



**Entwicklung von innovativen Bildungsmodulen
für den Einsatz auf dem Forschungsschiff "Solar Explorer"
im UNESCO-Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin
unter Berücksichtigung einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)**

Abschlussbericht

Förderprojekt bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)

Az: 29255-43/0

Berichtszeitraum 01.02.2012 bis 31.03.2014

Projektträger: Kulturlandschaft Uckermark e.V.

von

Oliver Bienert, Jana Chmielecki, Liliane van Dyck,
Uwe Hartmann, Martin Krassuski, Heike Molitor, Heike Müller, Klaus Pape,
Kerstin Schlepphorst, Frank Torkler, Wolfram Wehrmann

Angermünde, den 29. Juni 2014



Projektträger

Förderverein des Biosphärenreservats Schorfheide-Chorin
Kulturlandschaft Uckermark e.V.

Projektleitung: Martin Krassuski (Vorsitzender)

Projektmitarbeiterin: Kerstin Schlepphorst

Hoher Steinweg 5-6

16278 Angermünde

Tel. 033331 / 29 80 82, Fax -84

Email: info@kulurlandschaft-uckermark.de

Kooperationspartner

Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE)

FB Landschaftsnutzung und Naturschutz, Professur für Umweltbildung/ Bildung für nachhaltige Entwicklung

Projektleitung: Prof. Dr. Heike Molitor

Projektmitarbeiter: Frank Torkler, Dr. Jana Chmielecki, Oliver Bienert, Wolfram Wehrmann

Friedrich-Ebert-Str. 28

16225 Eberswalde

Tel. 03334 / 657 336

Email: hmolitor@hnee.de

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie, Landesverband Berlin Brandenburg

Projektleitung: Dr. Uwe Hartmann

Projektmitarbeiter: Liliane van Dyck, Leiterin Solarschule

Wrangelstraße 100

10997 Berlin

Tel. 030 / 29 38 12 60, Fax -61

Email: uh@dgs-berlin.de

Unabhängiges Institut für Umweltfragen e.V.(UfU)

Projektleitung: Heike Müller

Greifswalder Straße 4

10405 Berlin

Tel. 030 / 428 49 93-41

Email: heike.mueller@ufu.de

Landesamt für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz (LUGV)

UNESCO-Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin

Projektleitung: Klaus Pape


Hoher Steinweg 5-6

16278 Angermünde

Tel. 03331 / 3654 29

Email: hubert.pape@LUGV.Brandenburg.de

Projektkennblatt

06/02			
Projektkennblatt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt			
Az	Referat	Fördersumme	
Antragstitel		Erarbeitung von innovativen Bildungsmodulen für den Einsatz auf dem Forschungsschiff "Solar Explorer" im UNESCO-Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin - Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)	
Stichworte		Forschungsschiff, Solar Explorer, Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)	
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
26 Monate	01.02.2012	31.03.2014	1
Zwischenberichte			
Bewilligungsempfänger	Kulturlandschaft Uckermark e.V.	T e l	03331/29 80 82
	Hoher Steinweg 5-6	F a x	03331/29 80 84
	16278 Angermünde	Projektleitung Herr Krassuski	
		Bearbeiter Frau Schlepphorst	
Kooperationspartner	Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) FB Landschaftsnutzung und Naturschutz, Friedrich-Ebert-Str. 28, 16225 Eberswalde Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie, Landesverband Berlin Brandenburg, Wrangelstraße 100, 10997 Berlin Unabhängiges Institut für Umweltfragen (UfU), Greifswalder Straße 4, 10405 Berlin Landesamt für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz (LUGV), UNESCO-Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, Hoher Steinweg 5-6, 16278 Angermünde		

Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung zielgruppenspezifischer BNE-Bildungskonzepte zum Thema ‚Energie in Natur und Technik‘. Den Erneuerbaren Energien kommt hier die zentrale Rolle zu, da sie für die nachhaltige Energieversorgung Deutschlands und der Welt unabdingbar sind.

Mit dem Vorhaben sollen innovative Bildungsmodule für alle Jahrgangsklassen allgemeinbildender Schulen speziell für den Unterricht auf dem Forschungsschiff entwickelt werden. Da die Bildungsmodule nach den Kriterien der BNE konzipiert werden, sollen sie weniger die Bedrohung der Natur durch den Menschen als vielmehr die Modernisierung der Gesellschaft in den Mittelpunkt stellen. So soll z. B. die Umweltbelastung durch Nutzung fossiler Energiequellen thematisiert werden, jedoch der Fokus auf die Zukunftsfähigkeit erneuerbarer Energiequellen gelegt werden. Im Sinne der BNE sollen die Bildungsmodule dazu beitragen, die Schüler zu einer nachhaltigen Gestaltung der Zukunft zu befähigen.

Zielgruppen sind im wesentlichen Schüler und Schülerinnen unterschiedlicher Klassenstufen bis zur Hochschule.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

1. Erarbeitung neuer auch interaktiver Module, Definition der zu beschaffenden Komponenten und Geräte

Die Projektpartner erarbeiten Module zur Umweltbildung auf dem Forschungsschiff und definieren die zu beschaffenden Komponenten und Geräte. Schwerpunkte der Module sind Landschaftsnutzung und Naturschutz sowie regenerative Energieerzeugung (Photovoltaik). Die Einbindung der auf dem Forschungsschiff erhobenen Daten sollen soweit als möglich in die wissenschaftlichen Forschungen des zuständigen Landesamtes unterstützt werden.

2. Beschaffung der definierten Komponenten als Voraussetzung zur Durchführung der Umweltbildungsmodule

3. Umsetzung und Workshops

Diskussion der Module mit Schulen und außerschulischen Bildungseinrichtungen

4. Evaluierung

Evaluierung nach Fertigstellung der Module

5. Endbericht

Erarbeitung des Endbericht

Ergebnisse und Diskussion

Das Ziel des Projekts war die Entwicklung von innovativen Bildungsmodulen auf dem solaren Forschungsschiff Solar Explorer im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin sowie die Ergänzung der Ausstattung als Grundlage für die Entwicklung des Bildungsmaterials. Die Bearbeitung des Projekts erfolgte in der Zeit vom 01.02.2012 bis 31.03.2014 in Zusammenarbeit von dem Eigentümer des Solarschiffes, dem Kulturlandschaft Uckermark e.V., mit Vertretern folgender Partnerinstitutionen: Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Unabhängiges Institut für Umweltfragen Berlin (UfU), Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie Berlin Brandenburg e.V. und dem Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin. Die Entwicklung der Module richtet sich an alle Jahrgangsklassen allgemeinbildender Schulen sowie Studierenden naturwissenschaftlich orientierter Fakultäten und folgt dem Prinzip der Bildung für Nachhaltigkeit.

Das solare Forschungsschiff stellt einen Lernort besonderer Güte dar, der Kindern und Jugendlichen eine Vielzahl von neuen Lernerfahrungen bietet. So sind die Effizienz und Realisierbarkeit eines photovoltaischen Inselsystems ebenso erfahrbar wie die weitreichende Untersuchung des Ökosystems See in Wechselwirkung mit dem menschlichen Wirken. Dabei soll gerade das Thema Energie in Natur und Technik Jugendliche, die latent durch eine Naturentfremdung gefährdet sind, besonders ansprechen.

Konkret wurden für die jeweils 2,5 Stunden dauernden Forschungsfahrten für die Schüler*innen der Klasse 5-10 Module zum Thema Energie in Natur und Technik erarbeitet, während für Leistungskurse höherer Schulen am Beispiel der Kleinen Maräne als Charakterfisch des Klarwassersees die Ökologie und eine nachhaltige Nutzung erlebbar sind.

Auf der Grundlage einer Masterarbeit wurden für die Jahrgangsstufen 5 bis 10 Lernstationen zum Thema „Sonne als Lebensspender“ entwickelt, die für 7-8 Gruppen zu je 3-5 Schüler*innen konzipiert wurden. Mithilfe von Arbeitsblättern werden die didaktisch ineinander greifenden Fragestellungen eigenständig bearbeitet und abschließend reflektiert. Inhaltlich wird eine ganzheitliche Betrachtungsweise in den Vordergrund gestellt und Ideen zu einer nachhaltigen Entwicklung im Sinne des Biosphärenreservats entwickelt. Die Ergebnisse der durchgeführten Evaluierungsfahrten sind in die Überarbeitung der Module eingeflossen, so dass nunmehr erprobtes Arbeitsmaterial zur Verfügung steht, dass für das spezifische Angebot auf dem Forschungsschiff ein gutes Angebot darstellt.

Spezielle Angebote zum photovoltaischen Inselsystem, zum Schiffswiderstand und zur Strömungstechnik ergänzen das Angebot für fortgeschrittene Klassen der Jahrgangsstufen 9 bis 12.

Das Bildungsmodul „Limnologie“ wendet sich an die Jahrgangsstufen 10 bis 12 sowie an Hochschulen. Anhand der Kleinen Maräne als Charakterfisch des Werbellinsees als Klarwassersee wird das Ökosystem See erforscht, bewertet und Handlungskompetenzen entwickelt. Das gesamte für Gruppenarbeiten konzipierte interaktive Bildungsmaterial ist innerhalb eines Netzwerks von Laptops digital verfügbar und wird auf einer eLearning-Plattform bearbeitet. Zur Sicherung der entstehenden Datenbank werden die Daten via Internet täglich auf dem Datenserver der Hochschule für nachhaltige Entwicklung gesichert. Zur Veranschaulichung und ökologischen Auswertung der Ergebnisse werden die erhobenen Daten in einer 3D-Anwendung visualisiert. Die Realisierung der komplexen Anwendung erforderte eine umfassende Programmierleistung, die in dem Projekt realisiert werden konnte. Die Module wurden mehrfach evaluiert und überarbeitet.

Das Projekt wurde kontinuierlich durch Publikationen und Präsentationen öffentlich vorgestellt und diskutiert.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Siehe Anhang des Abschlussberichtes

Fazit

Mit der Entwicklung der Bildungsmodule im Rahmen dieses Projekts wurde eine Grundlage geschaffen, die sich bietende Vielfalt dieses Schiffes didaktisch aufzubereiten und als besonderen außerschulischen Lernort zu entwickeln. Die Materialien sind geeignet Schüler*innen, Studierende aber auch Erwachsene für die Synthese von Technik und Natur zu begeistern und ihnen Entscheidungskompetenzen im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung zu vermitteln.

Die bundesweite Einmaligkeit des solaren Forschungsschiffes bringt eine Vielzahl von Möglichkeiten, Chancen als auch Unwägbarkeiten mit sich. Dieser Herausforderung konnte durch hohes und kreatives Engagement begegnet werden.

Das solare Forschungsschiff ist mit den nunmehr zur Verfügung stehenden Bildungsmodulen nicht nur als attraktiver und außergewöhnlicher Lernort zur Bildung für nachhaltige Entwicklung zu werten. Darüber hinaus hat sich das Schiff als begeisterndes und öffentlichkeitswirksames Beispiel der Machbarkeit von photovoltaik-betriebener Elektromobilität zur Keimzelle des in Entwicklung befindlichen Null-Emissionen-Mobilitäts-Netzwerks der Verwaltung des Biosphärenreservats entwickelt.

Deutsche Bundesstiftung Umwelt ☐ An der Bornau 2 ☐ 49090 Osnabrück ☐ Tel 0541/9633-0 ☐
Fax 0541/9633-190 ☐ <http://www.dbu.de>

Danksagung

Der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gebührt aufgrund ihrer Unterstützung dieses innovativen zukunftsorientierten Projekts, das mit vielen Unwägbarkeiten behaftet war, der ausdrückliche Dank aller Mitwirkenden.

Inhaltsverzeichnis

VERZEICHNIS VON ABBILDUNGEN UND TABELLEN	8
1 ZUSAMMENFASSUNG	10
2 EINLEITUNG.....	12
3 HAUPTTEIL	15
3.1 Vervollständigung der Schiffstechnik für die Nutzbarkeit für Lehrzwecke.....	15
3.1.1 Vervollständigung der Schiffstechnik.....	15
3.1.2 Beschaffung von Ausstattungsgegenständen für Umweltbildungszwecke.....	15
3.2 Bildungsansatz: Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)	16
3.3 Bildung für nachhaltige Entwicklung in Bezug zum Lehrauftrag auf dem solaren Schulschiff	17
3.3.1 Monografie und PowerPoint Präsentation	17
3.3.2 Bildungsmodule und Lernstationen.....	17
3.4 Übersicht über die entwickelten Bildungsmodule.....	18
3.5 Der methodische Ansatz der Bildungsmodule für die Jahrgangsstufen 5 bis 10.....	20
3.5.1 Zielstellung	20
3.5.2 Konzeption.....	20
3.5.3 Aufbau der Bildungsmodule	21
3.6 Bildungsmodule ‚Sonne als Energie und Lebensspender‘ – Zielgruppe: Jahrgangsstufen 5 bis 10	22
3.6.1 Inhalte der Lernstationen	22
3.6.2 Fazit	29
3.7 Bildungsmodule ‚Alle Energie kommt von der Sonne‘ – Zielgruppe: Jahrgangsstufen 9 bis 12	30
3.7.1 Erarbeitung neuer interaktiver Module und Definition der zu beschaffenden Komponenten und Geräte	30
3.7.2 Umsetzung und Evaluation der Bildungsmodule	36
3.8 Bildungsmodule ‚Limnologie‘ – Zielgruppe: Hochschule und Sekundarstufe I	38
3.8.1 Methodik.....	38
3.8.2 Entwicklungsschritte	39

3.8.3	Erarbeitung online-gestützter, interaktiver Module (Bildungseinheiten)	40
3.8.4	Konfiguration der eLearning-Plattform	42
3.8.5	Evaluation und Optimierung (Workshops)	46
3.8.6	Programmierung valider Dateneingabe, -übergabe an HNEE-Server und -abruf inkl. Visualisierung zur Nachbereitung	49
3.9	Fazit zu Bildungsmodulen ‚Limnologie‘ – Zielgruppe: Hochschule und Sekundarstufe I	51
4	FAZIT	52
5	QUELLENVERZEICHNIS	53
	ANHANG	54

Verzeichnis von Abbildungen und Tabellen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Solarkreise.....	25
Abbildung 2: Arbeit mit Binokularen.....	26
Abbildung 3: Messung der Globalstrahlung	26
Abbildung 4: Arbeit in Lernstationen	30
Abbildung 5: Modulbestückung.....	32
Abbildung 6: Komponenten des Bordsystems	33
Abbildung 7: Komponenten des Antriebssystems.....	34
Abbildung 8: Grafische Darstellung aus dem Arbeitsblatt „Schiff als Inselsystem“ 9-10 Kl. mit Ergebnisbesprechung und methodischen Hinweisen.	35
Abbildung 9: Bearbeitung des Arbeitsblattes „Schiff als photovoltaisches Inselsystem“	37
Abbildung 10: Moodle-Anwendung, Startseite mit Login.....	44
Abbildung 11: Moodle-Anwendung, Login in das Modul Mikroalgen	44
Abbildung 12: Moodle-Anwendung, Informationen zum Modul Mikroalgen.....	45
Abbildung 13: Moodle-Anwendung, Datenblatt zum Modul Mikroalgen	45

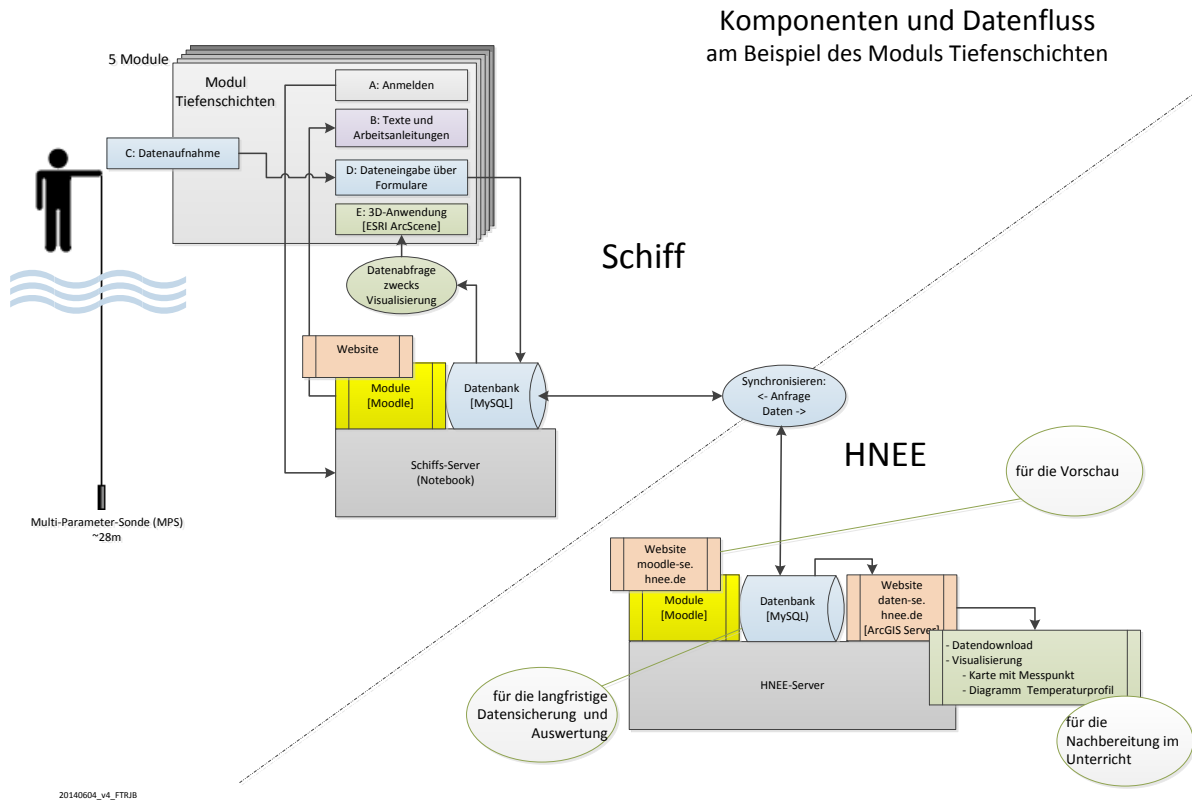


Abbildung 14: Konzept lokaler Schiffserver und HNEE-Server, Komponenten und Datenfluss am Beispiel des Moduls Tiefenschichten50

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Themenübersicht; Themen, gemäß Antrag, und deren Umsetzung in Modulen für unterschiedliche Altersstufen.....	19
Tabelle 2: Bildungseinheiten (Module) zum Lebensraum der Kleinen Maräne.....	40
Tabelle 3: Themen, die in die HNEE-Bildungseinheiten integriert sind	42

1 Zusammenfassung

Das Ziel des Projekts war die Entwicklung von innovativen Bildungsmodulen auf dem solaren Forschungsschiff Solar Explorer im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin sowie die Ergänzung der Ausstattung als Grundlage für die Entwicklung des Bildungsmaterials. Die Bearbeitung des Projekts erfolgte in der Zeit vom 01.02.2012 bis 31.03.2014 in Zusammenarbeit von dem Eigentümer des Solarschiffes, dem Kulturlandschaft Uckermark e.V., mit Vertretern folgender Partnerinstitutionen: Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Unabhängiges Institut für Umweltfragen Berlin (UfU), Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie Berlin Brandenburg e.V. und dem Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin. Die Entwicklung der Module richtet sich an alle Jahrgangsklassen allgemeinbildender Schulen sowie Studierenden naturwissenschaftlich orientierter Fakultäten und folgt dem Prinzip der Bildung für Nachhaltigkeit.

Das solare Forschungsschiff stellt einen Lernort besonderer Güte dar, der Kindern und Jugendlichen eine Vielzahl von neuen Lernerfahrungen bietet. So sind die Effizienz und Realisierbarkeit eines photovoltaischen Inselsystems ebenso erfahrbar wie die weitreichende Untersuchung des Ökosystems See in Wechselwirkung mit dem menschlichen Wirken. Dabei soll gerade das Thema Energie in Natur und Technik Jugendliche, die latent durch eine Naturentfremdung gefährdet sind, besonders ansprechen.

Konkret wurden für die jeweils 2,5 Stunden dauernden Forschungsfahrten für die Schüler*innen der Klasse 5-10 Module zum Thema Energie in Natur und Technik erarbeitet, während für Leistungskurse höherer Schulen am Beispiel der Kleinen Maräne als Charakterfisch des Klarwassersees die Ökologie und eine nachhaltige Nutzung erlebbar sind.

Auf der Grundlage einer Masterarbeit wurden für die Jahrgangsstufen 5 bis 10 Lernstationen zum Thema „Sonne als Lebensspender“ entwickelt, die für 7-8 Gruppen zu je 3-5 Schüler*innen konzipiert wurden. Mithilfe von Arbeitsblättern werden die didaktisch ineinander greifenden Fragestellungen eigenständig bearbeitet und abschließend reflektiert. Inhaltlich wird eine ganzheitliche Betrachtungsweise in den Vordergrund gestellt und Ideen zu einer nachhaltigen Entwicklung im Sinne des Biosphärenreservats entwickelt. Die Ergebnisse der durchgeführten Evaluierungsfahrten sind in die Überarbeitung der Module eingeflossen, so dass nunmehr erprobtes Arbeitsmaterial zur Verfügung steht, dass für das spezifische Angebot auf dem Forschungsschiff ein gutes Angebot darstellt.

Spezielle Angebote zum photovoltaischen Inselsystem, zum Schiffswiderstand und zur Strömungstechnik ergänzen das Angebot für fortgeschrittene Klassen der Jahrgangsstufen 9 bis 12.

Das Bildungsmodul „Limnologie“ wendet sich an die Jahrgangsstufen 10 bis 12 sowie an Hochschulen. Anhand der Kleinen Maräne als Charakterfisch des Werbellinsees als Klarwassersee wird das Ökosystem See erforscht, bewertet und Handlungskompetenzen entwickelt. Das gesamte für Gruppenarbeiten konzipierte interaktive Bildungsmaterial ist innerhalb eines Netzwerks von Laptops digital verfügbar und wird auf einer eLearning-Plattform bearbeitet. Zur Sicherung der entstehenden Datenbank werden die Daten via Internet täglich auf dem Datenserver der Hochschule für nachhaltige Entwicklung gesichert. Zur Veranschaulichung und ökologischen Auswertung der Ergebnisse werden die erhobenen Daten in einer 3D-Anwendung visualisiert. Die Realisierung der komplexen Anwendung erforderte eine umfassende Programmierleistung, die in dem Projekt realisiert werden konnte. Die Module wurden mehrfach evaluiert und überarbeitet.

Das Projekt wurde kontinuierlich durch Publikationen und Präsentationen öffentlich vorgestellt und diskutiert.

2 Einleitung

Unser Leben auf der Erde hängt maßgeblich von Energie, Energiefluss und Energieumsetzungsprozessen ab. Der Energiefluss ist für uns Menschen existenziell. Der Mensch erzeugt/ wandelt Energie mit Hilfe verschiedener Energieträger (um). Energiegewinnung ist seit der industriellen Revolution eine entscheidende Frage für die menschliche Entwicklung. Bis vor kurzem dominierten in diesem Bereich weltweit die konventionellen Energieträger Öl, Gas, Kohle und Nuklearenergie. Aber spätestens seit Fukushima ist die Notwendigkeit der weiteren Erforschung und vermehrten Nutzung regenerativer Energien von zukunftsweisender Bedeutung. Die Effizienz und Realisierbarkeit von unter anderen photovoltaischen Systemen und insbesondere der ökosystemaren Wechselwirkung des menschlichen Wirkens soll Kindern und Jugendlichen als den Entscheidungsträgern von morgen an einem innovativen und effektiven Lernort, dem Forschungsschulschiff „Solar Explorer“, erlebbar nahegebracht werden. Auf dem „Solar Explorer“ wird exemplarisch die Vision einer nachhaltigen Zukunft auf der Grundlage regenerativer Energien gezeigt. Das zu 100% mit Solarenergie betriebene Schiff ist ein schwimmender Lernort für verschiedene Zielgruppen. Zentraler thematischer Fokus des durchgeführten Projektes ist das Thema **Energie in Natur und Technik** wozu sich das Forschungsschiff in besonderer Weise eignet. Zur methodisch didaktischen Umsetzung ist das Konzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) zu Grunde gelegt worden.

Die Solar Explorer wurde als Forschungs- und Schulungsschiff für den Einsatz auf dem Werbellinsee konzipiert. Der Werbellinsee ist ein 13 km langer und bis zu 55 Meter tiefer, eiszeitlich geprägter und im geologischen Sinne der Mecklenburgischen Seenplatte zugeordneter Rinnensee mit hoher Gewässerqualität sowie einer hohen Bedeutung für den Landschaftsschutz und den Tourismus. Der Werbellinsee ist einer von vier Großseen innerhalb des UNESCO-Biosphärenreservats Schorfheide-Chorin in Brandenburg.

Der eigentliche Bau des Schiffes wurde Ende 2011 abgeschlossen. Ab Februar 2012 konnte das solarbetriebene Schiff Solar Explorer durch den Eigentümer Kulturlandschaft Uckermark e.V. für Umweltbildungszwecke hergerichtet werden. Die Verzögerung in der Fertigstellung des Schiffes, die für solch ein bundesweit einmaliges Schiff nicht ungewöhnlich erscheinen, haben auch für dieses Projekt im Rahmen der Förderung durch die Bundesstiftung Umwelt zu Veränderungen des geplanten Ablaufs geführt.

Ziel des Förderprojektes war die Entwicklung zielgruppenspezifischer BNE-Bildungskonzepte zum Thema ‚Energie in Natur und Technik‘. Den Erneuerbaren Energien kommt hier die zentrale Rolle zu, da sie für die nachhaltige Energieversorgung Deutschlands und der Welt unabdingbar sind. Zielgruppen sind Schüler*innen unterschiedlicher Klassenstufen und Studierende.

Die Solar Explorer ist durch seine 100 %-ige Energieversorgung durch Sonnenenergie (das Dach besteht aus einer Photovoltaikanlage) gekennzeichnet. Die Anlage lädt die Batterien während der Fahrt auf. Mit vollen Batterien ist eine Fahrtdauer von bis zu 10 Stunden bei trübem Wetter möglich.

Mit dem Vorhaben wurden innovative Bildungsmodule für die Jahrgangsklassen (5.-10. Klasse) allgemeinbildender Schulen speziell für den Unterricht auf dem Forschungsschiff entwickelt. Da die Bildungsmodule nach den Kriterien der BNE konzipiert wurden, wurde weniger die Bedrohung der Natur durch den Menschen thematisiert, als vielmehr Lösungen für die Zukunft in den Mittelpunkt gestellt. Im Sinne der BNE sollen die Bildungsmodule dazu beitragen, die Schüler*innen zu einer nachhaltigen Gestaltung der Zukunft zu befähigen. Im Rahmen der Bildungsmodule ist ein selbstgesteuertes Lernen ermöglicht worden. An diesem Gesichtspunkt orientiert, wurde die Lernform ausgewählt und die Lernmaterialien erstellt. Im Rahmen der Bildungsmodule wird den Schüler*innen ein interdisziplinärer Zugang ermöglicht. Dabei wird besonders das **Thema Sonne als Energie und Lebensspender** durch den natürlichen Energiefluss am Beispiel Ökosystem See sowie die technische Energienutzung am Beispiel Solarenergie veranschaulicht.

Die Konzeption erfolgte so, dass das Bildungsthema durch den Werbellinsee und das solare Forschungsschiff erlebbar wird (eine Übersicht der Inhalte der Bildungsmodule befindet sich in Kapitel 3.4). Die Bildungsmodule sollen der "Naturentfremdung" Jugendlicher entgegenwirken. Dies soll zum einen durch die Vermittlung von Wissen über natürliche Zusammenhänge geschehen. Zum anderen soll dadurch, dass die Nutzung der Natur betrachtet wird, ein Verständnis für das Thema „Nachhaltigkeit“ geweckt werden. In der heutigen Gesellschaft werden Natur und Technik häufig als Gegensätze verstanden. Die Bildungsmodule stellen die Natur jedoch nicht der Technik gegenüber (Umweltrelevanz). Im Rahmen der Bildungsmodule kommen technische Geräte und Medien zum Einsatz. Dadurch kann an die Lebenswelt der Schüler angeknüpft und die Vermittlung der Inhalte auf eine interessante Art und Weise gestaltet werden.

Konkret wurden zwei Bildungskonzepte erarbeitet:

1. Für Schüler*innen der allgemeinbildenden Schulen (5./6. Klasse, 7./8. Klasse, 9./10. Klasse) wurde das Thema „Sonne als Energie- und Lebensspender“ in Form von Lernstationen“ erarbeitet.
2. Für Studierende und Schüler*innen eines Biologie-Leistungskurses wurde das Thema einer nachhaltigen Nutzung eines Klarwassersees anhand des Charakterfisches *Kleine Maräne* unter Einbeziehung von biotischen und abiotischen Aspek-

ten entwickelt. Hier wurde mit einer Lernplattform und interaktiven technischen Methoden gearbeitet, die technisch und pädagogisch Innovationen darstellen.

Die entwickelten Bildungskonzepte wurden umgesetzt und getestet (evaluiert). Dabei wurden über 100 Schüler*innen, Lehrer*innen und Studierende befragt. Die Ergebnisse wurden in die Weiterentwicklung der Module einbezogen.

Der Bericht ist in Einleitung, Hauptteil und Fazit eingeteilt. Im Hauptteil finden sich alle relevanten Informationen zum Ablauf des Projektes und die Darstellung der konzipierten Bildungseinheiten. Im Fazit werden die Erkenntnisse zusammengefasst. Eine Zusammenfassung ist am Anfang des Dokuments zu finden.

3 Hauptteil

3.1 Vervollständigung der Schiffstechnik für die Nutzbarkeit für Lehrzwecke

Im Rahmen des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projektes wurde sowohl die Schiffstechnik (Hard- und Software) für den Anschluss der Umweltbildungsinstrumente vervollständigt als auch die dazu passenden Mess- und Analyseinstrumente für die Gewässeranalyse und Ausstattungsgegenstände für den Schulungsraum beschafft. Die Instrumente für die Schulungen und Forschungen haben einen direkten Bezug zu den Umweltbildungsmodulen, die von den Projektpartnern in diesem Projekt entwickelt wurden.

3.1.1 Vervollständigung der Schiffstechnik

Die Schiffstechnik der Solar Explorer wurde im Zeitraum von März bis Oktober 2012 und März bis September 2013 für die Durchführung von Umweltbildungsveranstaltungen erweitert. Dazu wurden die notwendigen Fachplanungen, Koordinierungsleistungen, Handwerkerleistungen und Programmierungen als Fremdleistungen vergeben.

1. Entwicklung und dem Einbau eines absenkbaren gläsernen Schiffsbodens inkl. Unterwasserbeleuchtung
2. Entwicklung und dem Einbau der Vermessungseinrichtungen (Echolot, Sonar, Fischfinder, zugehörige Software)
3. Integration eines Smartboards in den Schulungsraum der Solar Explorer
4. Integration einer Unterwasserkamera in die Kommunikationseinrichtungen an Bord
5. Lieferung und Montage der Komponenten der Netzwerktechnik und Datenübertragung der Unterwassermesstechnik und der Visualisierung der Solardaten. Montage und Kabelverlegung an Bord
6. Konzipierung und Realisierung der Stromversorgungstechnischen Voraussetzung zum Einsatz der fernsteuerbaren Unterwasserkamera.

3.1.2 Beschaffung von Ausstattungsgegenständen für Umweltbildungszwecke

Der Kulturlandschaft Uckermark e.V. hat die von den Partnern, insbesondere von der Hochschule für nachhaltige Entwicklung (FH) empfohlenen Komponenten im Berichtszeitraum nach dem Gebot der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit durch den Vergleich von drei Angeboten angeschafft.

Im Bereich der Gewässeranalyse und Visualisierung umfasst das die optischen Geräte wie eine Unterwasserkamera, Unterwasserleuchten und ein Side-Scan-Sonar. Die Entnahme und Analysegeräte umfassen Planktonnetze und Wasserkescher, -Gewässer-

Analysematerial und Laborbedarf sowie ein Videomikroskop mit Aufbewahrungscontainer. Für die Visualisierung für große Gruppen wurden ein Smartboard angeschafft und fest im Schulungsraum installiert, ein Schulungslaptop zur Visualisierung und Lizenzen für die Visualisierungssoftware beschafft.

Für die praktische Arbeit mit den Schülern im Schulungsraum wurden weiterhin diverse mobile Aufbewahrungscontainer für die einzelnen Geräte bzw. für die einzelnen Umweltbildungsmodule und Experimentiertische mit passenden Stühlen angeschafft.

Die Materialien und Instrumente stellen die Basis der Umweltbildungsangebote dar. Sie ergänzen die Ausrüstungsgegenstände und -materialien, die durch weitere Fördermittel anderer Zuwendungsgeber beschafft wurden.

Die angeschafften Materialien und Instrumente wurden inventarisiert. Sie wurden jeweils mit einem Aufkleber mit dem Logo des Fördermittelgebers bzw. der Fördermittelgeber und mit der Inventarnummer gekennzeichnet. Eine Liste des Inventars, das im Rahmen des genannten Fördermittelprojektes angeschafft wurde, ist im Anhang zu finden.

Da die Solar Explorer vollständig verglast ist und jedem Einblick ins Innere des Schiffes gibt, lagert der Großteil der mobilen Geräte, während das Boot nicht genutzt wird, nicht an Bord. Während der Saison werden die mobilen Geräte in einem verschließbaren Container in der Nähe des Liegeplatzes der Solar Explorer gelagert. Die einzelnen Instrumente werden für die jeweilige Umweltbildungsfahrt zusammengestellt und jeweils auf das Schiff transportiert und wieder zurück gebracht und eingeschlossen.

3.2 Bildungsansatz: Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)

Das Konzept Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) ist geeignet, Lernenden Kompetenzerwerb zu ermöglichen, der sie dazu befähigt, aktiv die Zukunft im Sinne der nachhaltigen Entwicklung mitzugestalten.

Zwei Aspekte müssen berücksichtigt werden, wenn man Bildungsanlässe konzipiert, die den Kriterien der Bildung für nachhaltige Entwicklung genügen sollen.

Einerseits müssen Themenfelder nachhaltiger Entwicklung behandelt werden. Das heißt, dass die Lernenden sich mit einer inhaltlichen Fragestellung beschäftigen, die Relevanz für den Erhalt einer lebenswerten Zukunft auf unserem Planeten hat und den inter- und intragenerationellen Gerechtigkeitsgedanken in sich trägt. Voraussetzung ist also der schonende und nichtausbeutende Umgang mit der Natur und den natürlichen Ressourcen. In diesem Rahmen soll gerechter, gleichberechtigter und friedlicher Umgang aller

Menschen gewährleistet werden mit einer leistungsfähigen Wirtschaft, von der alle profitieren.

Auf der anderen Seite muss dafür gesorgt werden, dass die Lernenden eine Gestaltungskompetenz erwerben, die sie dazu befähigen, Wissen über nachhaltige Entwicklung anzuwenden und in konkrete Handlungen zu übertragen.

Folgende Teilkompetenzen der Gestaltungskompetenz sind in Anlehnung an das BNE-Portal des Deutschen UNESCO-Kommission e.V. (08.05.2014) besonders relevant:

- Vorausschauendes Denken - bei Entscheidungen, die Auswirkungen auf die Zukunft mit zu berücksichtigen
- Sich interdisziplinäres Wissen aneignen zu können - die Fähigkeit mehrdimensionale Zusammenhänge herstellen zu können
- Sich und andere motivieren können, aktiv zu werden – das Interesse und die Lust entwickeln etwas zu verändern
- Partizipatives Handeln – die Fähigkeit gemeinsam mit anderen Entscheidungsprozesse zu durchlaufen

3.3 Bildung für nachhaltige Entwicklung in Bezug zum Lehrauftrag auf dem solaren Schulschiff

3.3.1 Monografie und PowerPoint Präsentation

Eine Recherche von bestehenden Bildungsmodulen ist mit besonderer Ausrichtung auf das Biosphärenreservat bzw. auf den Werbellinsee erfolgt. Es hat sich gezeigt, dass keine ausreichend konkreten Materialien vorhanden waren. Seitens des Landesamtes für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz wurde eine Monografie über den Werbellinsee sowie eine Aufgabendarstellung des Biosphärenreservats als Text und als PowerPoint-Präsentation erarbeitet. Die Präsentation wird auf dem Solar Explorer eingesetzt und steht den jeweiligen Bildungsverantwortlichen auf dem Schiff zur Verfügung (Präsentation siehe Anhang).

3.3.2 Bildungsmodule und Lernstationen

Als Themenfelder nachhaltiger Entwicklung kommen auf dem Schiff einerseits das Ökosystem See und die Relevanz der Sonne in diesem Ökosystem und andererseits die technische Nutzung von Sonnenenergie in Form von Stromerzeugung zum Tragen. Hierbei wird besonderes Augenmerk darauf gelegt, zu verdeutlichen, dass ein Ökosystem wie der Werbellinsee ein Teil der ihn umgebenden Umwelt ist und von ihr und auch von unserem Handeln beeinflusst wird. Die Lernenden sollen erkennen, dass sie durch ihr Handeln Einfluss auf den Erhalt ihrer nahen und fernen Umwelt haben.

Die Nutzung von Sonnenenergie zur Stromerzeugung veranschaulicht nachhaltiges Wirtschaften und gibt einen Einblick, wie die zukünftige Stromversorgung nachhaltig gewährleistet werden kann.

Der Gestaltungskompetenzerwerb wird auf dem Schiff in den Bildungsfahrten unterstützt, in dem in Form einer Lernwerkstatt mit verschiedenen Lernstationen gearbeitet wird.

Unterschiedliche Lernzugänge sollen sicherstellen, dass ein Auseinandersetzungsprozess in Gang kommt. Die Lernenden arbeiten unter Begleitung selbständig experimentell, forschend und kreativ. Forschender Wissenserwerb über Arbeitsaufträge kombiniert mit Reflexionsfragen regen die Lernenden dazu an, sich im Team mehrdimensionale Zusammenhänge zu erschließen. Bezüge zum Lebensalltag werden hergestellt und die Lernenden über verschiedene Gesprächsanlässe motiviert, eigene Handlungsideen zu entwickeln (MOOZ, EBERT IN SCHUBERT ET.AL. 2013)

3.4 Übersicht über die entwickelten Bildungsmodulare

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die entstandenen Bildungsmodulare.

Das Modul „Sonne als Energie und Lebensspender“ wurde vom UfU entwickelt. Es wurde differenziert nach den Jahrgangsstufen 5/6, 7/8, 9/10. Jedes Modul basiert auf 8 Lernstationen.

Das Thema der Solarenergie und die technische Nutzung der Solarenergie auf dem Schiff wurden in den Bildungsmodulen der DGS vertieft. Auch hier wurden jahrgangsdifferenzierte Module entwickelt. Das UfU hat in der Lernstation „Energie für das Schiff“ dieses Thema auch eingebaut.

Das LUGV hat Bildungsmodulare erstellt, die geologische und touristische Aspekte des Werbellinsees behandeln.

An der HNEE wurde ein Bildungsmodul mit 5 Teilbereichen erarbeitet, die gewässerökologische Aspekte in den Fokus nehmen.

Tabelle 1: Themenübersicht; Themen, gemäß Antrag, und deren Umsetzung in Modulen für unterschiedliche Altersstufen

Themen	Grundschule	Sekundarstufe I (5./6. Klasse)	Sekundarstufe I (7./8. Klasse)	Sekundarstufe I (9./10. Klasse)	Berufsbildende Schulen	Sekundarstufe II / Hochschule	Erwachsene
Energie <ul style="list-style-type: none"> Energie für die Pflanzen-Fotosynthese Aus Sonne wird Strom-Fotovoltaik Nahrungsbeziehungen Energie für das Schiff Energie im Alltag Erneuerbare und nichterneuerbare Energiequellen Sonne als Energie- und Lebensspender Leben am und im Werbellinsee Treibhauseffekt 		URU	URU	URU	URU		
		URU	URU	URU	URU		
		URU	URU	URU	URU		
		URU	URU	URU	URU		
		URU	URU	URU	URU		
		URU	URU	URU	URU		
		URU	URU	URU	URU		
		URU	URU	URU	URU		
		URU	URU	URU	URU		
		URU	URU	URU	URU		
Forschungsschiff und Werbellinsee <ul style="list-style-type: none"> Solare Erträge, Solarantrieb des Schiffes incl. Speicherung des Stroms 		DGS	DGS	DGS	DGS	DGS	DGS
<ul style="list-style-type: none"> Energieeffizienz- Schiffs widerstand, Strömungstechnik, Rumpfform Lebensraum See 			DGS	DGS	DGS	DGS	DGS
<ul style="list-style-type: none"> Landschaftsentstehung – Entstehung des Werbellinsees nach der Eiszeit, Geomorphologie, Wechselwirkung mit dem Lebensraum Wasser, nationaler Geopark, Verstehen durch anschauliche Animation Solarmotoren und Lebensraum Wasser – Energieruss im See (Lebewesen, trophische Ebenen, Energiefluss), Vermittlung der Flora und Fauna 		LUGV	LUGV	LUGV	LUGV	LUGV	LUGV
<ul style="list-style-type: none"> Gewässeruntersuchung mit Gewässerproben bis zu 50 m mit bodenlager Laborausrüstung (Temperatur, Sauerstoffgehalte, Plankton etc.), Sedimentproben aus verschiedenen Seetiefen, Visualisierung der Lebensräume des Wasserkörpers bis zur größten Tiefe Dreidimensionalität des Wasserkörpers – Möglichkeiten und Grenzen der Datenauswertung, Datenbanken und Geografische Informationssysteme Nachhaltiger Tourismus, Regionalentwicklung (Walnaturerbe Buchenwald Grumsin) 		LUGV	LUGV	LUGV	LUGV	LUGV	LUGV
Auswertung und Präsentation <ul style="list-style-type: none"> Interaktive Eingabe von Messdaten, grafisch-inhaltliche Auswertungsmöglichkeiten, Umweltbewertung von Datenreihenfolgen durch Einsatz eines ArcGIS Servers (die von den Schülern erhobenen Daten werden per Mausclick in eine Datenbank geladen und sofort auf einer Webseite, einer ArcGIS Server Applikation gestellt); 						HNEE	
URU: Unabhängiges Institut für Umweltfragen HNEE: Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH) DGS: Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie, LV Berlin BRB LUGV: Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg							

3.5 Der methodische Ansatz der Bildungsmodule der Jahrgangstufen 5-10

3.5.1 Zielstellung

Die Zielstellung war es, partizipationsorientierte Bildungsmodule für jeweils zwei Stunden zu entwickeln. Die didaktische Basis ist das Konzept der Bildung für nachhaltige Entwicklung. Die Schüler*innen und Studierende sollen sich selbständig mit den Phänomenen der Sonnenenergie auseinandersetzen und erkennen, welche Funktion die Sonne in der Natur, insbesondere im Gewässer, hat. Aber auch die technische Nutzung zur Stromerzeugung soll ihnen veranschaulicht werden. Welche Rolle Energie im Allgemeinen und Sonnenenergie im speziellen in ihrem Lebensalltag spielt bzw. spielen kann, sollen sie sich selbst erschließen.

Auf dem Schulschiff erlerntes Wissen im Alltag in konkreten Handlungen umzusetzen, ist das grundlegende Ziel, nach dem die Bildungsmodule konzipiert wurden.

3.5.2 Konzeption

Die an der HNEE erstellte Masterarbeit „Konzeption von 3 zielgruppenorientierten Bildungsmodulen zum Thema „Energie in Natur und Technik“ für das Forschungsschiff des Biosphärenreservats Schorfheide-Chorin nach Kriterien einer Bildung für nachhaltige Entwicklung“ von Daniela Getto (GETTO 2011) bildet die Grundlage für die erstellten Bildungsmodule der Jahrgangsstufen 5 bis 10.

Die Arbeitsmethode „Lernstationen“ wurde für alle Module gewählt, da sie geeignet ist, im Sinne des Bildungskonzeptes Bildung für nachhaltige Entwicklung ausgestaltet zu werden. Das Schulschiff als außerschulischer Lernort soll genutzt werden, um praxis- und umgebungsbezogen zu lernen. Vielfältige und differenzierte Lernsequenzen zu gestalten, lässt sich über Lernstationen optimal realisieren. Die Lernstationen sind so aufgebaut, dass jeweils eine Schüler*innengruppe von 3 bis 5 Personen mithilfe des jeweiligen Arbeitsauftrages im Laufheft die Station selbständig im Team absolvieren kann. Für ev. Rückfragen stehen ein bis zwei Lernbegleiter*innen zur Verfügung.

Inhalte, Fachtermini und Symbolsprache wurden zwischen der DGS, dem UfU und der HNEE abgestimmt. Die Evaluierungen der Module wurden in Absprache mit dem Schiffseigentümer KLU e.V. sowie den Kooperationspartnern UFU und DGS organisiert, vorbereitet und durchgeführt. Die Durchführung der Evaluierungen leitete jede Entwicklerinstitution für ihre erstellten Lehrmaterialien selbstständig.

3.5.3 Aufbau der Bildungsmodule

Im Folgenden werden die drei jahrgangsdifferenzierte Bildungsmodule zusammen vorgestellt. Sie sind aufgebaut in „Einstieg“, „Lernstationsarbeit“ und „Abschluss“. Es werden jeweils die Bezüge zu den obengenannten Zielen erläutert. Die Erfahrungen und Rückschlüsse aus den Erprobungsfahrten finden sich im jeweiligen Abschnitt.

3.5.3.1 Einstieg

Die Schulklasse wird als erstes von dem Kapitän auf dem Schiff begrüßt und bekommt vom ihm eine Sicherheitseinweisung. Dann legt das Schiff ab. Dabei gibt die/der Bildungsbegleiter*in kurze Erläuterungen zum Ablauf der Bildungsfahrt. Offene Fragen werden an dieser Stelle geklärt.

Ursprünglich war vorgesehen, im Klassenverband frontal eine Einstiegsrunde durchzuführen. Diese sollte dazu dienen die Schüler*innen auf das Themenfeld „Sonne als Energie- und Lebensspender“ einzustimmen. In der Erprobung stellte sich heraus, dass die Schüler*innen diese Methode boykottierten. Sie erinnerte sie zu stark an den Schulunterricht.

Im Gegensatz dazu steht bei den Erwartungen an eine Fahrt mit dem Solar-Schiff der Erlebnischarakter im Vordergrund. Um diese Erwartungen nicht gleich zu Beginn der Fahrt zu enttäuschen, wird deshalb nach einer kurzen Einführung zu Regeln und Ablauf gleich mit der Lernstationsarbeit begonnen. Den begleitenden Lehrer*innen wird das Material des Einstiegs zur Verfügung gestellt, so dass sie es im Unterricht aufgreifen können. Teilweise wird das Material auch in der Abschlussrunde verwendet.

3.5.3.2 Didaktik bei den Lernstationen

Die Schüler*innen teilen sich in 7 bis 8 Gruppen zu je 3-5 Personen auf. Jede*r Schüler*in bekommt die 8 Arbeitsblätter zu den Lernstationen. Die Lernstationen werden selbstständig im Team erledigt. Die/der Bildungsbegleiter*in unterstützt bei Bedarf. Die Grundhaltung ist die der Lernbegleitung, d.h. sie/er unterstützt bei der Lösungsfindung.

Die Lernstationen haben keine festgelegte Reihenfolge. Ist eine Gruppe mit einer Lernstation fertig, kann sie zur nächsten gehen. Den Schüler*innen ist es erlaubt als Team über Pausen selbstständig zu entscheiden. Die Fahrt mit dem Schiff ist ein besonderes Erlebnis und es soll Zeit gegeben werden, die Umgebung wahrzunehmen.

Den Abschluss jeder Lernstation bildet eine Reflexionsfrage, die die Schüler*innen dazu anregt eigene Schlussfolgerungen und Überlegungen anzustellen bzw. Bezüge zu ihrem

Alltag herzustellen. Hier sind alle Antworten zulässig und erlaubt. Es gibt kein richtig oder falsch, da es sich entweder um Hypothesen handelt oder um kreative Lösungsansätze. Lediglich nicht sachbezogene Antworten werden zurückgewiesen. Da für viele Lehrer*innen diese Herangehensweise ungewohnt ist, ist es notwendig, dass sie hierzu Erläuterungen durch die/den Bildungsbegleiter*in erhalten.

3.5.3.3 Abschluss

Zum Abschluss der Fahrt werden alle Schüler*innen zusammengeholt und es wird eine gemeinsame Reflexionsrunde durchgeführt. Der Schwerpunkt der Reflexion liegt darauf, dass die Schüler*innen aus dem Gelernten Handlungsoptionen für den Alltag benennen und diskutieren. Auch interessante Fragestellungen, die sich in einzelnen Teams herausgestellt haben, werden in der großen Gruppe nochmal aufgegriffen. Vorgesehen war, in dieser Zeit den Begriff der Energie gemeinsam bildhaft auf dem Smartboard zu beleuchten. Die Erfahrungen aus den Probefahrten zeigten, dass die Schüler*innen auch am Ende der Fahrt keine große Lust mehr hatten und der gesamten Gruppen an einem Thema zu arbeiten. Sie waren eher erschöpft und nicht bereit mit einander in Austausch zu treten.

Den begleitenden Lehrer*innen fällt also die Aufgabe zu, die sich ergebenden Ansätze im Schulalltag aufzugreifen und fortzuführen. Wir haben uns deshalb auf eine kurze Abschlussrunde beschränkt, in der dringende Fragen gestellt werden konnten und wir um ein Feedback baten.

3.6 Bildungsmodule ‚Sonne als Energie und Lebensspender‘ – Zielgruppe: Jahrgangsstufen 5 bis 10

Die Zielstellung für das Unabhängige Institut für Umweltfragen UfU e.V. war es, partizipationsorientierte Bildungsmodule für die Jahrgangsstufen 5 bis 10 zu entwickeln. Inhaltlich liegt den für jeweils zwei Stunden konzipierten Modulen der ganzheitliche Grundgedanke „Sonne als Energie- und Lebensspender“ zugrunde.

3.6.1 Inhalte der Lernstationen

Das Thema „Sonne als Energie- und Lebensspender“ bildet die thematische Basis der Lernstationen. Hierdurch können systemische Zusammenhänge über die Sonne zusammengeführt werden. Die Sonne als Lebensspender wird über das Ökosystem See erfahrbar gemacht. Über das Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin wird der Bogen geschlossen zur ganzheitlichen Betrachtungsweise verschiedener miteinander korrespondierender

Systeme: das Ökosystem See, das Ökosystem Wald und Flur, sowie die Lebensräume der Menschen in den Ortschaften, die Landwirtschaft, auch wirtschaftlichen Zentren wie Eberswalde. Hierbei wird im Biosphärenreservat beispielhaft über nachhaltige Gesellschaftsgestaltung nachgedacht, Ideen entwickelt und schrittweise erprobt.

Die Module sind jeweils altersgerecht modifiziert für die Jahrgangsstufen 5/6, 7/8 und 9/10. Jedes Modul besteht aus acht Lernstationen:

Lernstation	Benötigtes Material
1. Energie für die Pflanzen- Fotosynthese	Secci-Scheibe
2. Aus Sonne wird Strom-Photovoltaik	Solarzellen, Verbraucher, Kabel
3. Nahrungsbeziehungen	Planktonnetze, Bionokulare
4. Energie für das Schiff	Globalstrahlungsmesser
5. Energie im Alltag	
6. Erneuerbare und nicht erneuerbare Energiequellen	Taschenrechner
7. Sonne als Energie- und Lebensspender	
8. Leben am und im Werbellinsee	Fernglas

Die detaillierte Darstellung der jeweils acht Lernstationen mit Arbeitsbögen für die verschiedenen Jahrgangsstufen befindet sich im Anhang.

3.6.1.1 Lernstation 1 „Energie für die Pflanzen-Photosynthese“

An dieser Lernstation bestimmen die Schüler*innen mithilfe einer Secci-Scheibe die Sichttiefe des Sees. Aus der Sichttiefe errechnen sie dann die Tiefe des Sees bis zu welcher Pflanzen Photosynthese betreiben können.

Wie die Photosynthese funktioniert, lernen bzw. wiederholen sie in Grundzügen, je nach Altersstufe. Die Arbeitsblätter haben nach Jahrgangsstufen unterteilt einen anderen Vertiefungsgrad.

Die Schüler*innen erkennen, dass auch Pflanzen im Wasser Sauerstofflieferanten sind, und wichtiger Bestandteil des Ökosystems sind.

Die Reflexionsfrage dieser Station lautet: Was glaubt ihr woher das Kohlendioxid (CO₂) im Wasser stammt? Diese Information haben sie nicht in dieser Lernstation erhalten und sie sind dazu aufgefordert, selbständig zu überlegen, wie die Zusammenhänge sind.

Aus den Erprobungsfahrten haben sich vor allem praktische Änderungen ergeben in der Handhabung mit der Secci-Scheibe. Sie muss immer auf der sonnenabgewandten Seite benutzt werden, es muss darauf geachtet werden, dass sie mit einem Karabinerhaken am Geländer befestigt ist, damit sie nicht verloren geht. Und das Boot muss komplett zum Stillstand kommen, damit die Messung durchgeführt werden kann.

3.6.1.2 Lernstation 2 „Aus Sonne wird Strom“

An dieser Lernstation erkennen die Schüler*innen, dass Sonnenlicht in einer Solarzelle in Strom umgewandelt werden kann. Sie stellen selbst Stromkreise her und versorgen verschiedene Verbraucher mit Strom aus Sonnenenergie. Sie erfahren, dass der Stromertrag von der Sonneneinstrahlung abhängig ist.

Wie eine Solarzelle aufgebaut ist, erfahren die Schüler*innen ab Klasse 7. Ab Klasse 9 werden die Begriffe eines Halbleiters abgefragt. Die Schüler*innen erkennen, dass die Sonne ein erneuerbarer Energieträger ist, wir aber die Bereitstellung nicht beeinflussen können.

Die Reflexionsfrage lautet: „Schaut euch auf dem Schiff um, wo sind die Solarzellen und wo ist der Motor? Wie kann es sein, dass das Schiff auch fährt, ohne dass die Sonne scheint?“. Hier ist es erforderlich, dass die Schüler*innen Wissen aus dem Alltag (Batterie als Energiespeicher) mit neu Gelerntem (Funktion einer Solarzelle) verknüpfen. Die Erprobungsfahrten haben gezeigt, dass sie zwar erstaunt sind, dass Solarzellen keine Stromspeicher sind, aber dass sie ganz schnell auf die Idee kommen, dass hier Akkus zum Einsatz kommen.

Auch zeigten die Erprobungsfahrten, dass die Schüler*innen mit sehr viel Spaß und Kreativität eigene Stromkreise herstellen und dass sich die Gruppenarbeit hier ganz besonders bewährt.



Abbildung 1: Solarkreise

3.6.1.3 Lernstation 3 „Nahrungsbeziehungen“

Mit Hilfe eines Planktonnetzes sammeln die Schüler*innen Lebewesen des Werbellinsees und betrachten sie im Binokular. Mithilfe von Abbildungen auf dem Aufgabenblatt sollen sie diese bestimmen. Die zweite Aufgabe soll ihnen aufzeigen, wie die Nahrungskette im Werbellinsee aufgebaut ist.

Sie erfahren wieder, dass die Sonne eine wesentliche Rolle spielt, um das Ökosystem See am Leben zu erhalten und dass auch die Menschen davon profitieren, in dem sie die Fische verzehren.

Die Reflexionsaufgabe lautet: Überlegt euch, warum eine Nahrungskette nicht unendlich lang sein kann. Die Erkenntnis soll bei den Schüler*innen reifen, dass es sich nicht um einen geschlossenen Kreislauf handelt, sondern dass immer wieder Sonnenenergie zugeführt werden muss, um das System aufrecht zu erhalten.

Auf den Erprobungsfahrten war diese Lernstation besonders spannend, da die Schüler*innen fasziniert sind, von dem Leben, das sie in den Wassertropfen finden. Viele fragten sich, ob man dieses „lebendige Wasser“ auch trinken kann und ob in unserem Trinkwasser auch Plankton enthalten ist.

Die Erprobungsfahrten zeigten, dass man an dieser Lernstation nicht mit dem Mikroskop arbeiten kann. Im Mikroskop etwas erkennbar zu machen, bedarf etwas Erfahrung und Fingerspitzengefühl.



Abbildung 2: Arbeit mit Binokularen

Lernstation 4 „Energie für das Schiff“

Das Schiff als Inselsystem wird an dieser Lernstation veranschaulicht. Die Schüler*innen messen die momentane Globalstrahlung und sollen daraus schlussfolgern, ob die Stromversorgung durch die Solarmodule momentan für den Schiffsantrieb ausreicht oder ob die Akkus dafür entladen werden.



Abbildung 3: Messung der Globalstrahlung

Sie erkennen, dass ein Inselsystem seine Grenzen hat und beispielsweise im Winter nicht funktioniert, es aber Vorteile hat, autark zu sein.

Leider funktionierte während der Probefahrten die Leistungsanzeige der Solarmodule und des Motors nicht, so dass man die Annahmen nicht verifizieren konnte. Die Schüler*innen konnten aber den Schiffskapitän fragen, der Auskunft darüber geben konnte.

Die Jahrgangsstufen 9 und 10 sollen zusätzlich ausrechnen, was die theoretische Maximalleistung der Solarmodule des Schiffes sind. Ursprünglich war eine vereinfachte Rechnung zur Leistungsermittlung auch für die die Jahrgangsstufe 7 und 8 vorgesehen. Dies stellte sich aber als zu schwierig heraus, sodass wir diese Berechnung nicht in die Arbeitsblätter aufgenommen haben.

Auf den Erprobungsfahrten stellte sich heraus, dass es für die Schüler*innen schwierig ist in den richtigen Einheiten zu rechnen.

3.6.1.4 Lernstation 5 „Energie im Alltag“

An dieser Lernstation stellen die Schüler*innen Bezüge zu ihrem Alltag her, in dem sie überlegen, wofür sie den Tag über elektrische Geräte benötigen. Die Jahrgangsstufe 9 und 10 soll auch über die Nutzung anderer Energieformen nachdenken und den Energiebedarf und CO₂-Verbrauch verschiedener Länder vergleichen.

Hier wird ein Bogen geschlagen zur eigenen Lebenswelt, die auch auf dem Schiff präsent ist, z.B. durch die Handys. Die Schüler*innen sollen erkennen, dass die Nutzung von Energie alle Lebensbereiche betrifft und nicht getrennt voneinander betrachtet werden kann.

Die Reflexionsaufgaben lauten: „Überlegt auf welche Geräte ihr verzichten könntet und welche unbedingt nötig sind.“, „Welche Möglichkeiten fallen euch ein, um elektrische Energie zu sparen?“, „Warum sollte man Energie sparen?“. Die 9 und 10. Klässler*innen sollen diskutieren, wodurch die extremen Unterschiede im CO₂ Verbrauch der Länder zustande kommen.

Es soll mit diesen Aufgaben eine Anregung dazu gegeben werden, den eigenen Energiekonsum kritisch zu betrachten und zu überlegen, ob man nicht sparsamer mit den vorhandenen Ressourcen umgehen könnte.

3.6.1.5 Lernstation 6 „Erneuerbare und nicht-erneuerbare Energiequellen“

An dieser Lernstation bekommen die Schüler*innen einen Einblick welche verschiedenen Energiequellen es gibt und warum fossile Energieträger zur globalen Erwärmung beitragen. Hier wird Bezug genommen zu Wissen, dass sie schon haben und darauf fokussiert

zu zeigen, dass wir mit der alltägliche Nutzung von Strom, immer auch CO₂ erzeugen. Alle Jahrgangsstufen bekommen altersgerechte Rechenaufgaben, die Mengen an CO₂ bei jeweiliger Nutzung veranschaulichen.

Hier wird nochmal der Erkenntnisgewinn vertieft, dass man durch sein eigenes Handeln Einfluss auf die CO₂-Menge, die man selbst verursacht, nehmen kann,.

In den Probefahrten hat sich gezeigt, dass die anfänglich formulierten Rechenaufgaben zu kompliziert waren. Diese wurden daraufhin angepasst und es zeigte sich, dass die Schüler*innen in der Teamarbeit die Aufgaben lösen konnten.

3.6.1.6 Lernstation 7 „Sonne als Energie und Lebensspender“

An dieser Lernstation sollen die Schüler*innen mittels Zuordnungen erkennen, worauf die Sonne überall Einfluss hat. Die Erkenntnis, dass ohne die Sonne ein Leben auf der Erde nicht möglich wäre, wird ermöglicht.

Die Reflexionsfrage „Was glaubt ihr, warum mögen die Menschen lieber Sonnentage als Regentage?“ streift ganz bewusst den emotionalen Bereich. Hiermit wird angeregt zu begreifen, dass wir Menschen Wesen mit Vorlieben und Abneigungen sind und dass uns Veränderungen, die durch die Klimaerwärmung entstehen, auch in unserem Empfinden negativ beeinflussen können.

In den Probefahrten hat sich diese Lernstation in seiner ersten Variante als praktikabel erwiesen.

3.6.1.7 Lernstation 8 „Leben am und im Werbellinsee“

In dieser Lernstation sollen die Schüler*innen das Leben im und um den Werbellinsee beobachten und zeichnerisch wiedergeben. Dazu haben sie eine erste bildliche Vorlage, die sie ergänzen sollen.

Diese Lernstation war anfänglich noch nicht vorgesehen. Wir haben sie jedoch ergänzt, da sich zeigte, dass einigen Schüler*innen bei den rein kognitiven Lernstationen etwas fehlte. Wir haben ganz bewusst eine kreativ-ästhetische Lernstation entworfen, bei der die Schüler*innen ihre Umgebung mit etwas Muße betrachten sollen und so einen ganz eigenen Gesamteindruck bekommen. Sie erkennen durch ihre Beobachtungen, dass der Werbellinsee ganz unterschiedliche Lebensräume bietet, die aber immer jeweils miteinander in Verbindung stehen und dass der Mensch überall präsent ist und Einfluss auf die Gegebenheiten des Sees nimmt.

Es sind auf den Probefahrten teilweise sehr beeindruckende Zeichnungen entstanden, die uns darin bestätigt haben, dass wir diese Lernstation ergänzt haben.

3.6.2 Fazit

Die konzipierten Bildungsmodule haben sich als praktikabel erwiesen. Aus den Erfahrungen der Erprobungsfahrten ergaben sich einzelne Justierungen, so dass nun anwendungstaugliche Bildungsmodule zur Verfügung stehen.

Die Arbeit mit Lernstationen hat sich auf den Probefahrten bewährt. Alle Schulklassen haben interessiert, diszipliniert und selbständig gearbeitet. Die einzelnen Teams wurden von uns per Zufallsprinzip gebildet, was sich auch bewährt hat. Bis auf einzelne Ausnahmen haben die Teams sich auch als Gruppe verstanden und gemeinsam gearbeitet und sich untereinander geholfen.

Für die begleitenden Lehrer*innen war es oft kaum zu glauben, dass ihre Schüler*innen so selbständig und begeistert arbeiten können. Dies liegt natürlich einerseits an dem spannenden Lernort, der per se Interesse weckt, aber auch daran, dass man den Schüler*innen zutraut, dass sie eigenverantwortlich agieren können.

In unserer Rolle als Lernbegleiter*in standen wir für Fragen der Schüler*innen zur Verfügung, die sich meist auf praktische Handhabungen bezogen, wie den Einsatz der Seccischeiben oder ähnliches. Fachliches haben sie sich in aller Regel im Team erarbeitet.

Es zeigte sich, dass Frontaleinheiten auf dem Schiff ungeeignet für diese Altersstufen sind. Diesbezüglich wurden die Bildungsmodule abgeändert und weitestgehend auf frontale Lerneinheiten verzichtet.



Abbildung 4: Arbeit in Lernstationen

3.7 Bildungsmodule ‚Alle Energie kommt von der Sonne‘ – Zielgruppe: Jahrgangsstufen 9 bis 12

Die Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie, Landesverband Berlin Brandenburg e.V. (DGS) hat im Zeitraum März bis Juni 2012 auf Grundlage der Schiffsspezifika der Solar Explorer die Bildungsmodule (im Folgenden B) B₉ „Schiff als photovoltaisches Inselsystem“ für die Jahrgangsstufen 9 bis 12 und B₁₀ „Schiffswiderstand, Strömungstechnik, Rumpfform“ für die Sekundarstufe II erarbeitet.

Diese Module werden wegen ihres komplexen Anspruches erst ab der Sekundarstufe I (9. bis 10. Klasse) und in inhaltlich erweiterter Form für die Sekundarstufe II angeboten. Wegen des speziellen Bezuges auf die technischen Zusammenhänge zur Solar Explorer konnte auf keine bereits bestehenden Bildungsmodule zu diesen Themen zurückgegriffen werden. Eine umfangreiche Ausarbeitung war somit erforderlich.

Zudem leistete die DGS inhaltlichen und praktischen Input (theoretischer Inhalt, Bildmaterial, Methodik sowie praktische Materialien zum Experimentieren) für alle die Photovoltaik betreffenden Bildungsmodule des Bildungsangebotes auf der Solar Explorer.

3.7.1 Erarbeitung neuer interaktiver Module und Definition der zu beschaffenden Komponenten und Geräte

3.7.1.1 Bildungsmodul B₉ „Schiff als photovoltaisches Inselsystem“

Das Bildungsmodul B₉ „Schiff als photovoltaisches Inselsystem“ baut auf den Bildungsmodulen einiger Pflichtstationen (Energie-Einführung, B₂ Photovoltaik, B₄ Solarantrieb des Schiffes) auf. So werden einführend die Energiebegriffe und Formen der Energieumwandlung behandelt, um ein Grundverständnis für die Photovoltaik zu vermitteln.

Für die Wahlstation B₇ „Solarexperimente“ wurden ebenfalls durch die DGS Inhalt, Methodik und Experimentiermaterialien bereitgestellt. Es wurden für alle Jahrgangsstufen geeignete und einfach zu verschaltende Solarzellmaterialien sowie Messgeräte (Solarstrahlungsmessgerät, Luxmeter, Multimeter) beschafft. Über die einfachen Experimentiermaterialien hinaus kann der fortgeschrittene Lerner mit dem Solarstromkoffer von der Firma Cristiani experimentieren. Darin wird über ein Solarmodul Solarstrom erzeugt; dieser wird über einen Laderegler in einem Akku gespeichert. Verschiedene Verbraucher sowie Strom- und Spannungsmessgeräte verdeutlichen bei unterschiedlichen technischen Verschaltungen das Wirkprinzip.

Über die verschiedenen Experimente wird auf anschauliche Weise fundiertes Wissen über Solarstromerzeugung und die Komponenten der Solarstrom-Inselanlagentechnik vermittelt und vertieft. Diese verdeutlichen das Prinzip eines photovoltaischen Inselsystems wie es auf Solar Explorer auch genutzt wird.

Um die technische Struktur der Solar Explorer für den Laien bzw. Schüler verständlich sichtbar zu machen, wurde Übersichtsmaterial erarbeitet und zusammengestellt. Dieses Material stellt die Daten zu den einzelnen Systemkomponenten sowie eine schematische Darstellung (Module, Laderegler, Batterie, Inverter, Verbraucher) sowohl für den Schiffsantrieb als auch für das sehr komplexe Bordsystem vereinfacht dar (siehe Abbildungen 5, 6, 7). Weiterführende Informationen zu den Solarmodulen befinden sich im Anhang.

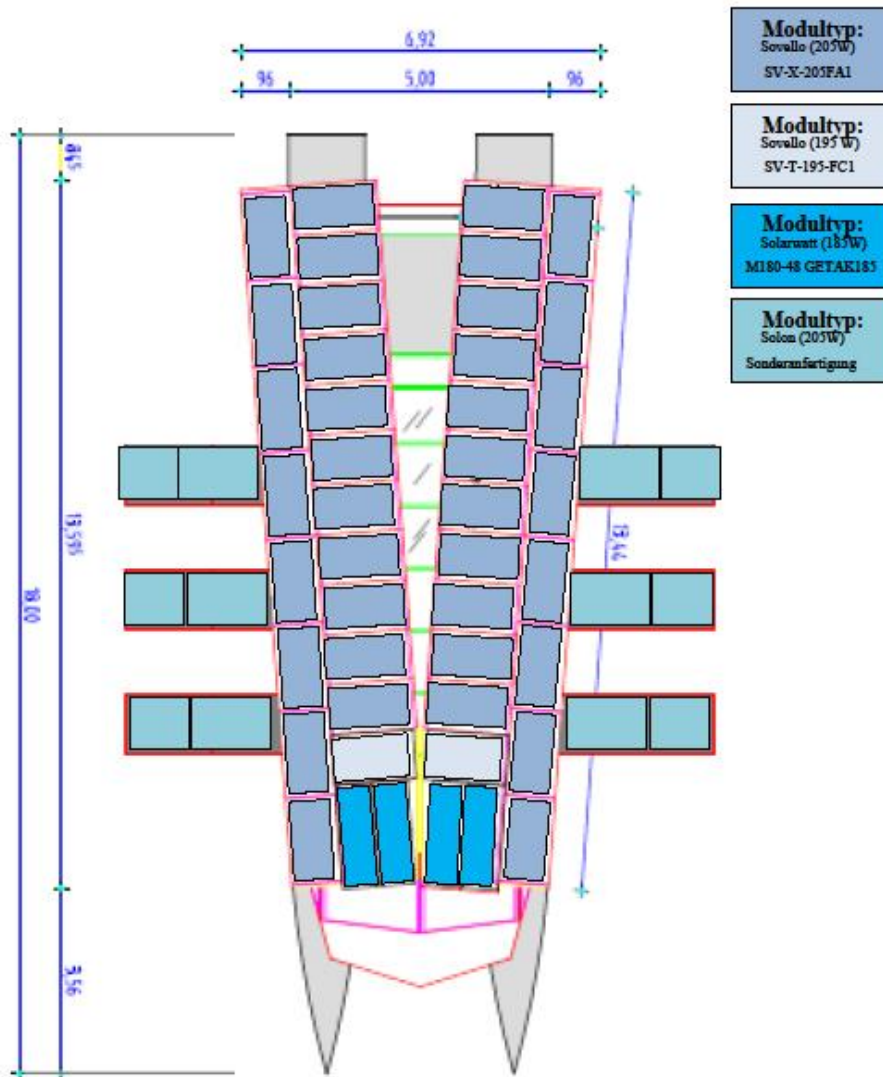


Abbildung 5: Modulbestückung

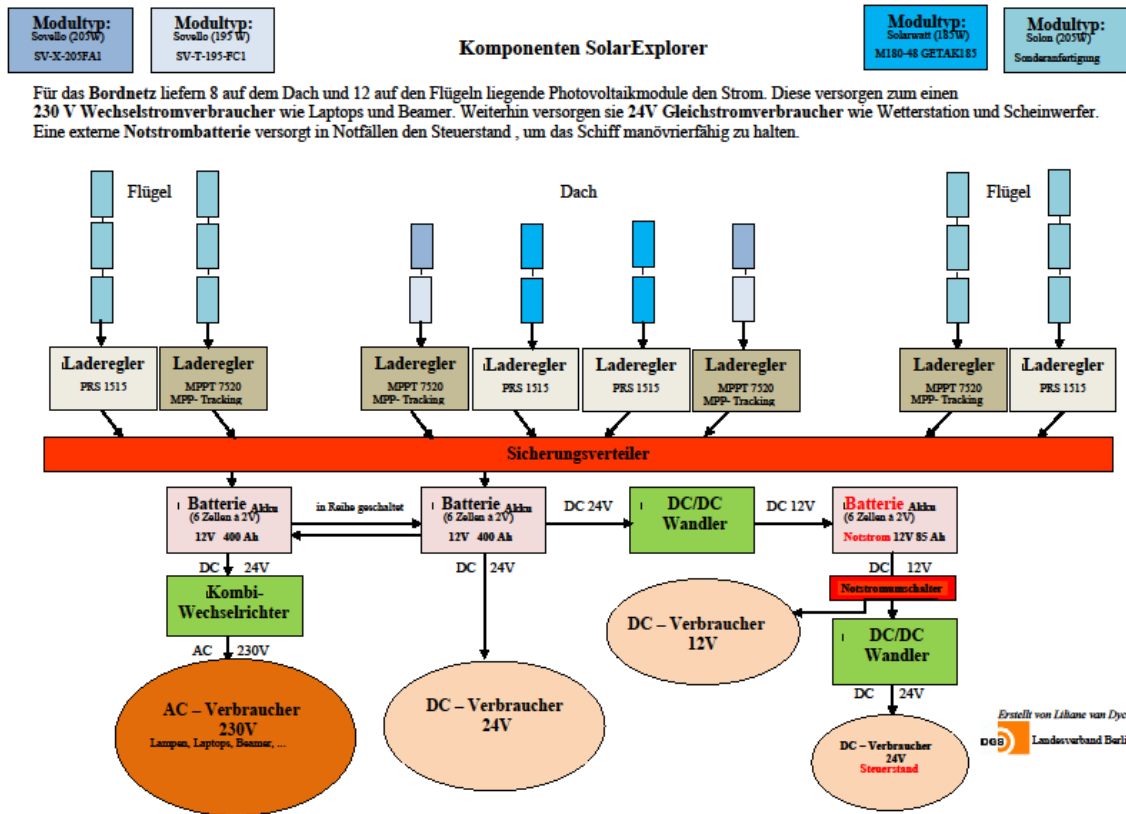
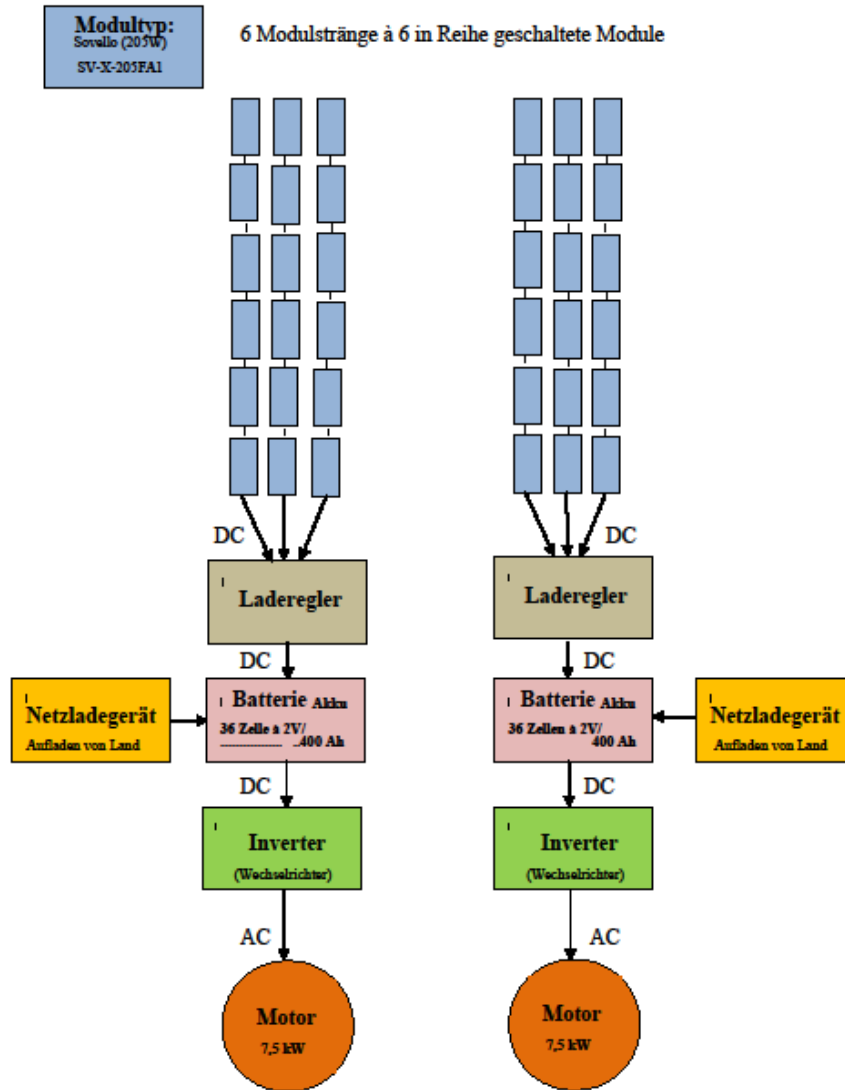


Abbildung 6: Komponenten des Bordsystems

Komponenten SolarExplorer

Für den Schiffsantrieb liefern 36 auf dem Dach liegende Photovoltaikmodule den Strom.



Erstellt von Liliane van Dyck
Landesverband Berlin

Abbildung 7: Komponenten des Antriebssystems

Das Bildungsmodul zum PV-Inselsystem B9 wurde differenziert auf die Jahrgangsstufen Sek. I und II ausgerichtet und im Design der übrigen Module gestaltet.

Zielstellung des Bildungsmodules B9 ist das Verstehen der Zusammenhänge von jahreszeitlich bedingtem Energieeintrag durch den Solargenerator, der Batterienutzung und des Energieverbrauches. Es werden zusätzliche ertragsmindernde oder –beeinflussende Faktoren innerhalb des PV-Inselsystems betrachtet, die für eine sinnvolle Auslegung eines solaren Inselsystems ausschlaggebend sind.

Die Arbeitsblätter sind in Form einer zu berechnenden Energiebilanz gestaltet. Je nach Altersstufe werden vereinfachte bzw. erweiterte technische Parameter berücksichtigt.

So werden für die Jahrgangsstufen 9 und 10 das Strahlungsangebot mittels Globalstrahlungsmessgerät gemessen und die wirksame Generatorfläche unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades der Module berechnet, um die damit verbundene ideale Leistung des Solargenerators zu ermitteln. Wie über die Anzeigetafel der SolarExplorer erkennbar ist, weicht dieser theoretische Wert von der realen momentanen Leistung ab. Hier setzt die komplexe Betrachtungsweise ein, die verschiedene leistungsmindernde Faktoren (z.B. Umwandlungs- und Leitungsverluste, Temperatureinflüsse, Verschmutzung, spektrale Abweichungen etc.) thematisiert. Abschließend wird eine vereinfachte Energiebilanz des solaren Antriebsystems erstellt.

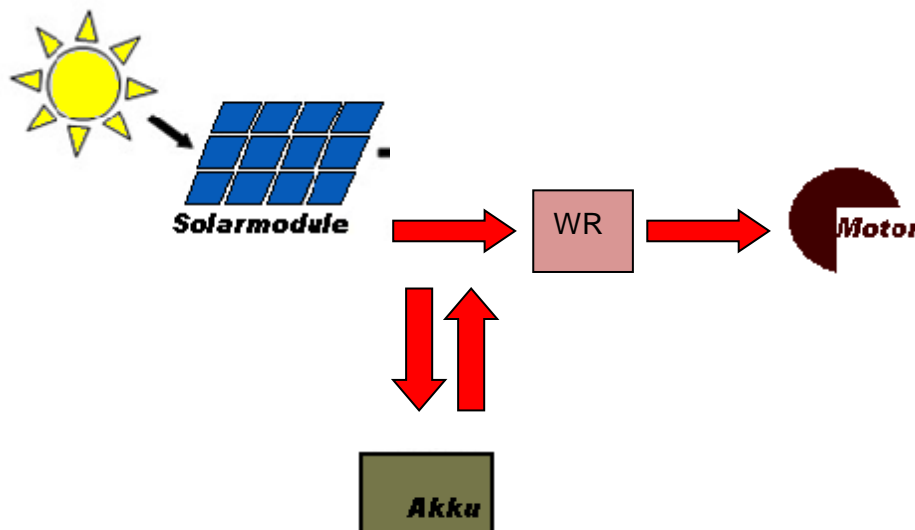


Abbildung 8: Grafische Darstellung aus dem Arbeitsblatt „Schiff als Inselsystem“ 9-10 Kl. mit Ergebnisbesprechung und methodischen Hinweisen.

Für die Jahrgangsstufe II wird folgendes erarbeitet: Mit Zuhilfenahme einer schematischen Darstellung (Abbildung 7) und der Moduldatenblätter werden die Generatorfläche und die Moduleffizienz herausgearbeitet.

Mit Hilfe der monatsabhängigen durchschnittlichen klaren Sonnenstunden pro Tag kann der ideale Energieeintrag errechnet werden. Dieses ideale Ergebnis wird durch näher beschriebene Verluste und der Einbausituation der Module mittels Faktoren verifiziert. Anschließend wird der reale Energieertrag mit der Kapazität des Speichersystems und dem Energieverbrauch der Antriebsmotoren bilanziert (siehe auch Arbeitsblatt „Schiff als Inselsystem“ Sek. II. mit Berechnungsbeispiel und methodischen Hinweisen im Anhang).

Um dem Thema der Nutzung von Solarenergie die Möglichkeit der erweiterten Betrachtung zu geben, wurde für die Schiffsbibliothek weiterführende und vertiefende Fachliteratur zusammengestellt.

3.7.1.2 Bildungsmodul B10 „Schiffswiderstand, Strömungstechnik, Rumpfform“

Zielstellung des Bildungsmodules B10 „Schiffswiderstand, Strömungstechnik, Rumpfform“ ist das Verstehen der optimierten Bauform, um die Antriebsenergie eines Schiffes wie die Solar Explorer möglichst gering zu halten. Dazu wird ein kleiner theoretischer Exkurs in die Verdrängungs- und Stromlinientheorie stattfinden. Der Schiffswiderstand (Wellen-Reibungs- und Druckwiderstand) kann nur genauer bestimmt werden, wenn die dafür verantwortlichen physikalischen Größen näher untersucht werden. Da dieses Bildungsmodul komplexere physikalische Zusammenhänge untersucht, ist es nur für die Sekundarstufe II konzipiert (siehe Arbeitsblatt „Exkurs zum Schiffswiderstand“ Sek.II im Anhang).

3.7.2 Umsetzung und Evaluation der Bildungsmodulare

Am 14. Juni 2013 fand die Erprobung des Bildungsmodules B9 „Schiff als photovoltaisches Inselsystem“ mit Schülern einer 12. Klasse eines Oberstufenzentrums aus Eberswalde statt. Mit großem Interesse verfolgten sie die Inhalte zur Photovoltaik, übten verschiedene Messungen der Globalstrahlung und experimentierten mit Komponenten des Solarstromkoffers. Bei der Bearbeitung des Arbeitsblattes zeigten die Schüler Schwierigkeiten in der Einheitenpflege innerhalb der Berechnungen und deren Umrechnung. Auffällig war ebenfalls der verunsicherte Umgang mit Wirkungsgrad und Korrekturfaktoren innerhalb von Systemberechnungen. Diese Hürden konnten mit kleinen Hilfestellungen schnell überwunden werden. Daraufhin wurden in den Arbeitsblättern methodische Hinweise aufgenommen. Die strukturelle Bearbeitung des Arbeitsblattes und das Verständnis

zum PV-Inselsystem waren gut und eingehend. Zwei Gruppenteilnehmer zeigten zudem Begeisterung am Thema.



Abbildung 9: Bearbeitung des Arbeitsblattes „Schiff als photovoltaisches Inselsystem“

Die Erprobung und Evaluation des Modules B9 erfolgte während der Schulungsfahrten am 23. und 25.09.2013 mit jeweils einer 10. Klasse des Gymnasiums Eberswalde. Ziel des Bildungsmodules ist die rechnerische Ermittlung der Energiebilanz für den Schiffsantrieb. Folgende Arbeitsbestandteile dieses Bildungsmodules sind:

- Die Erfassung aller Systembestandteile des Solaren Antriebssystems.
- Messtechnische Ermittlung des momentanen Strahlungsangebotes mittels Globalstrahlungsmessgerät.
- Berechnung der gesamten wirksamen Fläche des Solargenerators unter Berücksichtigung der Modulabmessungen.
- Rechnerische Ermittlung der idealen Leistung des Solargenerators.
- Rechnerische Ermittlung der realen Leistung des Solargenerators bei Berücksichtigung verschiedener Systemverluste.

Bei der Bearbeitung dieses Bildungsmodules wurde bei mehreren Arbeitsgruppen folgendes beobachtet. Das Interesse an dem Thema Photovoltaik war generell sehr hoch und wurde als Zukunftstechnologie als wichtig und wertvoll eingeschätzt. Das System mit seinen Komponenten sowie die Berechnung über die Formeln wurden problemlos und schnell erkannt.

Als für die richtige Berechnung problematisch stellte sich folgendes dar:

- Schwierigkeiten in der Umrechnung von Maßeinheiten (mm in m; W in kW);
- Wirkungsgrade mit Prozentangabe konnten nicht als Faktor angegeben werden (100% = 1,0 bzw. Modulwirkungsgrad 13,1% = 0,131)
- Verluste und Wechselwirkungen innerhalb des Systems werden erkannt. Allerdings können die Schüler prozentual angegebene Verluste auf das System nicht als Korrekturfaktor angeben. Beispiel: 6% Leitungsverluste entsprechen $V_L = 0,94$

Das Modul B10 „Strömungslehre am Schiff“ konnte wegen fehlender Testklassen nicht erprobt werden.

3.8 Bildungsmodulare ‚Limnologie‘ – Zielgruppe: Hochschule und Sekundarstufe I

Die Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH) entwickelte interaktive Bildungsmodulare zur Qualität des Klarwassersees (Werbellinsee) für die Zielgruppe Studierende und Schüler bzw. Schülerinnen (Leistungskurs Biologie) unter BNE-Aspekten.

3.8.1 Methodik

Die interaktiven Bildungsmodulare wurden auf der Grundlage der gewässerökologischen Module der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE), aus dem Fachbereich Landschaftsnutzung und Naturschutz entwickelt.

Das Bildungskonzept der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) umfasst fünf Module (siehe Tabelle 2) zum Lebensraum des Charakterfisches des Werbellinsees, die *Kleine Maräne*. Dabei spielt die *Kleine Maräne* eine Art Leitfigur, die die Teilnehmer*innen durch ihren spezifischen Lebensraum „Werbellinsee“ führt. Die Teilnehmer*innen lernen den Werbellinsee, aus Sicht der *Kleinen Maräne* kennen. Sie bewerten seinen aktuellen Zustand anhand biotischer und abiotischer Parameter und bestimmen deren Auswirkung für das Wohlergehen der *Kleinen Maräne*, sowie die (nachhaltige) Nutzung durch den Menschen. Die Module wurden für den Einsatz auf der Solar Explorer konzipiert und mit den auf dem Schiff vorhandenen Gerätschaften und Instrumenten kombiniert.

Alle Arbeitsmaterialien sind digitalisiert und werden im lokalen Schiffsnetzwerk von einer Website abgerufen. Zu jedem Modul wurde ein Datenblatt programmiert. Das heißt, der Anwender gibt seine gewonnenen Daten in einer vorgegebenen Maske ein und bekommt am Ende eine kompakte Darstellung seiner Daten. Außerdem werden die Daten automatisch in einer Datenbank gesichert (mehr dazu unter Abschnitt 3.8.6).

3.8.2 Entwicklungsschritte

Der vorliegende Projektbericht umfasst die Erarbeitung der HNEE-Bildungseinheiten, die Konfiguration der eLearning-Plattform und die Evaluierungen der Bildungseinheiten. Es wird zunächst der aktuelle Stand der Module dargelegt, aus dem sich die darauf folgenden Abweichungen zur Skizze ableiten. Die Entwicklung der e-Plattform wird beschrieben und auszugsweise visuell dargestellt. Anschließend werden die Evaluierungen (Workshops) im Einzelnen beschrieben. Abschließend werden die programmiertechnischen Arbeiten erläutert. Dazu gehört die Entwicklung der Datenblätter (datasheets), der Aufbau der Datenbanken auf dem Schiffsservernotebook und dem HNEE-Server und die automatische Datenspeicherung vom Schiffnetzwerk auf den HNEE-Server sowie der Aufbau einer 3D-Anwendung und deren Verknüpfung mit den Arbeitsblättern (datasheet des betreffenden Moduls).

Zur Umsetzung, Evaluierung und Optimierung der Bildungseinheit wurden folgende Schritte vorgenommen:

1. Entwicklung der Bildungsmodule auf Basis der gewässerökologischen Module von der HNEE aus dem Fachbereich Landschaftsnutzung und Naturschutz. Die vorhandenen Materialien wurden gesammelt und hinsichtlich der Anwendbarkeit auf dem Schiff ausgewählt und anschließend entsprechend angepasst.
2. Aufbau einer eLearning-Plattform zur computergestützten Bearbeitung der Module auf den Schiffsnotebooks. Zunächst wurde das ausgewählte Material für die interaktive Anwendung auf dem Schiff strukturiert und darauf hin in eine e-Plattform überführt.
3. Programmierung von Datenblättern für alle Bildungsmodule. Jede Gruppe kann ihre aufgenommenen Daten in dem Datenblatt digital festhalten. Am Schluss werden die Daten in einer zusammenfassenden Ansicht dargestellt. Über das Schiffnetzwerk können die Gruppen ihre Modulzusammenfassung der ganzen Klasse direkt am Smartboard präsentieren. Fotos vom Mikroskop können auf einem mobilen Datenträger gespeichert werden, die Datenblätter können nach der Schiffsfahrt von einer Website für die Verwendung im Unterricht gedownloadet werden.
4. Aufbau einer Datenbank für die langfristige Datenspeicherung. Die abgespeicherten Datenblätter werden auf einem HNEE-Server gesichert. Die gewonnenen Daten der verschiedenen Fahrten sind langfristig abrufbar und können zum Beispiel für ein Schülerforschungsnetzwerk oder für studentische Arbeiten Verwendung finden.
5. Erstellen einer 3D-Anwendung mit Verwendung eines Tiefenmodells des Werbelinsees. Die in den Datenblättern eingegebenen Temperaturwerte aus verschiede-

nen Tiefen werden mit der 3D-Anwendung verknüpft. Die erfassten Werte werden dann in der 3D-Anwendung grafisch dargestellt und visualisieren den Ort der Messung im See und den Wert selbst.

6. Erste Einsätze der Module mit Studierenden und Schülern im Leistungskurs Biologie auf der Solar Explorer. Dazu begleiteten der Programmierer O. Bienert, GIS-Experte F. Torkler und Umweltpädagoge W. Wehrmann die Fahrten. Die während der Evaluierungsfahrten aufgetretenen Probleme wurden von dem Team der HNEE umgehend in Angriff genommen und bearbeitet.
7. Abschließende Überarbeitung der Bildungseinheiten. Von einem Lektor wurden die Texte der e-Plattform gesichtet und Vorschläge gemacht. Die Vorschläge und Korrekturen wurden eingearbeitet und bildeten den Abschluss der textlichen Modulbearbeitung. In einem vorbereitenden Checkup für die Saison 2014 wurde ein Programmierungs- und Netzwerktest auf dem Schiff durchgeführt, sowie die Materialliste geprüft und die Funktionalität der Gerätschaften sicher gestellt.

3.8.3 Erarbeitung online-gestützter, interaktiver Module (Bildungseinheiten)

Während der Anlaufphase 2012 (Materialsammlung, -entwicklung, Workshops) wurden die ersten Grundlagen für die Bildungseinheiten gelegt. Mit den zuletzt erfolgten, abschließenden Überarbeitungen sind die Bildungseinheiten ausgereift und einsatzbereit für die Verwendung auf der Solar Explorer. Es stehen folgende fünf Bildungseinheiten für den Einsatz auf dem Schiff, für die Zielgruppen Studenten und Schüler (im Leistungskurs Biologie) zur Verfügung:

Tabelle 2: Bildungseinheiten (Module) zum Lebensraum der Kleinen Maräne

Modul	Bezeichnung	Beschreibung
1	Mikrofauna	Die Lieblingsspeise der Kleinen Maräne fischen
2	Mikroalgen	Die Wintermahlzeit der Kleinen Maräne unter dem Mikroskop analysieren
3	Wasserelemente	Die „Wohlfühlelemente“ der Kleinen Maräne auskundschaften
4	Tiefenschichten	Die Stockwerke der Kleinen Maräne entdecken
5	Bodengreifen	Den Boden des Werbellinsees an die Oberfläche heben, betrachten und begreifen

Des Weiteren stehen eine Einführungspräsentation sowie ein Glossar zur Verfügung. In der Einführung sollen die Studenten zu Beginn einer Forschungsfahrt mit der Vorgehensweise und dem Rahmen der Module vertraut gemacht werden. Außerdem wird das Solar-schiff, das Biosphärenreservat und die Gewässerökologie des Werbellinsees kurz vorgestellt. Die erzielten Ergebnisse der Studierenden sind in diesem Gesamtkontext zu verstehen. Es geht letztlich um eine nachhaltige Nutzung und Erhaltung eines Klarwassersees, dem Sinn von Biosphärenreservaten und den Umgang mit dem Leben, so dass der Kontext ‚Nachhaltige Entwicklung‘ erlebbar wird. In dem Glossar werden wichtige Fachbegriffe, die in dem Kurs Verwendung finden, erläutert, damit ein Teil der möglichen fachlichen Fragen beantwortet werden können, ohne dass auf das Internet oder Fachliteratur zugegriffen werden muss.

Die Teilnehmer (Studierende/Abiturienten) werden in den Modulen eingeladen in den Lebensraum der *Kleinen Maräne* einzutauchen. Dabei betrachten die Gruppen den Lebensraum der *Kleinen Maräne* aus verschiedenen Blickwinkeln. Zum Beispiel arbeitet eine Gruppe mit der chemischen Analyse des Wassers (Modul 3) während eine andere Gruppe den Sauerstoffgehalt und weitere chemisch-physikalische Parameter im See aufnimmt (Modul 4). Anschließend beziehen die Gruppen ihre Ergebnisse auf die Lebensbedingungen für die *Kleine Maräne* und präsentieren sie abschließend den anderen Gruppen. Damit erhalten sie einen Einblick in den aktuellen Zustand des Werbellinsees.

Für die Leiter der Bildungseinheiten wurde eine „Leitlinie zur Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung der HNEE-Module“ ausgearbeitet. Dort sind alle beachtenswerten Punkte aufgelistet und beschrieben, die für die Arbeit mit den Bildungseinheiten notwendig sind.

Abweichungen zum Auftrag

Der geplante Abschluss des Projektes sollte laut Skizze im Juni 2012 sein. Durch Verzögerungen in der Betriebsaufnahme des Schiffes konnten 2012 nicht alle Arbeiten durchgeführt werden und mussten deshalb in das Folgejahr verschoben werden. Im Laufe der Saison 2013 wurden die anstehenden Evaluierungen der Module durchgeführt. Da die meisten Schulen eine hohe Nachfrage, vor allem während anstehender Projekttag- oder -wochen haben, wurden die Evaluierungsfahrten von Mai bis Juni durchgeführt.

Tabelle 3: Themen, die in die HNEE-Bildungseinheiten integriert sind

	Themen	Zielgruppen Hochschulen & SEKII Bio-Leistungskurs
Nr.	Forschungsschiff und Werbellinsee	Status
1	Sonnenenergie und Lebensraum Wasser - Energiefluss im See (Lebewesen, trophische Ebenen, Energiefluss), Flora und Fauna	Material fertiggestellt
2	Gewässeruntersuchung mit Gewässerproben bis zu 50 m mit bordeigener Laborausstattung (Temperatur, Sauerstoffgehalte, Plankton etc.), Sedimentproben aus verschiedenen Seetiefen, Visualisierung der Lebensräume des Wasserkörpers bis zur größten Tiefe	Material fertiggestellt
3	Dreidimensionalität des Wasserkörpers – Möglichkeiten und Grenzen der Datenauswertung, Datenbanken und Geografische Informationssysteme (Bild 2)	Material fertiggestellt
4	Gewässermonitoring – Freude am wissenschaftlichen Arbeiten	Material fertiggestellt
	Auswertung und Präsentation	
5	Interaktive Eingabe von Messdaten, grafisch-inhaltliche Auswertungsmöglichkeiten	Material fertiggestellt
6	Online-Auswertung von Datenerhebungen durch Einsatz eines ArcGIS Servers (die von den Schülern erhobenen Daten werden per Mausclick in eine Datenbank geladen und sofort auf einer Webseite, einer ArcGIS Server Applikation gestellt)	Material fertiggestellt

In Tabelle 3 ist eine Übersicht zu sehen über die von der HNEE abgedeckten Themenbereiche. Die HNEE hat sich vorwiegend auf die übergeordneten Themen *Forschungsschiff und Werbellinsee* sowie deren *Auswertung und Präsentation* fokussiert. Das Thema Treibhauseffekt konnte nur angerissen werden, ein eigenes Modul oder eine Station innerhalb dieses Bildungskonzeptes hätte nicht in den zeitlichen Rahmen integriert werden können. Die Dreidimensionalität des Wasserkörpers (in Tabelle 3, Nr. 3) ist einsatzbereit, aber es könnten noch weitere Parameter und Funktionen eingebaut werden, um die Arbeit mit dem 3D-Modell zu erleichtern, sofern sich das als notwendig erweist. Ein Modul zur Bodenprobenentnahme sowie ein Modul zur Wasserprobenentnahme aus Tiefenbereichen ab 30 – 40 Metern wurden vorbereitet (in Bezug zur Tabelle 3, Nr. 2) und können für den Ausbau der Bildungseinheit verwendet werden. Die Materialien liegen auf dem Server der HNEE vor und können ggf. wieder aufgegriffen werden. Ebenfalls könnte ein 60 Meter langes Kabel für die Multiparametersonde (MPS) Abhilfe schaffen (bisher 30 Meter).

3.8.4 Konfiguration der eLearning-Plattform

Zu Beginn der Überlegungen, wie die Bildungseinheiten digital umgesetzt werden sollten, wurde verschiedene potentielle Software in Betracht gezogen und entsprechende Testsei-

ten entworfen. Nach systematischer Abwägung der Vor- und Nachteile differenzierte sich die Freeware *Moodle* heraus, eine vielen Studierenden bekannte eLearning-Plattform, die nun für die Entwicklung der Bildungseinheiten eingesetzt wurde. *Moodle* bietet zahlreiche Konfigurationsmöglichkeiten, die bei guter Vorbereitung des Administrators für den Laien, unter Anleitung des Moodle-Handbuchs, schnell anwendbar sind. Die Website konnte zum großen Teil ohne besondere, programmiertechnische Kenntnisse konstruiert werden. Einige spezifische Details mussten jedoch von einem Programmierer angepasst werden. Das Moodle-Programm ist ein umfangreiches System, das im Rahmen seiner Möglichkeiten weiterentwickelt werden kann. Es können im Zuge der Entwicklungen auf dem Schiff weitere Bildungseinheiten eingebaut, aber auch weitere interaktive Elemente integriert werden. Wichtige Pflegehinweise zu *Moodle* sind in der „Leitlinie der HNEE-Module“ unter Punkt 4 angegeben.

Hier wird nun beispielhaft eine Bilderserie (Abbildungen 10 bis 13) anhand des Moduls Mikroalgen aufgezeigt, in dem die Struktur und das Design der Module zu erkennen ist. Weitere Einblicke können über die Webseite <http://moodle-se.hnee.de> eingesehen werden. Auf der Webseite befindet sich ein Abbild der Moodle-Anwendung, die auf dem lokalen Server der Solar Explorer abgespielt wird. Das Abbild soll für Werbezwecke und zur Vorabinformation der Schulen und universitären Einrichtungen verwendet werden.¹ In Abbildung 10 ist die Startseite zu sehen. Es wird eine allgemeine Einführung in die Module gegeben und ein Login auf der linken Seite zur Verfügung gestellt. Die Horizontalleiste, beginnend mit Login, stellt ein Glossar zur Verfügung, die Dokumentation der bereits von anderen Gruppen erfassten Daten, wie Bilder bestimmter Planktonarten, Informationen zum Werbellinsee und weiterführende Quellen. In Abbildung 11 ist eine Übersicht von einem Modulbereich (hier Modul Mikroalgen) dargestellt. Oben befinden sich einführende Textbausteine und darunter gliedern sich die Arbeitsinhalte an. Öffnet man einen Arbeitsinhalt, so wird ein Dokument eröffnet (siehe Abbildung 12), in dem weitere Beschreibungen oder Anleitungen zum Modul vorzufinden sind. Die Eingabemaske für die zu erfassenden Daten (siehe Abbildung 13) wird unter Punkt 3, Datenblatt eröffnet. In diesem Dokument werden abschließend alle Daten zusammengefasst und können für die Abschlusspräsentation verwendet werden.

¹ Der Login lautet für jedes Modul, der Modulname und als Passwort der Modulname mit großem Anfangsbuchstaben und 1 am Ende (siehe auch Abb. 1).

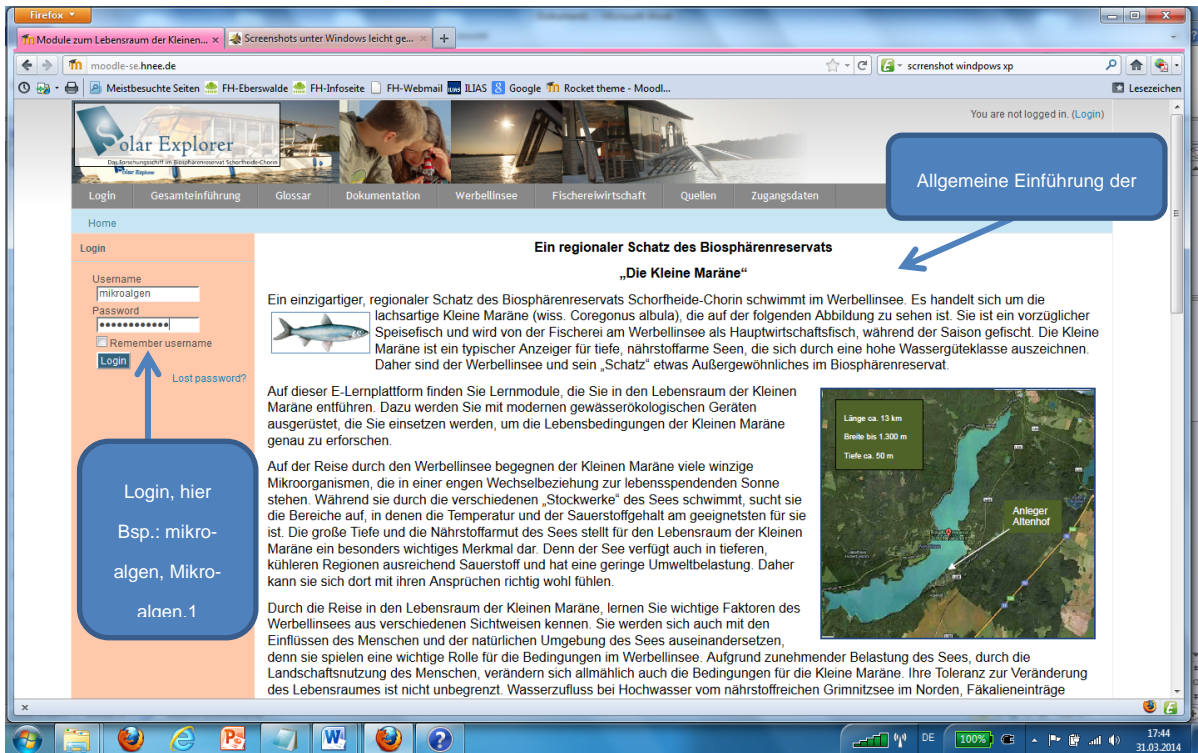


Abbildung 10: Moodle-Anwendung, Startseite mit Login

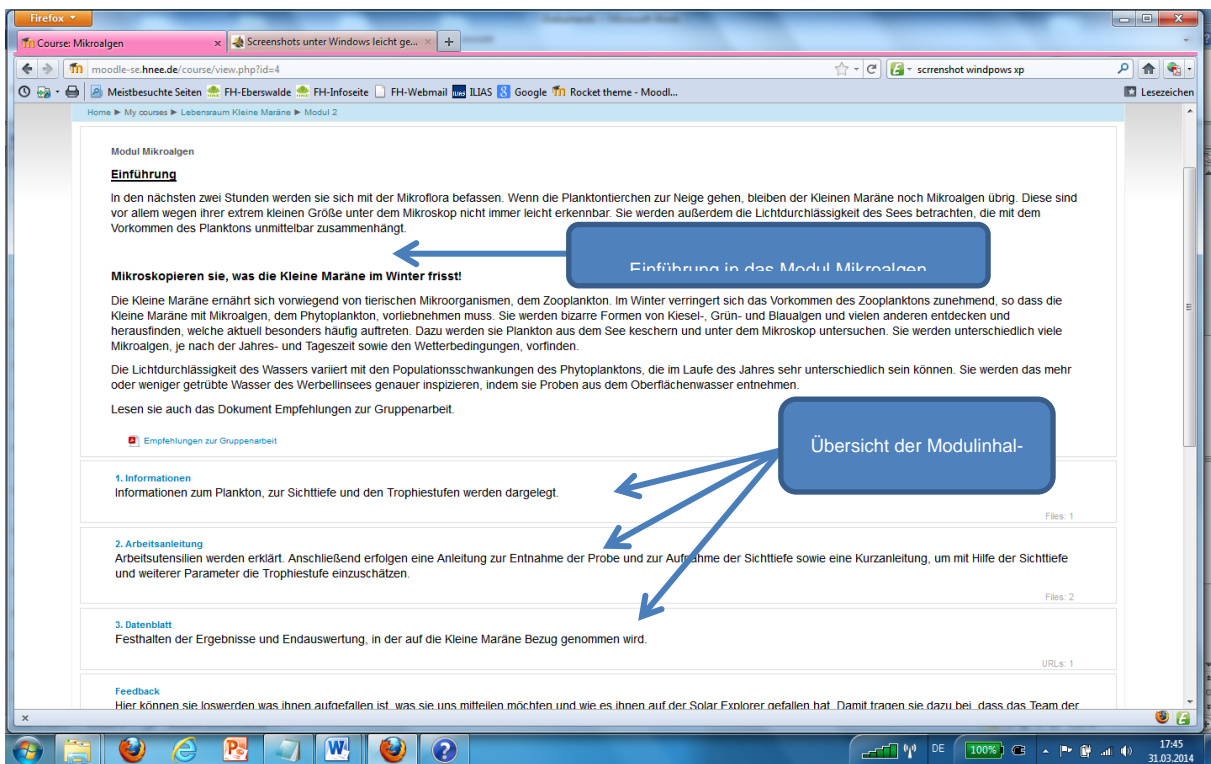


Abbildung 11: Moodle-Anwendung, Login in das Modul Mikroalgen

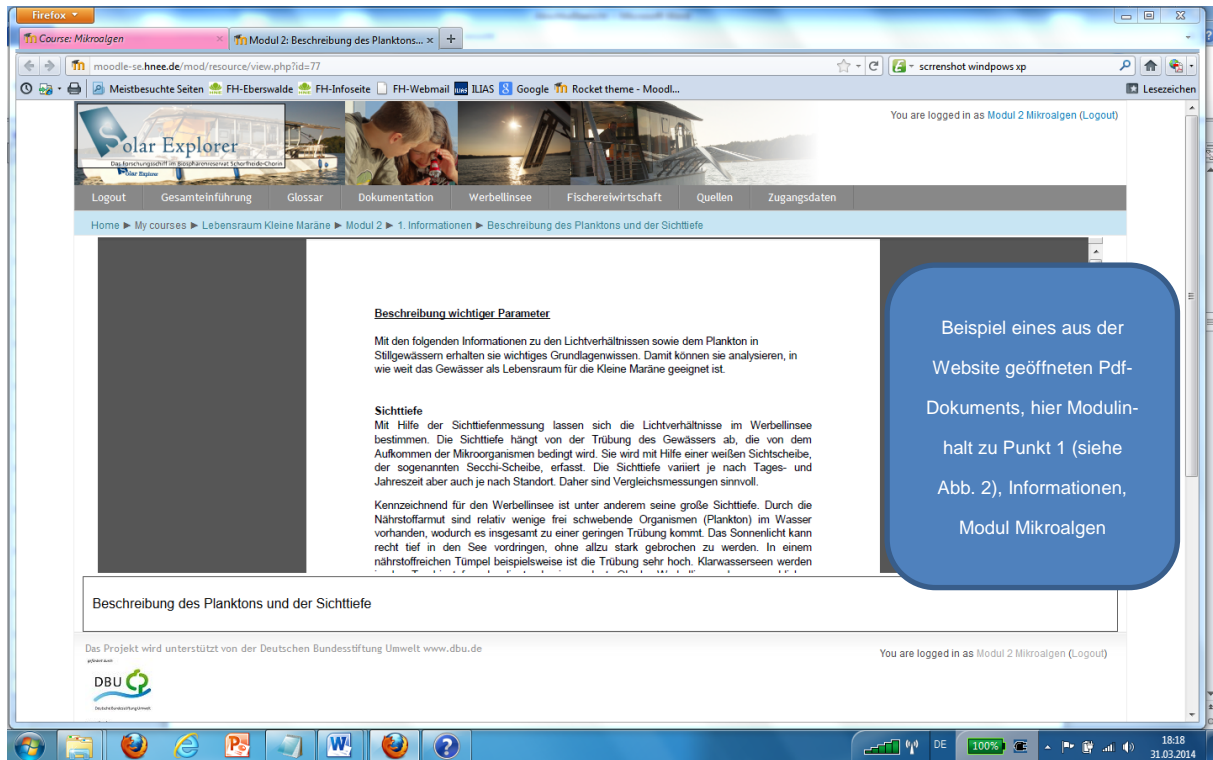


Abbildung 12: Moodle-Anwendung, Informationen zum Modul Mikroalgen

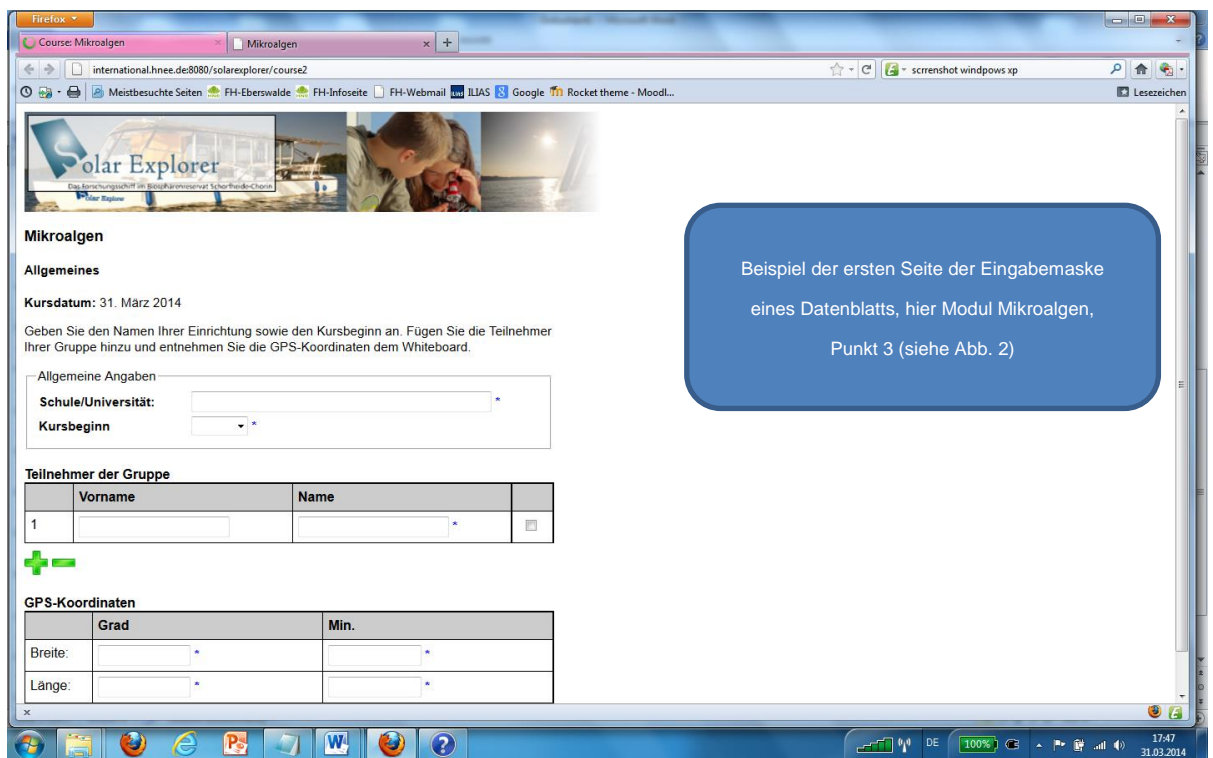


Abbildung 13: Moodle-Anwendung, Datenblatt zum Modul Mikroalgen

3.8.5 Evaluation und Optimierung (Workshops)

Organisation und Rahmen der Evaluierungen

An den Workshops der HNEE nahmen insgesamt 84 Personen teil. Davon nahmen 20 Personen an den ersten drei Workshops teil und weiteren 62 Teilnehmer*innen an den drei Evaluierungen. Darüber hinaus konnten die Module auf zwei weitere Fahrten mit Lehrer*innen Verwendung finden, mit jeweils über 15 Teilnehmern, die eine (nicht systematisierte) Rückmeldung zu den Modulen gaben.

Workshops (I-III)

In den ersten drei Workshops, die zwischen Juni und November 2012 stattfanden, wurden die Lehrmaterialien in einem Seminarraum durchgeführt, da das Schiff auf dem Werbellinsee noch nicht einsatzfähig war. In den ersten zwei Workshops wurden diese Lehrmaterialien und die zur Verfügung stehenden Gerätschaften getestet. Außerdem wurden erste Zeitmessungen durchgeführt, um den zeitlichen Rahmen der Bildungseinheiten für die weitere Entwicklung der Lehrmaterialien feststecken zu können. Der dritte Workshop umfasste eine Simulation der Situation auf dem Schiff, mit dem Einsatz von drei Laptops und einer Einführungspräsentation. Dabei wurden vor allem die möglichen Probleme herausgearbeitet, die auftreten, wenn unter räumlich engen Verhältnissen mit computergestützten Lehrmaterialien Modulen praktische Messungen durchgeführt werden sollen. Nachdem die Lehrmaterialien mit den Ergebnissen aus den drei ersten Workshops angepasst wurden, konnten die in der Saison 2013 anstehenden Evaluierungen gut vorbereitet angegangen werden.

Evaluierungen (Workshop IV, V und VI)

Jede Evaluierung wurde entsprechend der Länge, die für Forschungsfahrten seitens des KLU vorgesehen ist, für 2,5 Stunden angesetzt. Zu Beginn wurden die Teilnehmer begrüßt und mittels einer PowerPoint-Präsentation in die Thematik eingeführt, dazu gehören der Lebensraum der Kleinen Maräne, alle Gerätschaften die angewendet werden sollen sowie das solarbetriebene Forschungsschiff. Daraufhin bearbeitete jede Gruppe eines der fünf Module. Am Ende stellten sie den anderen Gruppen ihre Geräte, Methodik und Ergebnisse vor. Damit die Gruppen fließend arbeiten konnten, mussten im Voraus alle Gerätschaften überprüft und teilweise gewartet werden, Lehrmaterialien gedruckt und die Funktionstüchtigkeit der Software und Hardware sowie die des Computernetzwerkes geprüft werden. Dazu wurde ein Pretest durchgeführt. Der **Pretest** fand am 31.05.2013 auf der Solar Explorer statt. In dem Pretest wurden die programmierten Datenblätter und das Netzwerk getestet. Abgesehen von den programmiertechnischen Einstellungen und den

Softwarekonfigurationen wurden die Gerätschaften des Schiffes getestet und für die Evaluierungen vorbereitet und optimiert.

Für jede Evaluierung wurde ein Fragebogen (siehe Anhang) angefertigt, den jeder Teilnehmer erhalten hat. Jedem Teilnehmer wurden Notizzettel ausgegeben, um Problem- punkte und Unklarheiten festzuhalten. Nach jeder Evaluierung wurden die gesammelten Fragebögen ausgewertet und das gesamte Notizmaterial durchgearbeitet und anschließend in die Module eingearbeitet. Die Ergebnisse der drei Evaluierungen sind sehr zufriedenstellend. Es traten keine schwerwiegenden Probleme auf, die die Durchführung der Module insgesamt in Frage gestellt hätten. Außerdem konnten in den Evaluierungen viele Lücken und Unklarheiten aufgedeckt und so nach und nach dezimiert werden.

Die folgenden, aufgelisteten Ziele wurden als Richtschnur für die Evaluierungen verwendet. Dabei haben die Zielstellungen geringfügig von Evaluierung zu Evaluierung variiert, sind je nach Bedarf erweitert oder reduziert worden. Sie unterteilen sich in vier Rubriken: Computer und Netzwerk, Arbeitsmaterialien wie Gerätschaften und Anleitungen, die speziellen Rahmenbedingungen auf dem Schiff und der Bedarf an Personal.

Ziele der Evaluierungen

a) Test der Computer iwS

- Netzwerk
 - Stabilität des Netzwerks während der Fahrt prüfen
 - Aufwand einschätzen, das Netzwerk anzuschalten und einzustellen
 - Verwendungsschwierigkeiten festhalten, die mit dem Internet Explorer/Google Chrome auftreten können
- 3-D-Tiefenmodell
 - Funktionalität in Verbindung mit den Datasheets prüfen
 - Bedienerfreundlichkeit prüfen
- Datasheets
 - programmiertechnische Probleme dokumentieren und an Programmierer weiterleiten
 - Benutzerfreundlichkeit prüfen

b) Test der Arbeitsmaterialien

- Lehrmaterialien

- Feststellen ob der Anspruch für Studierende ausreichend/nicht ausreichend ist
- Verständlichkeit der Anleitungen für die Arbeit mit dem Schiff und seinen Geräten und Gegebenheiten
- Inhaltliche Lücken in den Lehrmaterialien suchen
- Verwendung der gesamten Schiffsmaterialien (Messgeräte, Hilfsgeräte, elektrische Geräte wie Smartboard, Wetterstation, DGPS, Utensilien) prüfen

c) Test der Rahmenbedingungen

- Raumnutzung
 - Prüfen des Workflows unter den gegebenen Arbeitsbedingungen
- Einhalten des Zeitlichen Rahmens untersuchen
 - Einführung
 - Anfahren des Messpunktes
 - Vorbereitung der Messungen und Aufnahmen
 - Durchführung
 - Auswertung

d) Klären der Personalfrage

- Klären wie viele Begleitpersonen nötig sind, um einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten und aufkommende Fragen abzudecken
- Festhalten wie hoch das benötigte Knowhow sein muss, um Gruppen während der Bildungseinheiten zu begleiten (daraus Ableitung für die Leitlinie)

Am 03.06.2013 wurde die **erste Evaluierung** (Workshop IV) auf dem Solar Explorer durchgeführt. Dazu wurde ein Limnologie-Kurs der HNEE empfangen. Es waren 18 Teilnehmer an Board, so dass die fünf Module von fünf Gruppen parallel bearbeitet werden konnten.

Am 11.06.2013 wurde die **zweite Evaluierung** (Workshop V) durchgeführt. Dazu wurde der Bio-Leistungskurs einer 12. Klasse vom Freien Joachimsthaler Gymnasium empfangen. Es waren 20 Schüler und ein Lehrer anwesend. Die Schüler haben sich bereits vor der Fahrt mit der Thematik Lebensraum See im Unterricht befasst und brachten daher die notwendigen Wissensgrundlagen zum Modul mit.

Am 14.06.2013 wurde die dritte Evaluierung (Workshop VI) durchgeführt. Eine 12. Klasse aus dem Oberstufenzentrum Barnim in Eberswalde, mit 24 Schülern aus den Leistungskursen Elektrotechnik und Biologie, hat an der Fahrt teilgenommen. Dazu kam Frau L.

van Dyck von der Deutschen Gesellschaft für Solarenergie (DGS), um das Modul Photovoltaik für die Sekundarstufe II zu testen. Es wurde ein Fragebogen erstellt, der Fragen der DGS und der HNEE enthielt.

3.8.6 Programmierung valider Dateneingabe, -übergabe an HNEE-Server und -abruf inkl. Visualisierung zur Nachbereitung

Entgegen der Annahme zum Zeitpunkt der Projektbeantragung zeigte sich alsbald nach Projektbeginn, dass auf dem See keine sichere, ständige, genügend performante Netzanbindung etabliert werden kann. Diesem Umstand zufolge musste eine gravierende Umstellung des Konzepts folgen. Der geplante, rein serverbasierte Ansatz (HNEE-Server) für die Zurverfügungstellung der Modulmaterialien einerseits und für die Datenhaltung andererseits war zu risikobehaftet. Es bedurfte einer Lösung ohne Internet, um sicher zu stellen, dass die Module auf dem Schiff zu jeder Zeit funktionieren.

Eine rein lokale Lösung birgt Sicherheitsrisiken (Beschädigung oder Verlust des Schiffsservernotebooks, schlechte backup-Möglichkeiten) und erfüllt nicht alle Anforderungen an die Datenhaltung.

Die in den Modulen generierten Daten (Messwerte, Kategorien, Freitexte, Metadaten) sollen

- valide und vollständig sein
- im Kontext des Themas Wasserkörper direkt im Modul (3D-)visualisiert werden
- von den Teilnehmern - einfach und sicher - zur Nachbearbeitung im Unterricht mitgenommen werden können
- langfristig für eine spätere (Forschungs-)Auswertung gespeichert sein.

Das neue Konzept besteht aus a) einer internetlosen Lösung für die Durchführung der Module auf dem Schiff und b) einer internetabhängigen Datensicherung und Datenzurverfügungstellung auf dem HNEE-Server. Die dafür benötigten Komponenten bedeuteten mehr Entwicklung und bedeuten auch in Zukunft mehr Betreuung als ursprünglich geplant. Erst wenn eine gute Internetverfügbarkeit auf dem See sichergestellt sein wird, ist eine Reduzierung auf ein einfacheres Konzept möglich.

In Abbildung 14 ist die doppelte Haltung einer Datenbank (MySQL) sichtbar. Der HNEE-Server fragt die Schiffsdatenbank an, ist sie erreichbar, werden die Daten geholt. Dann stehen die Daten auf der Website daten-se.hnee.de (ArcGIS Server) zum Download bereit (zzgl. Karte und einer Aufbereitung der Temperaturmesswerte in einer Grafik als ‚Apetizer‘ zur weiteren Datenauswertung).

Zusätzlich, über die eigentliche Aufgabenstellung hinaus, wird auf dem Server unter moodle-se.hnee.de auch die eLearning-Plattform Moodle mit den Modulen doppelt gehalten. Interessierte sollen sich hier direkt von dem Modulangebot ein echtes Bild machen können (Diese Servervariante bietet die Funktionen wie auf dem Schiff, lediglich die Datenspeicherung ist unterbunden sowie die 3D-Anwendung nicht möglich). Ob der Aufwand des doppelten Moodle für diesen Informationszweck gegenüber einer einfachen Lösung aufrechterhalten werden kann, muss sich in Zukunft zeigen. Bewusster Vorteil ist, dass wir relativ einfach auf die rein serverbasierte Lösung (s.o.) wechseln können.

Die Daten selbst sind so konstruiert, dass sie möglichst leicht valide und vergleichbar sind. Einschätzungen sind i.d.R. Listeneinträge. Freitext ist reduziert auf Bemerkungen. Zahleneingaben werden über Wertebereiche eingeschränkt. Alle Zahlen und Listen sind Pflicht. Sämtliche Dateneingabeformulare, die Datvalidierung sowie das Speichern der Daten in MySQL wurde mit einer webbasierten Java-Applikation realisiert, die in einem Tomcat-Servlet-Container ausgeführt wird.

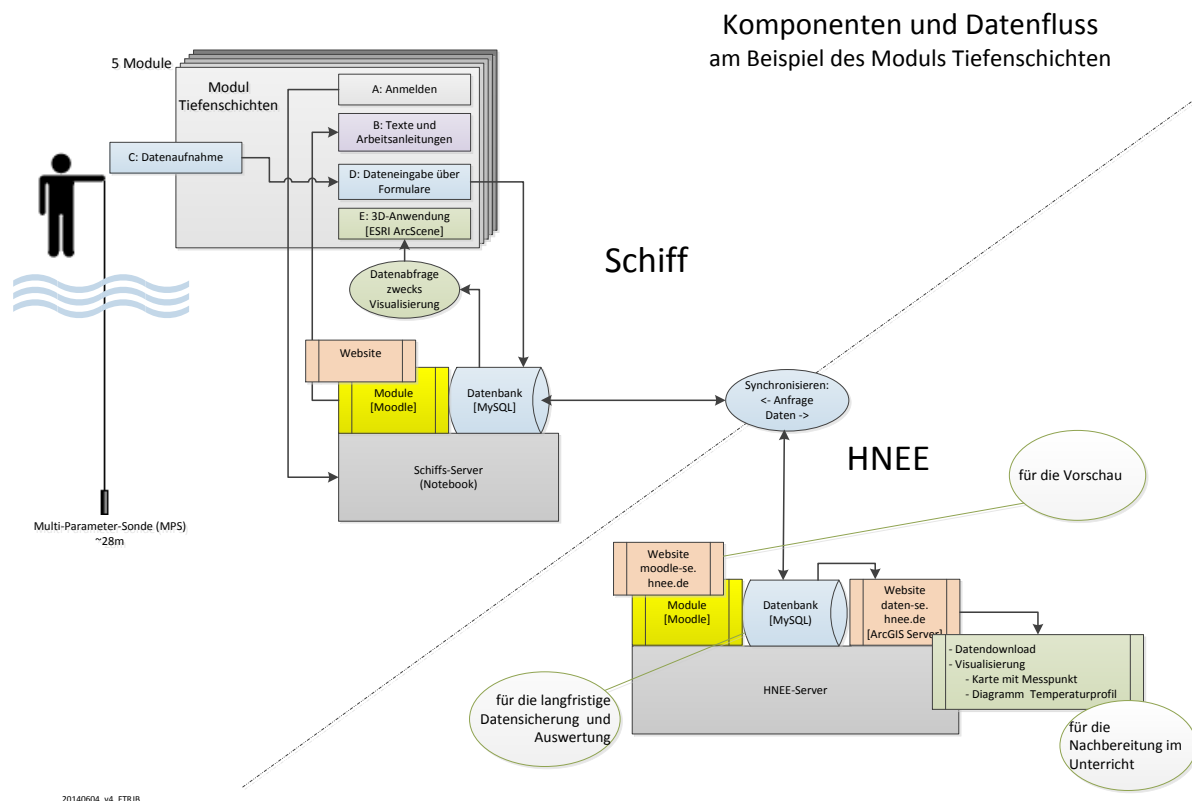


Abbildung 14: Konzept lokaler Schiffsserver und HNEE-Server, Komponenten und Datenfluss am Beispiel des Moduls Tiefenschichten

Ein Sonderfall des Datenflusses ist das Modul Tiefenschichten, dort werden die gemessenen, in die Datenbank geschriebenen Temperaturmesswerte unmittelbar für die 3D-Visualisierung des Wasserkörpers wieder ausgelesen (ArcScene) (s. Abb. 14).

3.9 Fazit zu Bildungsmodulen ‚Limnologie‘ – Zielgruppe: Hochschule und Sekundarstufe I

Ziel der Bildungseinheit war die Vermittlung einer nachhaltigen Nutzung eines Klarwassersees anhand des Charakterfisches Kleine Maräne unter Einbeziehung von biotischen und abiotischen Aspekten. Schüler*innen und Studierenden soll so die Bedeutung des Webellinsees im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin verständlich gemacht werden. Einen wichtigen Beitrag liefert in diesem Kontext die Solar Explorer, die auf Grund ihres Sonnenantriebs eine Möglichkeit einer nachhaltigen Nutzung beiträgt.

Die Bildungseinheit ist interaktiv und an der Methode Stationen Lernen ausgerichtet. Sowohl thematisch wie auch methodisch ist das Konzept dieser Bildungseinheit an den Prinzipien einer Bildung für nachhaltige Entwicklung ausgerichtet.

Der Umwelteffekt bzw. die Umweltentlastung ist bei pädagogischen Maßnahmen schwer zu quantifizieren, so dass lediglich eine qualitative Beschreibung möglich ist. Durch die Evaluation ist ersichtlich, dass das Bildungskonzept machbar und verständlich ist und die gewünschten Ziele erreicht wurden. Insofern kann von einer Erhöhung des Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitsbewusstseins gesprochen werden und indirekt von einer Verringerung der Umweltbelastung.

4 Fazit

Mit der Entwicklung der Bildungsmodule im Rahmen dieses Projekts wurde eine Grundlage geschaffen, die sich bietende Vielfalt dieses Schiffes didaktisch aufzubereiten und als besonderen außerschulischen Lernort zu entwickeln. Die Materialien sind geeignet Schüler*innen, Studierende aber auch Erwachsene für die Synthese von Technik und Natur zu begeistern und ihnen Entscheidungskompetenzen im Sinne einer Bildung für nachhaltige Entwicklung zu vermitteln.

Die bundesweite Einmaligkeit des solaren Forschungsschiffes bringt eine Vielzahl von Möglichkeiten, Chancen als auch Unwägbarkeiten mit sich. Dieser Herausforderung konnte durch hohes und kreatives Engagement begegnet werden.

Das solare Forschungsschiff ist mit den nunmehr zur Verfügung stehenden Bildungsmodulen nicht nur als attraktiver und außergewöhnlicher Lernort zur Bildung für nachhaltige Entwicklung zu werten. Darüber hinaus hat sich das Schiff als begeisterndes und öffentlichkeitswirksames Beispiel der Machbarkeit von photovoltaik-betriebener Elektromobilität zur Keimzelle des in Entwicklung befindlichen Null-Emissionen-Mobilitäts-Netzwerks der Verwaltung des Biosphärenreservats entwickelt.

5 Quellenverzeichnis

MOOZ, EBERT IN SCHUBERT ET.AL. (2013): Anstoß geben: Nachhaltig in die Zukunft, S. 68
Verlag das Netz

BNE-Portal: <http://www.bne-portal.de/was-ist-bne/grundlagen/> Zugriff 8.5.14

GETTO, D. (2011): Konzeption von 3 zielgruppenorientierten Bildungsmodulen zum Thema ‚Energie und Technik‘ für das Forschungsschulschiff des Biosphärenreservats Schorfheide-Chorin nach Kriterien einer Bildung für nachhaltigen Entwicklung. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Eberswalde.

Anhang in Band 3

Anlage zu Kapitel 3.1. Anschaffungen

Anlage zu Kapitel 3.6. Bildungsmodule für die Jahrgangsstufen 5-10

Anlage zu Kapitel 3.7. Bildungsmodule für die Jahrgangsstufen 9-12

Anlage zu Kapitel 3.8. Bildungsmodule Limnologie

Anlage „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ Broschüre und Präsentation

Anlage Flyer 1 und 2