von Fachkräften

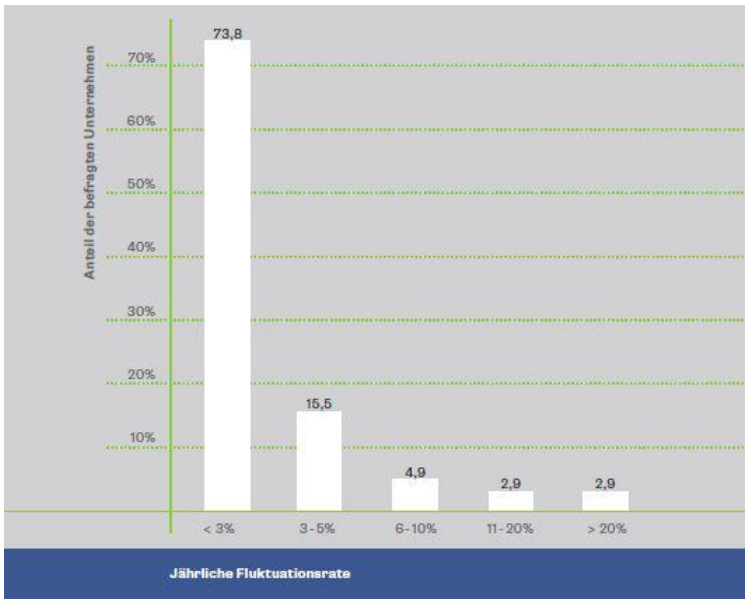
In der letzten Studie zum Fachkräftebedarf ging man noch von einem großen Fachkräftebedarf und zunehmenden Schwierigkeiten bei der Findung dieser aus. Auch wenn die Einschätzung bei unserer Befragung eine Entspannung vermuten lässt, so wird diese nicht von langer Dauer sein. Durch den demographischen Wandel werden in den nächsten Jahren deutlich weniger junge Menschen für den Arbeitsmarkt zur Verfügung stehen als dies in der Vergangenheit der Fall war. Entsprechend wichtig wird es für Unternehmen werden, als Arbeitgeber bekannt und attraktiv zu sein.

Um neue Arbeitskräfte zu finden, nutzen die Firmen sehr viele unterschiedliche Wege. Am häufigsten und erfolgreichsten erscheinen den Unternehmen Empfehlungsmarketing und die eigene Anzeige auf ihrer Website. Beim Thema Empfehlungen werden die eigenen Mitarbeiter als beste Quelle genannt. Diese Methode wird bei einigen Firmen auch finanziell belohnt. Bis zu 3.000,- Euro erhält die empfehlende Mitarbeiterin, wenn die neue Kraft die Probezeit beendet hat und im Unternehmen weiterarbeitet. Sicherlich ein Best-Practice-Tipp, der als gutes Beispiel dienen kann. Auch ohne besondere Prämie funktioniert dieser Weg gerade im ländlichen Raum gut. Ein größerer Handwerksbetrieb zu diesem Thema: „Bei uns kennt man sich und es weiß immer jemand im Betrieb, wer in der Umgebung noch gut ist oder auch nach einer neuen Stelle sucht".

Mitarbeiterbindung

In einem Arbeitsmarkt, in welchem viele Fachkräfte gesucht werden, ist mit einer hohen Fluktuation der Mitarbeiter zu rechnen. Es bestehen Möglichkeiten, sich bei der Konkurrenz zu verbessern oder bei Unzufriedenheit den Arbeitgeber zu wechseln – neue Stellen sind schließlich verfügbar. Diese Rahmenbedingungen stellen für Unternehmen eine Gefährdung dar. Jeder Mitarbeiterwechsel bedeutet den Wegfall von Wissen sowie Bindung von Ressourcen in der Findung und Einarbeitung neuer Mitarbeiter.

Abbildung 41: Ergebnisse aus der Befragung – Erstausbildung in den Unternehmen



Quelle: Eigene Darstellung

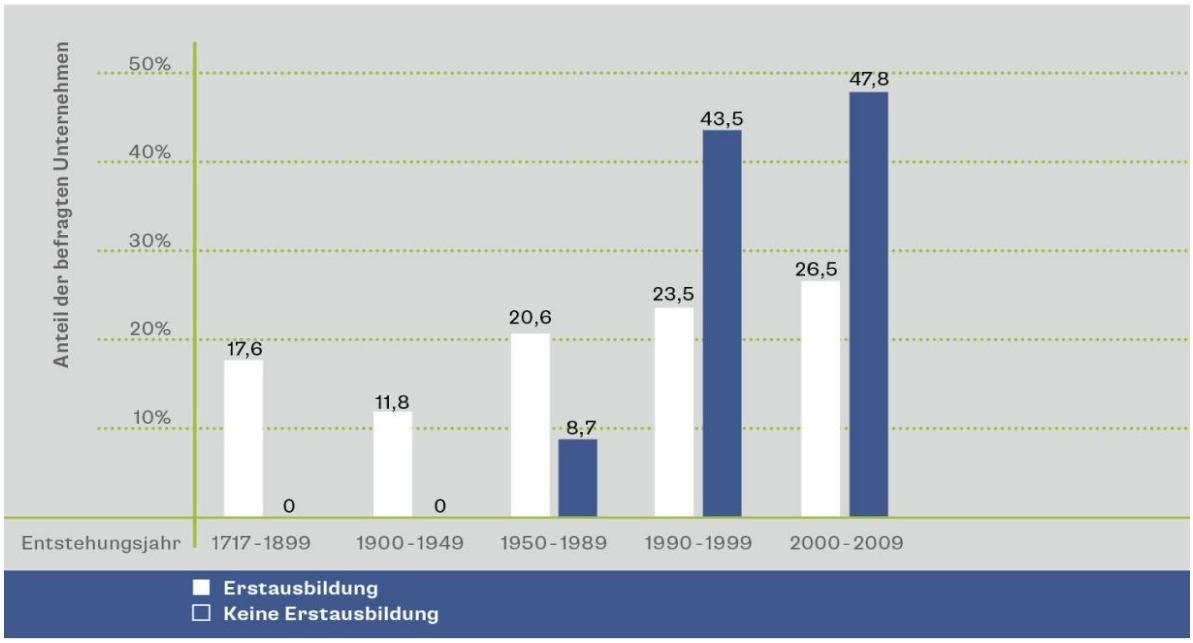
Trotz dieser an sich wechselfreundlichen Situation ist es erfreulich, dass die Mitarbeiterfluktuation auffällig gering ist. Einige befragte Unternehmen konnten stolz berichten, dass fast gar keine Mitarbeiter je aus eigener Motivation das Unternehmen verlassen haben. Ausnahmen waren Gründe wie Wohnortwechsel aufgrund familiärer Veränderungen oder Aufnahme eines Studiums.

Engagement in der Erstausbildung

Die eigene Ausbildungsquote ist bei den Unternehmen, die nach 1990 gegründet wurden, deutlich geringer, als bei älteren Unternehmen mit einer Ausbildungstradition. Hier gibt es einen Anknüpfungspunkt, um aus der Branche heraus einem zukünftigen Fachkräftemangel Eigeninitiative entgegen zu setzen.

Auch andere Studien kommen zu diesem Ergebnis. Die GWS ermittelte in ihrer Befragung eine Ausbildungsquote in den EE-Branchen von durchschnittlich 3,8%. Im Vergleich liegen ähnlich geartete Branchen deutlich höher: Bergbau 6%, Maschinenbau 6,4%, E-Wirtschaft 4,9%, Datenverarbeitung 4,2%, Ausbau/Baugewerbe 9,6%.

Abbildung 42: Ergebnisse aus der Befragung – Erstausbildung in den Unternehmen



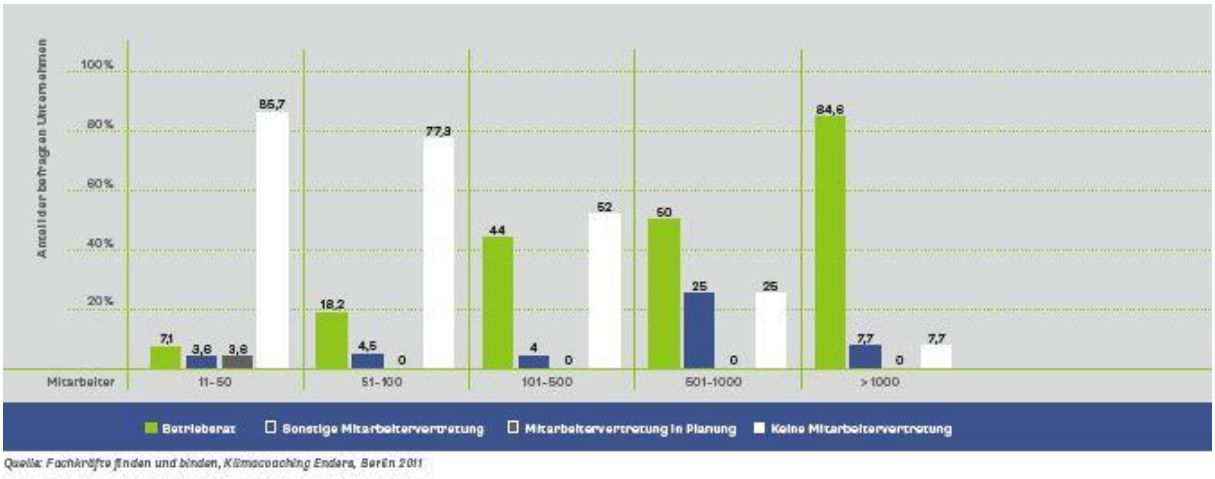
Quelle: Fachkräfte finden und binden, Klimacoaching Enders, Berlin 2011

Mitarbeitervertretung

Für eine junge Branche nicht ungewöhnlich ist, dass die betriebliche Mitarbeitervertretung in Form von Betriebsräten nicht sehr gut etabliert ist. Bei Unternehmen bis 500 Mitarbeitern verfügen über die Hälfte der Unternehmen über keine Form der Mitarbeitervertretung. Bei Unternehmen bis zu 100 Mitarbeitern steigt die Quote auf 77,3%.

Bei der Befragung wurden Stimmen laut wie: „Wir wollen arbeiten, wir brauchen so was nicht“. Größere Unternehmen verfügen häufiger über einen Betriebsrat als kleinere, wobei dies bei den befragten Unternehmen erst ab 1.000 Mitarbeitern deutlich steigt. Eher unter der Hand bekamen wir aber auch genannt, dass dieses Thema in einzelnen Unternehmen tabuisiert würde und sie weitere Angaben als zu gefährlich für sich einschätzen würden.

Abbildung 43: Mitarbeitervertretungen in den Unternehmen



Quelle: Fachkräfte finden und binden, Kilmacoaching Enders, Berlin 2011

Quelle: Eigene Darstellung

9.6. Fazit und Empfehlungen

Zentrale Frage der Studie war, wie stark die Unternehmen derzeit wachsen und wie ein möglicher Fachkräftemangel eingeschätzt wird. Das erfreuliche Ergebnis ist: Trotz Wirtschaftskrise konnte sich die Branche weiterentwickeln, bei über 50% der Unternehmen hatte die Wirtschaftskrise keine oder sogar positive Auswirkungen. Die Suche nach neuen Fachkräften wurde zum Zeitpunkt der Befragung als moderat schwer bis gar nicht schwer eingeschätzt. Dies kann aber an der Wirtschaftskrise in ande-ren Branchen liegen und sich entsprechend schnell verändern.

Die Hypothese, dass es aufgrund der regen Entwicklung und des gleichzeitigen Fachkräftemangels auf dem Markt zu einer teuren und regelmäßigen Fluktuation von Mitarbeitern kommen könnte, ließ sich nicht nachweisen. Im Gegenteil, die Mitarbeiter sind ihren Unternehmen erfreulich treu, die Fluk-tuationsrate liegt bei 73,8 % der Unternehmen unter 3%.

Ein weiterer Untersuchungsbereich fand sich in den Anwendung von Personalentwicklungsinstrumente in den Unternehmen, mit der Überprüfung ob Impulse aus der Politik hilfreich wären, um ein gesundes Wachstum der Branche zu unterstützen. Zwar gab es Unternehmen, die fast gar keine Instrumente der Personalentwicklung einsetzen, diese waren aber stark in der Minderheit. Die Mehrheit setzt Instrumente der Personalentwicklung ein.

Verbesserungswürdig scheint die Ausbildungsbereitschaft in den Unternehmen zu sein. Besonders bei Unternehmen, die erst seit 1990 gegründet wurden, bilden nur zu einem Drittel junge Menschen in der Erstausbildung aus. Gute Mitarbeiter können nicht nur von Universitäten und aus anderen Betrieben rekrutiert werden, sie müssen auch selbst ausgebildet und qualifiziert werden. In diesem Bereich könnten Impulse aus der Politik möglicherweise hilfreich sein.

Für eine junge Branche nicht ungewöhnlich sind betriebliche Mitarbeitervertretungen in Form von Be-triebsräten nicht sehr gut etabliert. Hier gilt es, in den nächsten Jahren einen Ausbau voranzutreiben. Weniger als 50% aller Unternehmen bis 500 Mitarbeiter verfügen über eine

Mitarbeitervertretung, auch bei Unternehmen mit einer Größe von 501 bis 1000 Mitarbeitern hat jedes vierte Unternehmen keinen Betriebsrat.

Das Interesse an den Ergebnissen der Studie wie auch einem Austausch zwischen Personalverant-wortlichen aus der Branche war sehr groß. Dies hat sich besonders bei der Fachtagung wie auch in der regen Mitarbeit beim Beirat gezeigt. Hier wäre ein regelmäßiges Angebot zum Austausch der Personalverantwortlichen hilfreich. Denkbar wäre ein jährliches Treffen mit Vorträge und der Möglichkeit zum Austausch gezielt für Personaler aus der Branche. Vorgeschlagen wurden auch Treffen in den unterschiedlichen Unternehmen, so dass gerade Best Practice Beispiele auch vor Ort besichtigt werden könnten.

9.7. Berichte zum Modul

Becker, Daniela (2011): Finden und binden, Stuttgart, photovoltaik 08/2011

Enders, Gisela (2009a): Modulbeschreibung Konzept der Untersuchung zum nachhaltigen Wachstum in EE-Branchen: „Fachkräfte finden und binden“ Berlin: Klimacoaching Enders.

Enders, Gisela (2009b): „Konzept der Untersuchung zum nachhaltigen Wachstum in EE-Branchen.“ Berlin: Klimacoaching Enders.

Enders, Gisela (2009c): „Befragungskonzept der Untersuchung zum nachhaltigen Wachstum in EE-Branchen“ Berlin: Klimacoaching Enders.

Enders, Gisela (2009d): Dokumentation der Best Practice Beispiele für die Studie Fachkräfte finden und binden, Berlin: Klimacoaching Enders

Enders, Gisela (2011a): Ergebnisse der schriftlichen Befragung zum nachhaltigen Wachstum in EE-Branchen, Berlin: Klimacoaching Enders.

Enders, Gisela (2011b): Ergebnisse der mündlichen Befragung zum nachhaltigen Wachstum in EE-Branchen, Berlin: Klimacoaching Enders.

Enders, Gisela (2011c): Instrumente der Personalentwicklung in der EE-Branche, Berlin: Klimacoaching Enders.

Enders, Gisela (2011e): Nachhaltiges Wachstum in der EE-Branche. Entwurf der Studie, Berlin: Klimacoaching Enders.

Enders, Gisela (2011): Fachkräfte finden und binden – Personalentwicklung in den Erneuerbaren Energien, Berlin: Klimacoaching Enders

Enders, Gisela (2011): Fachkräfte finden und binden, Bonn, Arbeitsmarkt Umweltschutz, Wissenschaftsladen

Enders, Gisela und Meyer, Andrea (2011): Fachkräfte finden und binden, Berlin, umwelt des BMU

Enders, Gisela (2011): Fachkräfte finden und binden im Bereich der erneuerbaren Energien, Wien, HLK Heizung, Lüftung, Klimatechnik

Kastner, Sandra (2010): Fach- und Führungskräfte finden und binden - Personalentwicklung im Bereich Erneuerbare Energien mit Fokus auf die Windenergiebranche, Nürnberg, freie wissenschaftliche Arbeit an der Rechts- und Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Schmitz, Wolfgang (2011): Fachkräfte finden und binden, Düsseldorf, VDI Nachricnten - Ingenieur Karriere 2/11

Zimmermann, Jörg-Rainer (2011): Nachwuchs angeln, Berlin, neue energie 08/2011

10. Literatur

Aunola, K., Leskinen, E. & Nurmi, J. (2006). Developmental dynamics between mathematical performance, task motivation and teachers? Goals during the transition to primary school. British Journal of Educational Psychology, 76, 21-40.

Becker, Daniela (2011): Finden und binden, Stuttgart, photovoltaik 08/2011

Becker, Manfred (2005): Personalentwicklung – Bildung, Förderung und Organisationsentwicklung in Theorie und Praxis, Stuttgart

Berger, S. (2010a). Kommentierungspapier. Konstruktion von Lernaufgaben. Technische Universität Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens: Dresden.

Berger, S. (2010b). Kommentierungspapier. Online-Struktur, Tutorial, Projektarbeit und formative Evaluation. Technische Universität Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens: Dresden.

Berger, S. (2010c). Kommentierungspapier. Rückmeldung und Vorschläge zu Inhalten der Moodle-Plattform. Technische Universität Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens: Dresden.

Berger, Stefan (2010 d / K1): Vorschläge zur Optimierung der Moodle-Plattform. Kommentierungs-Papier K1. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens.

Berger, Stefan (2010b / EL11): Ergebnisse der formativen Evaluation der EE-eLearning-Szenarien von powerado-plus. Ergebnisbericht EL11. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens.

Berger, Stefan (2010c / EL12): Ergebnisse der summativen Evaluation der EE-eLearning-Szenarien von powerado-plus. Ergebnisbericht EL12. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens.

Berger, Stefan (2011 / EL 13): Ergebnisse der formativen und summativen Evaluation der EE-eLearning-Szenarien von powerado-plus. Ergebnisbericht EL13. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens: Dresden.

Bloem, Hans, Monforti-Ferrario, Fabio, Szabo, Marta, Jäger-Waldau, Arnulf (2010): Renewable Energy Snapshots 2010, Luxenburg: European Commission, Joint Research Centre, Institute for Energy

BMU (2010): Hochschultagung für erneuerbare Energien. Fachtagung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Berlin, 1. und 2. Juni 2010 Tagungsband

BMU (2011): Aus- und Weiterbildung für erneuerbare Energien. Fachtagung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Dokumentation der Fachtagung 2010. Berlin, BMU

Böhm, Ulrike; Körndle, Hermann (2009a / EL6): Focus group zur interaktiven Lernumgebung „Exemplarischer Studierplatz“, Ergebnisbericht EL6. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens und Zentrum für Lehrerbildung, Schul- und Berufsbildungsforschung: Dresden.

Böhme, Dieter, Dr. van Mark, Michael (2010): Entwicklung der erneuerbaren Energie in Deutschland im Jahr 2009, Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Bortz, J. & Döring, N. (1995). Forschungsmethoden und Evaluation. (2. Auflage). Berlin: Springer.

Bühler, Theo, Klemisch, Herbert (2007): Ausbildung und Arbeit für erneuerbare Energien. Statusbericht 2007. Bonn

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2009). Bekanntmachung zur Fortführung der Förderung von Querschnittsund übergreifenden Untersuchungen im Rahmen der Gesamtstrategie zum weiteren Ausbau der Erneuerbaren Energien (EE). Berlin: Bundesanzeiger Verlag.

Csikszentmihalyi, M. (1975). Beyond boredom and anxiety. San Francisco: Jossey-Bass

Denksport.de (2010): Schiebepuzzle. Online-Spiel. Bad Vilbel: Fülgraff & Kürsteiner GbR, online: http://www.denksport.de/braingames/schiebepuzzle/ [Zugriff 25.01.2010]

Digital Chocolate Inc: Tower Bloxx. Online-Spiel. San Mateo, CA, USA, online: http://www.wixgame.com/en/skill-and-puzzle/concentrate-games/tower-blocks.html [Zugriff 25.01.2010]

Dr. van Mark, Michael, Nick-Leptin, Joachim (2010): Erneuerbar beschäftigt! Kurz- und langfristige Arbeitsplatzentwicklunges des Ausbaus der erneuerbaren Energien in Deutschland, Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Draeger, Iken (2010): Erneuerbare Energien in die Studienseminare: Ein Beispiel aus der Praxis. In: Komorek, Michael; Niesel, Verena; Rebmann, Karin (Hrsg.): Energiebildung für die Schule. Integration eines interdisziplinären Themas in Schulunterricht und Lehrerbildung, Tagungsband zum Symposium 15. und 16. März 2010. Oldenburg (Oldb.).

Draeger, Iken (2010a / EL10): Pädagogisches Konzept zur Nutzung des Exemplarischen Online-Kurses im Unterricht. Ergebnisbericht EL10. UfU Unabhängiges Institut für Umweltfragen eV: Berlin.

Eccles, J. S. & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values and goals. Annual Review of Psychology, 53(1), 109-132.

Eccles, J. S. (1983). Expectancies, values, and academic behaviors. In J. T. Spence (Ed.), Achievement and achievement motives (pp. 75–146). San Francisco: Freeman.

Enders, Gisela (2009a): Modulbeschreibung Konzept der Untersuchung zum nachhaltigen Wachstum in EE-Branchen: „Fachkräfte finden und binden“ Berlin: Klimacoaching Enders.

Enders, Gisela (2009b): „Konzept der Untersuchung zum nachhaltigen Wachstum in EE-Branchen.“ Berlin: Klimacoaching Enders.

Enders, Gisela (2009c): „Befragungskonzept der Untersuchung zum nachhaltigen Wachstum in EE-Branchen“ Berlin: Klimacoaching Enders.

Enders, Gisela (2009d): Dokumentation der Best Practice Beispiele für die Studie Fachkräfte finden und binden, Berlin: Klimacoaching Enders

Enders, Gisela (2011): Fachkräfte finden und binden – Personalentwicklung in den Erneuerbaren Energien, Berlin: Klimacoaching Enders

Enders, Gisela (2011): Fachkräfte finden und binden im Bereich der erneuerbaren Energien, Wien, HLK Heizung, Lüftung, Klimatechnik

Enders, Gisela (2011): Fachkräfte finden und binden, Bonn, Arbeitsmarkt Umweltschutz, Wissenschaftsladen

Enders, Gisela (2011a): Ergebnisse der schriftlichen Befragung zum nachhaltigen Wachstum in EE-Branchen, Berlin: Klimacoaching Enders.

Enders, Gisela (2011b): Ergebnisse der mündlichen Befragung zum nachhaltigen Wachstum in EE-Branchen, Berlin: Klimacoaching Enders.

Enders, Gisela (2011c): Instrumente der Personalentwicklung in der EE-Branche, Berlin: Klimacoaching Enders.

Enders, Gisela (2011e): Nachhaltiges Wachstum in der EE-Branche. Entwurf der Studie, Berlin: Klimacoaching Enders.

Enders, Gisela und Meyer, Andrea (2011): Fachkräfte finden und binden, Berlin, umwelt des BMU

Faschingbauer, Michael (2010): Effectuation – Wie erfolgreiche Unternehmer denken, entscheiden und handeln, Stuttgart

Fromme, Johannes, Winny, Steffen (2012): Entwicklung und Prototyping des Onlinespiels "Sheep Society". Ergebnisbericht MB5. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

Fromme, Johannes; Peschke, Lutz; Rußler, Steffen (2009b): Workshop-Bericht zur Auswahl eines Spielkonzepts zum Thema erneuerbare Energien für die Umsetzung als Onlinespiel. Ergebnisbericht OS4. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fromme, Johannes; Peschke; Lutz; Rußler, Steffen (2009a): powerado-plus: Das Modul Online-Spiel EE2. Modulbeschreibung OS1. Magdeburg und Bonn: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg und iserundschmidt GmbH

Fromme, Johannes; Rußler, Steffen (2009): Konzept des Simulation-Online-Spiels „Sheep Society“. Ergebnisbericht OS2. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fromme, Johannes; Rußler, Steffen (2012): Konzeptevaluation für das Online-Spiel 5x5. Ergebnisbericht OS6. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fromme, Johannes; Rußler, Steffen (2012): Prozessevaluation desOnline-Spiels 5x5. Ergebnisbericht OS8. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fromme, Johannes; Winny, Steffen (2012): Das Modul Medienberatung EE. Modulbeschreibung und Ergebnisbericht MB6. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

Gediga, G., Hamborg, K.-C. & Düntsch, I. (1999). The IsoMetrics Usability Inventory: An operationalisation of ISO 9241-10, Behaviour and Information Technology, 18, S. 151-164.

Hartmann, Uwe (2009a): Ergebnisse des Seminars. Modulmaterialien SK5. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie – Landesverband Berlin-Brandenburg: Berlin.

Hartmann, Uwe (2009b): Konzept für eine Weiterbildung zur solaren Kühlung. Modulmaterialien SK2. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie – Landesverband Berlin-Brandenburg: Berlin.

Hartmann, Uwe; van Dyck, Liliane (2010a): Seminartipp Solare Kühlung, Sonnenenergie November/Dezember 2010, Seite 43.

Heckhausen, H. (1977). Achievement motivation and its constructs: A cognitive model. Motivation and Emotion, 1, (4), 283-329

Helmke, A. (2009). Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. Seelze: Klett-Kallmeyer.

Hindenburg, Carsten; Hartmann, Uwe (2011): Materialien für eine Weiterbildung zur solaren Kühlung. Modulmaterialien - Texte SK3. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie – Landesverband Berlin-Brandenburg: Berlin.

Hindenburg, Carsten; Hartmann, Uwe (2011): Materialien für eine Weiterbildung zur solaren Kühlung. Modulmaterialien - Folien SK4. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie – Landesverband Berlin-Brandenburg: Berlin.

Hindenburg, Carsten; Hartmann, Uwe (2011): Vorschläge für ein Curriculum zur Weiterbildung – Solare Kühlung. Modulmaterialien SK6. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie – Landesverband Berlin-Brandenburg: Berlin.

Hindenburg, Carsten; Hartmann, Uwe (2012): powerado plus – Erlebniswelt erneuerbare Energien. Modulmaterialien SK1. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie – Landesverband Berlin-Brandenburg: Berlin.

Holton, E.F. (1996). The flawed four-level evaluation model. Human Resources Development Quarterly, 7(1), 5-21.

Jahns, Christopher, Heim, Gerhard (Hrsg.) (2003): Handbuch management – Mit Best Practice zum Managementerfolg, Stuttgart

Kapp, F. & Körndle, H. (2009). Didaktisches Konzept der Studierplätze von powerado-plus.Arbeitsdokument EL2. Technische Universität Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens: Dresden.

Kapp, Felix; Körndle, Hermann (2009b / EL2): Didaktisches Konzept der Studierplätze von powerado-plus. Ergebnisbericht EL2. Technische Universität Dresden – Lehrstuhl für Psychologie des Lehrens und Lernens: Dresden.

Kapp, Felix; Körndle, Hermann (2009c / EL4): Evaluationsdesign für die eLearning-Module. Ergebnisbericht EL4. TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens: Dresden.

Kastner, Sandra (2010): Fach- und Führungskräfte finden und binden - Personalentwicklung im Bereich Erneuerbare Energien mit Fokus auf die Windenergiebranche, Nürnberg, freie wissenschaftliche Arbeit an der Rechts- und Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Krathwohl, D. R. (2002). A revision of bloom's taxonomy: An overview. Theory into Practice, 41 (4), 212-218.

Lewerenz, Jana (2009a): Die Ausbildungstätigkeit in der EE-Branche. Projektdokument HW2JL. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2009b): Übersicht von Kooperationen zwischen Unternehmen der EE-Branche und Hochschulen. Projektdokument HW3JL. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2009c): Übersicht zu Studien der Aus- und Weiterbildung im Bereich erneuerbare Energien. Projektdokument HW4JL. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2010): Arbeitsmarkt und Ausbildungssituation der EE-Branche vor dem Hintergrund der Wirtschafts- und Finanzkrise. Projektdokument HW6JL. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2010): Die Verankerung des Themenbereichs erneuerbare Energien in den Bildungsstufen in Deutschland. Projektdokument HW9JL. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2010): Die wichtigsten Ausbildungsberufe für erneuerbare Energien. Projektdokument HW5JL. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2010): Engagement der EE-Branche an Hochschulen zur Förderung erneuerbarer Energien. Projektdokument HW8JL. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2010): Neue Strukturen im Hochschulbereich. Projektdokument HW7JL. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2010): Übersicht Studien zu Aus- und Weiterbildung im Bereich erneuerbare Energien. Projektdokument HW4JL. IZT: Berlin.

Lewerenz, Jana (2010): Übersicht zu Kooperationen zwischen Unternehmen der EE-Branche und Hochschulen. Projektdokument HW3JL. IZT: Berlin.

Lienert, G. A. & Raatz, U. (1994). Testaufbau und Testanalyse (5. Auflage). Weinheim:Beltz/ PVU.

McClure, R F. & Nylund, L. M. (2006). Personality, sex and computer use. Psychology and Education, 4 (3), 15-17.

Miniclip.com: Snake. Online-Spiel. London, U.K.: Miniclip SA C/O Miniclip (UK) Ltd., online: http://www.miniclip.com/games/snake/de/ [Zugriff: 25.01.2010]

Narciss, S. (2006). Informatives tutorielles Feedback. Entwicklungs- und Evaluationsprinzipien auf der Basis instruktionspsychologischer Erkenntnisse. Münster: Waxmann.

Narciss, S., Proske, A., & Koerndle, H. (2007). Promoting self-regulated learning in web-based environments. Computers in Human Behavior, 23(3), 1126-1144.

O`Silvian, Marlene, Lehr, Ulrike (2009): Beschäftigungsstruktur im Bereich Erneuerbare Energien. gws Discussion paper 2009/6. Osnabrück: Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforschung mbH

Opper, Rene (2009a): Dokumentation der bildungsorientierten laufenden/abgeschlossenen Vorhaben mit BMU-Förderung. Projektdokument HW19RO. IZT: Berlin.

Ostenrath, Krischan (2010): Unendlich viel Arbeit, Bonn: arbeitsmarkt Umwelt-schutz/Naturwissenschaften 39/2010

Peschke, Lutz (2007a): Optimierung des Computerspiels powerado. Ergebnisbericht PC7. Bad Honnef: iserundschmidt.

Peschke, Lutz; Schmidt, Manfred; Düchting, Ruben; Meyer, Timo; Koliotassis, Jana (2009): Konzept eines Comic-AdventurOnlinespiel für erneuerbare Energien(„5mal5“). Ergebnisbericht OS3. Bonn: iserundschmidt GmbH

Peschke, Lutz; Schmidt, Manfred; Koliotassis, Jana; Schwalm, Marleen C. (2009): Erweitertes Spiel-Konzept das Onlinespiel „5mal5“. Ergebnisbericht OS5. Bonn: iserundschmidt GmbH

Peschke, Lutz; Düchting, Ruben; Schmidt, Manfred (2010a): Optimierung des Onlinespiel „5mal5“ und Konzeptevaluation. Ergebnisbericht OS7. Bonn: iserundschmidt GmbH

Peschke, Lutz; Düchting, Ruben; Schmidt, Manfred (2010a): Optimierung des Onlinespiel „5mal5“ nach Prozessevaluation. Ergebnisbericht OS9. Bonn: iserundschmidt GmbH

phenomedia publishing gmbh (1999): Moorhuhnjagd. Online-Spiel. Bochum: phenomedia publishing gmbh, online: http://www.moorhuhn.de [Zugriff: 22.03.2010]

Piskol, K. (2008). Unterrichtsqualität aus der Schülerperspektive: Ein Verfahren zur Unterrichtsent-wicklung. Universität Mannheim – Professur Pädagogische Psychologie: Mannheim.

Proske, A. (2007). Wissenschaftliches Schreiben – Konzeption und Realisierung computerbasierter Trainingsaufgaben. Saarbrücken: VDM Verlag.

Radatz, Sonja (2008): Beratung ohne Ratschlag – Systemisches Coaching für Führnskärfte und BeraterInnen, Wien

Rheinberg. F. (2002), Motivation. Stuttgart: Kohlhammer.

Richner, Jonas (2008): Pwong2. Online-Spiel. JGames, online: http://www.jgames.ch/games/Pwong-2 [Zugriff 25.01.2010]

Sand, Thomas (2008): Personalrecruiting und –entwicklung für mittelständige IT-Unternehmen, Köln: HRmatic

Scharp, Gerti (2009d / EL7): Explorativer Test des exemplarischen Studierplatzes mit Schülern. Ergebnisbericht EL7. Berlin: UfU Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.

Scharp, Gerti; Scharp, Michael (2009e / EL5): Pilot-Test zur Erstellung von Studierplätzen mit Lehrern in Berlin. Ergebnisbericht EL5. Berlin: UfU Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V. und IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH.

Scharp, Gerti; Scharp, Michael; (2009g / EL9): Technische Anleitung zur Erstellung von Lerneinhei-ten. Ergebnisbericht EL9. Berlin: UfU Unabhängiges Institut für Umweltfragen und IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung.

Scharp, Gerti; Scharp, Michael; Kapp, Felix; Körndle, Hermann (2009h / EL3): Medienkonzept der Lerneinheiten von powerado-plus. Ergebnisbericht EL3. Berlin und Dresden: UfU Unabhängiges Institut für Umweltfragen, Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung sowie TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens.

Scharp, M, Körndle, H. & Scharp, G. (2009). Modulbeschreibung EE-eLearning. Materialien ELM1. Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH: Berlin.

Scharp, M. (2009a). Antrag für neue Module zur Umweltkommunikation von EE (Themenfeld E). Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH: Berlin.

Scharp, M. (2009b). Kommentierungspapier. Ergebnisse PT01. Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH: Berlin.

Scharp, Michael; Körndle, Hermann; Scharp, Gerti (2009i / EL1): Modulbeschreibung EE-eLearning. Arbeitsbericht EL1. Berlin und Dresden: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH, UfU Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V. und TU Dresden Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens.

Scharp, Michael; Körndle, Hermann; Scharp, Gerti; Kapp, Felix (2009j / EL8): Zwischenevaluation des Moduls EE-eLearning. Ergebnisbericht EL8. Berlin und Dresden: Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, TU Dresden - Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens und UfU Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.

Schlieper-Damrich, Ralph, Schulz, Philipp (2006): Ermöglichungscoaching – Vom Klienten-Dompteur zum Entwicklungs-Arrangeur, Bonn

Schmidt, Manfred (2012): Öffentlichkeitsarbeit zum Online-Spiel. Ergebnisbericht OS11. Bonn: iserundschmidt GmbH

Schmitz, Wolfgang (2011): Fachkräfte finden und binden, Düsseldorf, VDI Nachricnten - Ingenieur Karriere 2/11

Schröder, Tobias, Gläs, Karl, Nachtwei, Jens, Schermuly, Carsten (2010): Expertendelphi Personalentwicklung 2020 – Zukunft von Bildung und Qualifizierung in Unternehmen, Berlin: Freie Universität Berlin Erziehungswissenschaftliche Zukunftsforschung

Stephan, Michael, Gross, Peter-Paul, Hildebrandt, Norbert (2010): Management von Coaching – Organisation und Marketing innovativer Personalentwicklungsdienstleistungen, Stuttgart

Winny, Steffen (2012): Didaktische Gestaltung von Webseiten für Kinder. Ergebnisbericht MB2. Magdeburg: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.

Woltering, V., Herrler, A., Spitzer, K. & Spreckelsen, C. (2009). Blended learning positively affects students' satisfaction and the role of the tutor in the problem-based learning process: results of a mixed-method evaluation. Health Science Education, 24, 725-738.

ZDFtivi: Das Arktos Superspiel. Online-Spiel. Mainz: Zweites Deutsches Fernsehen, online: http://www.tivi.de/fernsehen/tabaluga/popup_flash/11231/index.html [Zugriff 25.01.2010]

Zimmermann, Jörg-Rainer (2011): Nachwuchs angeln, Berlin, neue energie 08/2011