

Abschlußbericht zum DBU-Projekt

## Lernortkooperation Schule-TECHNOSEUM –

# Aus der Technikgeschichte für die Energietechnik der Zukunft lernen

Az. 28368

**Projektzeitraum:** 02.09.2010 - 02.04.2014

Projektpartner

Pädagogische Hochschule Heidelberg, Prof. Dr. Peter Röben

TECHNOSEUM Mannheim, Antje Kaysers

Projektmitarbeiter PH: Dr. Daniel Bienia, Simone Herold, Florian Lepold

Projektmitarbeiter TECHNOSEUM: Dr. Anke Neuhaus, Daniela Weide

Heidelberg, Mannheim August 2014

## Inhalt

1. Einleitung.....	3
2. Zusammenfassung.....	3
3. Projektverlauf.....	5
3.1. Projektinfrastruktur Organisatorisches .....	5
3.2. Ausdifferenzierung des didaktischen Ansatzes .....	6
3.3. Evaluation .....	10
3.4. Transfer und Öffentlichkeitsarbeit .....	10
3.5. Besondere Umstände .....	13
4. Vergleich der Ergebnisse mit den Zielen .....	14
4.1. Stand der Konzeptentwicklung Nutzung TECHNOSEUM als außerschulischen Lernort .....	14
5. Evaluation.....	19
6. Zusammenfassende Auswertung .....	29
7. Anhang auf CD.....	30

## 1. Einleitung

Angetreten unter dem Leitthema dem 2011 noch greifbaren Fachkräftemangel im Bereich der erneuerbaren Energien zumindest durch eine Verbesserung der Möglichkeiten das technische Thema der erneuerbaren Energien durch die Aufwertung des Lernortes Technoseum und die Erweiterung der Behandlung dieses Themas durch die historische Dimension zu behandeln zieht das Projekt SiTec nun am Ende seiner Zeit Bilanz und schaut auf das Erreichte zurück.

Die Finanzierung dieses Projekts wurde von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) übernommen (Az. 28368). Ziel war es zum einen, den Zugang für Schülerinnen und Schüler zum außerschulischen Lernort TECHNOSEUM zu vereinfachen und zum andern, das Thema der technischen Umweltbildung verstärkt in den Schulalltag zu integrieren. Um diese Ziele zu erreichen, wurden Veranstaltungen für Schülerinnen und Schüler, Studierende der Pädagogischen Hochschule (PH), Lehramtsanwärterinnen und -anwärter und Lehrkräfte angeboten.

In diesem Bericht wird dargestellt, was im Projekt SiTec in der Zeit von 2011 bis 2014 geleistet wurde und welchen Verlauf das Projekt genommen hat.

## 2. Zusammenfassung

In den Jahren seit Beginn des Projektes hat sich die Landschaft der erneuerbaren Energien drastisch geändert. Auf der einen Seite ist dies eine Erfolgsgeschichte. Betrachtet man allein die Solarenergie im vorliegenden Zeitraum, so kann man den Erfolg mit Händen greifen: Die installierte Leistung der Solaranlagen hat sich in diesem Zeitraum verdoppelt von 17 GW am Beginn des Jahres 2011 auf knapp 36 GW am Ende des Jahres 2014, die abgelieferte Strommenge hat sich fast verdreifacht und liegt inzwischen bei 4,5%. An einem sonnigen Sommertag kann in der Mittagszeit sogar der größte Teil der produzierten Elektrizitätsmenge aus den deutschen Photovoltaikanlagen kommen. Diese Erfolgsgeschichte wird durch einen dramatischen Rückgang der Beschäftigung in dieser Branche kontrastiert. Anfang des Jahres titelte die FAZ: „Jede dritte Stelle in der Solarindustrie ist weg“<sup>1</sup>. Geht man von dem Stand Anfang 2012 aus, dann sind sogar mehr als die Hälfte der Arbeitsplätze weggefallen. Einer Argumentation, die das Interesse an Technik über die

---

<sup>1</sup> <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/sinkende-beschaeftigung-jede-dritte-stelle-in-der-solarindustrie-ist-weg-12772303.html>

Beschäftigungsmöglichkeiten im Sektor der erneuerbaren Energien wecken will, ist damit jeder Boden entzogen. Berufsorientierung hat sich aus gutem Grund aus der Orientierung an aktuellen Wirtschaftslagen herauszuhalten, da diese schneller wechseln als die Zeit, die eine gute Berufsausbildung andauert. In vielen großen Unternehmen, in denen die verschiedenen Abteilungen zu einem Stichtag ihren Bedarf an Fachkräften melden sollen, herrscht regelmäßig Rätselraten, welchen Bedarf man anmelden soll, denn niemand vermag drei Jahre in die Zukunft zu schauen. Statt auf die aktuelle Situation muss man daher auf langfristige Trends setzen. Keiner kann mehr sagen, dass die erneuerbaren Energien nicht einen solchen Trend setzen. Was sehr wohl fraglich ist, wer die technischen Grundlagen für die Umsetzung dieses Trends liefern wird. Deutschland hat sich einerseits zu einem Leitmarkt der erneuerbaren Energien entwickelt, aber gleichzeitig ist die industrielle Basis insbesondere im Bereich der Photovoltaik arg in Mitleidenschaft gezogen worden. Für die Berufsorientierung ergibt sich: Von der Bedeutung des Themas der erneuerbaren Energie ist nichts verloren gegangen, sie hat sogar zugenommen. Sich für die technische Basis der erneuerbaren Energien zu interessieren ist also wichtiger geworden, auch wenn sich das für die persönliche Berufswahl nicht unbedingt sagen lässt. Die Stärke der deutschen Wirtschaft hat dennoch nicht nachgelassen, im Gegenteil. Die industrielle Basis und damit die Technik hat in den vergangenen Jahren enorm an Reputation gewonnen, die Rede von der kommenden Dienstleistungsgesellschaft, die die industriellen Handlungen zwar nicht als überflüssig betrachtet, aber doch gegenüber den Dienstleistungen, insbesondere den anspruchsvollen kognitiven Tätigkeiten der sog. Wissensarbeiter, als zweitrangig abtut, ist verklungen. Nach wie vor bleibt die Aufgabe, Schülerinnen und Schüler Technik als einen Bereich vor Augen zu führen, in dem sie sich erproben, in dem sie eine eigene Art der Kreativität entwickeln und verwirklichen können. Der Technikgeschichte kommt dabei eine besondere Rolle zu. Denn erst durch historische Betrachtungen wird das ganze Ausmaß an Umwälzungen sichtbar, die durch technische Entwicklungen angestoßen werden können. Denn die Technik ist nicht als Selbstläufer zu betrachten: Den historischen Ausführungen zum Lern-Gang Solartechnik, die in der Broschüre im Anhang veröffentlicht wurden, kann man entnehmen, dass die Solarpioniere lange Zeit mehr belächelt wurden als das man in ihnen ein revolutionäres Potential zur Umwälzung der energietechnischen Grundlagen der Gesellschaft erkannt hätte.

Das Fach Technik bietet dafür ein Potential, das bislang nur wenig entwickelt ist. In vielen Schulen verkümmert dieses Fach, weil die notwendige Ausstattung der Schulen nicht finanziert wird, viele Lehrer nicht gut ausgebildet sind und fachfremd unterrichten. Die Situation unterscheidet sich dabei drastisch zwischen den Bundesländern. Während es in Baden-Württemberg vergleichsweise gut aussieht, solange man nur den nicht-gymnasialen Bereich anschaut, sieht es z.B. in Niedersachsen sehr viel schlechter aus. Vor diesem Hintergrund kommt der Lernortkooperation eine große Bedeutung zu. Das Technoseum bietet Schülerinnen und Schülern, aber auch Lehrerinnen und Lehrern einen Ort zum Lernen, der viele Modi des Lernens anspricht. Für viele Schüler ist das Schülerlabor der herausragende Lernort, weil man sich hier selbst betätigen kann. Dies wird an der Evaluation deutlich, die eindeutige Werte für die Lernformen liefert, in denen Schülerinnen und Schüler selbst gestalten, bauen, konstruierenden und umsetzen können. Doch durch den geschickten Einsatz von aktuellen Medien (IPAD) gelingt es auch, die historischen Artefakte in den Horizont der Schüler zu bringen und sie zum Nachdenken über Technik und ihre Geschichte zu bewegen.

Allerdings ist das Potential der Lernortkooperation noch lange nicht ausgeschöpft, wie unsere Ergebnisse zeigen. Trotz der Lehrerfortbildung, gelang es uns nicht im befriedigenden Maße, den Lernort Technoseum in den Schulunterricht zu integrieren. Die Vor- und Nachbereitung ist nach wie vor entwicklungsbedürftig.

### 3. Projektverlauf

#### 3.1. Projektinfrastruktur und Organisatorisches

**Projektorganisation Pädagogische Hochschule (PH):** Herr Prof. Dr. Peter Röben übernahm die Projektleitung zu Beginn der Projektlaufzeit und behielt diese bis zum Ende des Projektes. Die Projektkoordination wurde von Herrn Dr. Daniel Bienia übernommen. Zu Beginn des Projektes wurde Frau Simone Herold, M.Sc. als Wissenschaftliche Mitarbeiterin für das Projekt eingestellt. Nach Ihrem durch eigene Kündigung erfolgtem Ausscheiden Anfang 2012 übernahm Herr Dipl.Phys. Florian Lepold ihre Position im Projekt. Im Laufe des Projektes wurden immer wieder Studenten als Wissenschaftliche Hilfskräfte zur Unterstützung stundenweise eingestellt. Diese wurden aus Haushaltsmitteln der Pädagogischen Hochschule finanziert.

**Projektorganisation TECHNOSEUM:** Auf Seite des TECHNOSEUM lag die Projektleitung bei Frau Antje Kaysers. Frau Dr. Anke Neuhaus war für die inhaltliche Erarbeitung der am TECHNOSEUM stattfindenden Angebote zuständig und übernahm auch die inhaltlichen Absprachen und Koordination mit den Projektmitarbeitern an der PH Heidelberg. Unterstützt wurde sie dabei von einer studentischen Hilfskraft (Frau Szeremeta 2011 bis Ende 2012, Herr Wendel von Ende 2012 bis 2013) die aus Projektmitteln bezahlt wurde. Während eines dreimonatigen Auslandsaufenthalts von Frau Neuhaus (August bis November 2013) übernahm Frau Dr. Daniela Weide deren Aufgaben und arbeitete ab November 2013 gemeinsam mit Frau Neuhaus im Sitec Projekt mit.

#### **Projektinfrastruktur:**

Ein zentrales Ziel des Projektes war die Weiterbildung von Lehrkräften in Form der Einführung und Umsetzung des didaktischen Konzepts des Projektes. Hierfür war eine Zusammenarbeit mit den Schulen und Regierungspräsidien in der Metropolregion (Teile von Hessen, Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg) Voraussetzung. Diese Kooperation wurde auf zwei Arten umgesetzt: Zum einen übernahm zu Beginn des Projektes das Institut für Weiterbildung (IfW) an der PH Heidelberg die Verwaltung der Fortbildungen. Unsere Veranstaltungen wurden in den offiziellen Katalog des IfW aufgenommen. So wurden die Lehrer im Umkreis informiert und konnten sich auf dem offiziellen Weg anmelden. Außerdem wurde unser Angebot an Fortbildungen von den Regierungspräsidien in Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz anerkannt. Zu Beginn des Schuljahres 2012/2013 wurde die Verwaltung der Lehrerfortbildungen zentral in die Hände der Regierungspräsidien gelegt. Die sich hieraus ergebenden Konsequenzen werden im weiteren Verlauf des Berichts noch detailliert behandelt.

Als zweite Maßnahme wurde von uns ein öffentlicher Auftritt für das Projekt im Internet erstellt ([www.sitec-projekt.de](http://www.sitec-projekt.de)). Für die Öffentlichkeitsarbeit wurden regelmäßig Flyer verschickt. Für das Layout des Logos und der Flyer wurden die Dienste einer professionellen Designerin in Anspruch genommen. Die Flyer wurden halbjährlich über die Schulpost der Regierungspräsidien an alle für das Projekt relevanten Schulen verschickt. So erhielten die Schule immer die aktuellen Informationen. Zur Pflege der Homepage wurde ein Student der Pädagogischen Hochschule mit 10h pro Monat eingestellt. Dieser wurde wie alle studentischen Hilfskräfte aus den Geldern der Hochschule bezahlt. Außerdem wurde ein Newsletter eingerichtet, der interessierte Lehrer direkt mit Informationen versorgte.

Themen waren Neuheiten aus dem Projekt und dem TECHNOSEUM, sowie Informationen zu aktuellen Themen aus Politik und Wirtschaft, die mit dem Projekt in einen Zusammenhang stehen.

Zur Ausarbeitung der Inhalte, sowie zur Durchführung der Projektmaßnahmen fanden regelmäßige Treffen von Museums- und PH-Mitarbeitern statt (mit Ausnahme der Sommerpausen in meist monatlichen Abständen). Auf den Sitzungen wurden Konzepte entwickelt, Lehrermaterial geplant und erstellt, sowie über Veröffentlichungen beraten. Weiterhin wurden auch besondere Veranstaltungen, wie z.B. die LeLa-Konferenzen (Bundesverband der Schülerlabore) auf denen das Projekt vertreten werden sollte, besprochen und über die Teilnahme entschieden.

Es wurde weiter eine Zusammenarbeit mit dem Seminar für Lehrerbildung in Mannheim aufgebaut. So war es möglich, mit Referendaren und Ihren Schulklassen zu arbeiten und die im Projekt entwickelten Konzepte mit Schülern zu erproben. Im Rahmen dieser Zusammenarbeit wurden auch Seminare an der PH angeboten. In diesen Seminaren erarbeiteten PH-Studenten mit Referendaren des Seminars Besuche der Schulklassen im TECHNOSEUM zu SiTec-Themen. Diese Exkursionen der Schulklassen wurden im Seminar vorbereitet, gemeinsam durchgeführt und anschließend evaluiert.

Im letzten Drittel der Projektlaufzeit wurden die durch die Lehrerfortbildungen aufgebauten Kontakte zu Schulen dazu genutzt, das Angebot von sogenannten Schülerforschungstagen zu SiTec-Themen zu verbreiten. Diese Angebote fanden auch regen Zuspruch.

### 3.2. Ausdifferenzierung des didaktischen Ansatzes

Zu Beginn des Projektes wurden vier sogenannte Rahmenparameter definiert.

- Die Zielgruppen
- Das Prinzip des Lern-Gangs
- Die Inhalte
- Die Lernorte

Diese lassen sich je nach Bedürfnissen zu unterschiedlichen Maßnahmen kombinieren. Das Ergebnis ist ein sehr flexibles System, das es ermöglicht die unterschiedlichsten Bedürfnisse von Schulen, Schülern, Referendaren und Studenten zu bedienen.

Die Details des Konzeptes sind inzwischen veröffentlicht und können im Anhang eingesehen werden.

#### **Die Zielgruppen:**

Ziel des Projektes war es, folgende Personengruppen zu erreichen:

1. SchülerInnen
2. StudentInnen der Pädagogischen Hochschule
3. LehramtsanwärterInnen im Referendariat
4. LehrerInnen aller Schularten ab Sekundarstufe I

Die Lerninhalte, Lernformen und Lernorte wurden an die Anforderungen der unterschiedlichen Teilnehmer angepasst. So wurden beispielsweise für Studierende an der PH wöchentliche Seminare angeboten, die in den Vorlesungsalltag integriert waren. Diese umfassten Exkursionen ins TECHNOSEUM, Experimente sowie Vorlesungen an der Pädagogischen Hochschule.

## Das Prinzip des Lern-Gangs

Die Thematik der regenerativen Energien ist außerordentlich komplex. Schon die flüchtige Verfolgung aktueller Meldungen macht deutlich, dass es sich auch um ein außerordentlich emotional aufgeladenes Thema handelt. So wurde der Streit um die Finanzierung der Energiewende vor einiger Zeit vom damaligen Umweltminister Altmaier durch die Behauptung angeheizt, dass sich die Kosten dafür bis zum Jahr 2040 auf 1 Billion Euro summieren könnten. Da die Strompreise gerade durch die Erhöhung der EEG-Umlage um stattliche 47% weiter steigen und sich die Mehrausgaben für Strom gerade für die einkommensschwachen Familien empfindlich bemerkbar machen, ergab sich speziell für die Themen Wind- und Sonnenenergie ein aktueller Bezug. Um die vielfältigen Aspekte jedes unserer sieben Themen aufzugreifen, wurde das didaktische Konzept des Lern-Gangs entwickelt. Jeder Lern-Gang besitzt ein Schwerpunktthema, das aus historischer, fachlicher und aktueller Perspektive behandelt wird. Die sieben Themen teilen sich in zwei Gruppen auf: Energieerzeugung und Energieeffizienz.

1. Die Windenergie
2. Die Sonnenenergie
3. Die Wasserkraft
4. Der Seebeck-Generator und die Restwärmenutzung
5. Von der Glühlampe zur Leuchtdiode
6. Von der Entwicklung des Elektromotors bis zur Elektromobilität
7. Das Fahrrad im Wandel der Zeit

### Die Inhalte:

Ziel des Projektes war es, an Schulen die Technische Umweltbildung als unterrichtliche Zielgröße zu etablieren und das TECHNOSEUM als außerschulischen Lernort weiter zu entwickeln und in den Schulen bekannter zu machen. Um dieses Ziel nachhaltig zu erreichen, war eine Vielzahl von Inhalten notwendig. Zum einen war es notwendig, die technischen Grundlagen und den aktuellen Stand der Regenerativen Energie zu vermitteln. Eine besondere Herangehensweise des Projektes war dabei die Integration der Technikgeschichte in das Projekt. Das dazu entwickelte Konzept wurde im Antrag bereits vorgestellt und findet sich auch in den Veröffentlichungen des Anhangs. Der sicherlich wichtigste Punkt ist die Vermittlung von didaktischen Konzepten zur Umsetzung der Themen im Schulalltag, bei der historische, experimentelle und aktuelle Aspekte einbezogen werden. Hier zeigen sich die besonderen Möglichkeiten des TECHNOSEUM, in dem an den unterschiedlichen Lernorten wie den Elementa 1 bis 3 mit ihren hands on-Experimenten, dem Ausstellungsbereich mit authentischen Objekten und dem Schülerlabor sehr viele Optionen für didaktisches Handeln eröffnet werden. Das Schülerlabor eignet sich hervorragend dazu Experimente durchzuführen, die es erlauben technische Eigenschaften und physikalischen Zusammenhänge von Solarzellen, Windrädern, Elektromotoren und verschiedenen Leuchtmitteln zu untersuchen und auch technische Artefakte selber zu gestalten, wie z.B. Solarautos oder Solarkrabber. Außerdem wurden Anregungen für Fertigungs- und Konstruktionsaufgaben vorgestellt, die sich im Rahmen der Schulen umsetzen lassen. Dabei wurde darauf geachtet, hauptsächlich Materialien zu verwenden, die kostengünstig sind und somit von der Schule angeschafft werden können. Alle diese Inhalte wurden an die einzelnen Lern-Gänge und Zielgruppen angepasst. Am Beispiel des Lern-Gangs Solarenergie haben wir dies in einer Broschüre aufgearbeitet. Diese ist auf der Website veröffentlicht und wird als gedruckte Broschüre an die Lehrkräfte verteilt. im aus.

## Die Lernorte:

Das TECHNOSEUM zeigt in seiner ca. 8.000 m<sup>2</sup> umfassenden Dauerausstellung die Geschichte der Industrialisierung Südwestdeutschlands. Dabei versteht es sich als "arbeitendes Museum": In die Ausstellung sind Vorführstationen eingegliedert, an denen die SchülerInnen die Lebens- und Arbeitsbedingungen der Menschen vergangener Zeit hautnah erleben können.

In die Dauerausstellung sind die Mitmach-Ausstellungen Elementa 1, 2 und 3 integriert: Elementa 1 veranschaulicht bahnbrechende Experimente in Naturwissenschaft und Technik zu Beginn der industriellen Revolution um 1800. Elementa 2 thematisiert Experimente aus der Zeit um 1900 und gewährt Einblicke in die Laboratorien der Hochindustrialisierung. Mit Versuchen zu Gegenwarts- und Zukunftstechnologien schließt die Elementa 3 den Reigen. Das Besondere an dieser Einbindung ist, dass die SchülerInnen im eigenen Tun Bezüge herstellen, technische Entwicklungen verfolgen und historische Zusammenhänge verstehen können.

"«Der einfachste Versuch, den man selbst durchführt, ist besser als der schönste Versuch, den man nur sieht.» Gemäß diesem Zitat von Michael Faraday arbeiten die SchülerInnen im Laboratorium. Dabei werden die in der Dauerausstellung vorhandenen Exponate, die den Übergang vom eigenen Experiment zur technischen Anwendung zeigen, einbezogen. Fehler und Umwege werden als wichtige Bestandteile des Lernprozesses zugelassen. Dadurch wird ein aktiver Aneignungsprozess in Gang gesetzt, der die Grundlage für tieferes Verstehen bildet." (TECHNOSEUM, 2012, S. 4)

Neben der Infrastruktur des TECHNOSEUMs wurden auch die Möglichkeiten des Fachs Technik an der Pädagogischen Hochschule genutzt. Für Studierende aber auch LehramtsanwärterInnen (Referendare) wurden hier gemeinsame Seminare durchgeführt. Die Werkstätten des Fachs Technik wurden genutzt, um gemeinsam neue Experimente zu den Themen der verschiedenen Lern-Gänge zu entwickeln und zu testen. Die StudentInnen hatten und haben auch weiterhin die Möglichkeit, die von ihnen entwickelten Aufbauten in Praktika mit SchülerInnen durchzuführen und die Ergebnisse mit ihren KommilitonInnen und DozentInnen zu diskutieren.

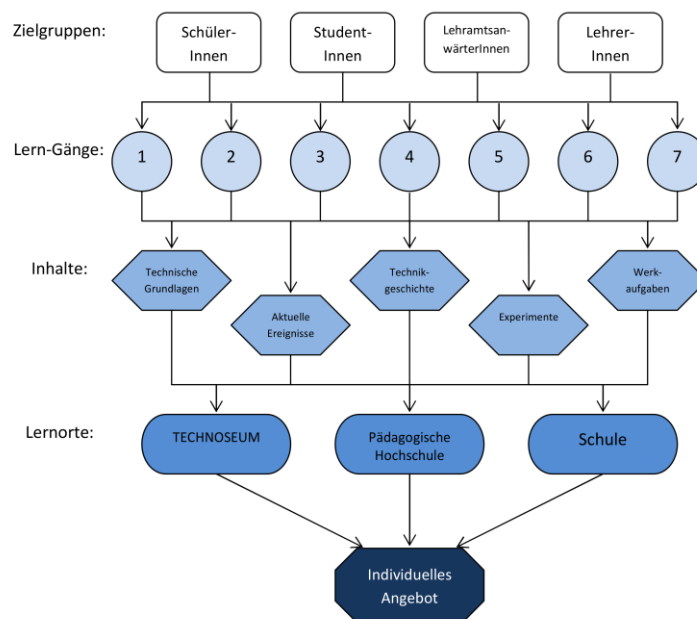


Abbildung 1: Die vier Rahmenparameter lassen sich frei zu einem Individuellen Angebot kombinieren. Jedes Angebot nutzt optimal die Ressourcen des Projektes.



Die konkreten Formate der Umsetzung der Projektideen sahen wie folgt aus:

- Lehrerfortbildungen: Es wurde einmal im Monat eine Lehrerfortbildung zu einem Lerngangs-Thema am TECHNOSEUM angeboten. Zielgruppe waren Lehrer aller Schularten die Schüler ab Klassenstufe 7 unterrichten. Die Lehrer lernten hier das TECHNOSEUM in Bezug auf das Thema kennen, erhielten Informationen zu aktuellen Themen, der Technikgeschichte, Anregungen für die Behandlung des Themas im Unterricht sowie fachwissenschaftliche Hintergründe. Außerdem wurde das Schülerlabor vorgestellt. Die Lehrer konnten hier Experimente und Fertigungs- und Konstruktionsaufgaben kennenlernen, die sie entweder an der Schule oder mit ihrer Klasse im Laboratorium durchführen können. Die Ablaufpläne dieser Veranstaltungen befinden sich im Anhang.
- Lehrveranstaltungen an der PH Heidelberg: Jedes Semester wurden Veranstaltungen in Form von Seminaren und Vorlesungen von Herr Röben, Herr Bienia und Frau Herold/Herr Lepold an der Pädagogischen Hochschule angeboten, die einen direkten Bezug zu den SiTec-Themen hatten und in denen auch zum Projekt Beiträge erarbeitet wurden. Ab dem SS2012 wurde eine Kooperation mit dem Staatlichen Seminars für Didaktik und Lehrerbildung (GWHS) in Mannheim aufgebaut und Herr Geilsdörfer bot zusammen mit Herrn Lepold Seminare an. Auf diese Weise konnte eine Zusammenarbeit von Studenten und Referendaren ermöglicht werden. So konnten in den Seminaren entwickelte Unterrichtseinheiten mit den Schulklassen der Referendare durchgeführt und evaluiert werden. In diesen Seminaren wurde unter anderem eine Unterrichtsmethode entwickelt, die auf dem Einsatz von Tablet-PCs im Museum basiert, die später die Grundlage der „Schülerforschungstage“ wurde. Außerdem wurden zahlreiche Experimente und Versuche mit den Studenten erarbeitet, die Umweltbildung an Schulen ermöglichen. Die Studenten hatten darüber hinaus die Möglichkeit, ihre Ergebnisse in ihren Schulpraktika zu testen. Eine Liste aller im Rahmen des SiTec-Projektes angebotenen Veranstaltung befindet sich in Anhang.
- Studentische Arbeiten: Die Studenten der PH Heidelberg hatten die Möglichkeit ihre schriftlichen Ausarbeitungen und Zulassungsarbeiten auch über SiTec-Themen zu schreiben. Hier entstand eine Vielzahl von Schriften zu diversen Themen (siehe Anhang).
- Angebote im Schülerlabor: Viele der entwickelten Experimente und Werkaufgaben wurden in den Alltags des Schülerlabors integriert. Diese 2-6 stündigen Angebote können von Schulklassen ab Stufe 8 gebucht werden. Die Schüler können hier Möglichkeiten des Laboratoriums nutzen, die ihre Schule nicht bieten kann.

Folgende im Sitec-Projekt entwickelte Angebote sind auch nach Projektende im TECHNOSEUM buchbar:

- „Auto mit Windantrieb“,
- „Schülerforschungstag Elektromobilität“,
- „Von der Glühlampe zur Leuchtdiode“,
- „Energie aus Sonne und Wind“.

Das pdf Dokument der Schulbroschüre für das Schuljahr 2013-14 findet sich im Anhang.

- Schülerforschungstag: Schulklassen bekommen die Möglichkeit einen Tag im TECHNOSUM zu dem ausgewählten Thema zu verbringen. Bei jedem Schülerforschungstag werden alle drei Lernorte des TECHNOSUM kombiniert:
  - Dauerausstellung
  - Elementa I bis III

- Schülerlabor

Für den Schülerforschungstag wurde eine Methode der Dokumentation und Präsentation der schülereigenen Entdeckungen und Erkenntnisse entwickelt, die auf dem Einsatz von Tablet-PCs basiert. Dazu erhalten Kleingruppen von Schülern jeweils eine Aufgabe, die sie an den verschiedenen Lernorten des TECHNOSEUMs bearbeiten sollen. Die Ergebnisse der Bearbeitung werden in einer Präsentation auf dem Tablet zusammengestellt. Diese Tablett-PCs haben folgende Vorteile:

- Hohe Schülermotivation
- Einfach und intuitive Bedienung
- Freiraum für Kreativität
- Sehr schnelle Erfolgserlebnisse
- Einfaches Aufnehmen von Fotos und Video
- Einfache Einbindung in ein Präsentationsprogramm

Eine der wichtigsten Aufgaben der Projektteilnehmer bestand hier darin, das Maß an Hilfestellungen für die Schüler in Form von Leitfragen so zu wählen, dass die Freiheit der Schüler erhalten blieb, aber reines „Rumspielen“ vermieden wurde. Die Schüler dokumentierten ihre Experimente, berichteten über Exponate, führten Interviews mit TECHNOSEUM-Mitarbeiter und drehten sogar Werbespots für ihr eigenes Solarauto mithilfe dieser Geräte. Am Ende eines Forschungstags wurden die Vorträge den jeweiligen Mitschülern präsentiert.

Dieses Konzept wurde sowohl von den Schülern als auch von den begleitenden Lehrern extrem gut angenommen. Die Schüler waren sehr schnell in der Lage die Tablet-PCs zu bedienen und setzten sich sehr motiviert mit der Materie auseinander. Die Arbeitsaufträge, sowie die Ablaufpläne befinden sich im Anhang. Des Weiteren wird diesem Bericht eine CD beigelegt, die die Präsentationen der Schüler, sowie die Einführungsvorträge der SiTec-Mitarbeiter enthält.

### **3.3. Evaluation**

Sowohl während als auch zum Abschluss des Projektes war es wichtig, die Fortschritte und Entwicklungen zu bewerten. In Zusammenarbeit mit dem IfW wurden die Lehrerweiterbildungen mit einem für diesen Zweck angepassten Fragebogen des IfW evaluiert. Die Schülerforschungstage wurden mit einem von uns entwickelten Bogen untersucht. Im letzten Halbjahr begann eine Studentin ihre Zulassungsarbeit über das Thema „Außerschulische Lernorte“ zu schreiben. Sie bezog sich dabei hauptsächlich auf die im SiTec Projekt entstandenen Schülerforschungstage und entwickelte einen neuen Fragebogen der von den teilnehmenden Schülerinnen und Schülern ausgefüllt wurde. Diese Arbeit wurde am Ende des Projektes fertiggestellt und ist auf der CD im Anhang angefügt.

### **3.4. Transfer und Öffentlichkeitsarbeit**

Alle aktuellen Termine der Veranstaltungen, sowie alle relevanten Projektinformationen wurden auf der Projekthomepage zur Verfügung gestellt ([www.sitec-projekt.de](http://www.sitec-projekt.de)). Hier wurde das Projekt mit seiner Konzeption und seinen Mitarbeitern vorgestellt, Termine aufgelistet und Materialien zum Download angeboten. Die Angebote waren zielgruppenspezifisch geordnet. Außerdem war es auch möglich, sich für den Projekt-Newsletter anzumelden. Spezielle für die Teilnehmer der Lehrerfortbildungen wurde ein eigenes „Download-Center“ errichtet, in dem die Teilnehmer die jeweils aktuellen Unterrichtsmaterialien und Hintergrundinformationen zu den Lern-Gang Themen herunterladen konnten. Zu Beginn des Projektes wurden die Materialien zu den Fortbildungen am Ende jeder

Veranstaltung in Form einer CD an die Teilnehmer verteilt. Es stellte sich jedoch heraus dass diese Daten oft noch unvollständig waren und kleine Fehler enthielten. Mit dem „Download-Center“ konnten diese Probleme behoben werden. Um die Daten nicht frei verfügbar zu machen, wurde dieser Bereich der Homepage mit einem Passwort geschützt, das nur an die Fortbildungsteilnehmer weitergegeben wurde.

Die Flyer, die halbjährlich aktualisiert wurden, wurden direkt an die Schulen weitergegeben. Die Schulen in unmittelbarer Nähe (Raum Mannheim und Heidelberg bekamen sie direkt zugeschickt. Zusätzlich wurde zu Beginn jedes Schulhalbjahres ein Flyer an jede für das Projekt relevante Schule in Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Hessen über die offizielle Schulpost der Regierungspräsidien verteilt. Die Flyer lagen außerdem im TECHNOSEUM und an der Pädagogischen Hochschule aus. Nachdem die Resonanz auf die Lehrerfortbildungen, aufgrund der Zentralisierung der Fortbildungsverwaltung, zurückging wurden die wichtigsten Schulen und die entsprechenden Fachbereichsleiter zusätzlich noch mit der pdf-Version der Flyer versorgt.

Das SiTec-Projekt präsentierte sich auch auf Veranstaltungen. So nahmen Vertreter des Projektes an Tagungen, Techniktagen und Ähnlichem teil. Hier wurden Vorträge gehalten, Poster vorgestellt und Informationsstände betreut.

Liste der Kongressen und Messen an denen SiTec vertreten war:

- Jobmesse "Work Green" an der Universität Freiburg: Am 22.01.2011 fuhr Frau Herold zur Jobmesse "Work Green" in Freiburg, um sich einen Überblick über die Tätigkeitsangebote in der Branche der Erneuerbaren Energien zu verschaffen.
- didacta Stuttgart: Am 23.02.2011 fuhren Herr Bienia und Frau Herold zur "didacta" nach Stuttgart. Dort verschafften sie sich einen Überblick über das Lehrmittelangebot im Bereich der erneuerbaren Energien.
- LernortLabor Dortmund: Vom 13.03.2011 bis zum 15.03.2011 nahmen Herr Röben, Herr Bienia und Frau Herold an der Tagung "LernortLabor" teil. Hier konnten wir einen Eindruck erhalten, welche Möglichkeiten ein außerschulischer Lernort bieten kann.
- Hochschultage "Berufliche Bildung" Osnabrück: Vom 22.03. bis zum 25.03.2011 nahmen Herr Röben und Frau Herold mit einem eigenen Beitrag an den Hochschultagen "Berufliche Bildung" in Osnabrück teil. Der Titel des Referats lautete: "Der Wandel der Facharbeit in den Branchen Windenergie und Solartechnik". Eine Ausarbeitung zu diesem Thema ist im September 2011 in der Online-Zeitschrift "bwpat" als Beitrag erschienen.
- Jobmesse Gelsenkirchen: Frau Herold war am 23.05.2011 bei der Jobmesse in Gelsenkirchen. Dies ist die bundesweit größte Jobmesse im Bereich der erneuerbaren Energien. Sie nahm als Zuhörer an verschiedenen Workshops teil und konnte einen Eindruck über die aktuelle Entwicklung der Berufsaus- und weiterbildung im Bereich der erneuerbaren Energien gewinnen.
- Besuch Lernort Wilhelmshaven: Das TECHNOSEUM nahm Kontakt zum Lernort Wilhelmshaven auf. Der Besuch diente zum Erfahrungsaustausch und zur Gewinnung neuer Ideen bei der Umsetzung des Energiethemas. In Wilhelmshaven wird sehr viel mit UMT (universelles Mediensystem Technik) gearbeitet. Dieses ist auch im Laboratorium des TECHNOSEUM vorhanden und wird jetzt auch für das SITEC-Projekt eingesetzt.. Die von Herrn Welschehold entwickelte Idee, zwei gleiche Solarautos mit parallel geschalteten bzw. in Reihe geschalteten Solarmodulen in ihren Fahreigenschaften zu vergleichen, wurde auf Projekttauglichkeit im

TECHNOSEUM getestet. Weitere Anregungen aus Wilhelmshaven wurden auf die Einsatzfähigkeit im Projekt geprüft: Solar-Buggy, Kurbelleuchte, Computer-Anemometer.

- Deutsche Gesellschaft für technische Bildung, Basel: Im September 2011 nahmen Herr Bienia und Herr Röben an einer internationalen Tagung der Deutschen Gesellschaft für Technische Bildung in Basel teil. Dort stellten sie das Projekt SiTec vor und präsentierten erste Überlegungen wie die technische Umweltbildung konzeptionell umgesetzt werden kann. Die ausgearbeiteten Beiträge sind in der Zeitschrift tu – Zeitschrift für Technik im Unterricht erschienen.
- Besuch der Intersolar München: Frau Herold besuchte am 09.06.2011 die Intersolar in München. So konnten weitere Kontakte geknüpft werden und einige Exponate für Lehrerfortbildung mitgebracht werden.
- Besuch des Sechs-Mühlen-Tals: Am 13.06.2011 nahm Frau Herold an einer Führung mit Herrn Fuchs im Sechs-Mühlen-Tal von Weinheim teil. Diese diente zur Vorbereitung des nächsten Lern-Ganges "Die Nutzung der Wasserkraft", um die Angebote der Region für die Lehrerweiterbildungen kennenzulernen.
- Besuch der Jobmesse für erneuerbare Energien in Gelsenkirchen: Im Juni 2011 besuchte Frau Herold die Jobmesse in Gelsenkirchen. Diese ist die Größte ihrer Art in Deutschland. Dort konnte Frau Herold Kontakte mit dem Wissenschaftsladen Bonn und einer Initiative aus Lüchow-Dannenberg Kontakte knüpfen.
- Windbranchentag in Baden-Württemberg: Frau Herold nahm im Juli 2011 am 3. Windbranchentag in Baden-Württemberg teil. Baden-Württemberg erzeugt nur 2% der Energie mit Wind. Die Landesregierung möchte den Anteil bis 2020 auf 10% erhöhen. Besonders deutlich wurde an diesem Tag, dass es in Zukunft im Bereich der Windenergie einen höheren Bedarf an Arbeitskräften in Baden-Württemberg geben wird.
- Am 14. und 15. März 2012 fanden die Techniktage am TECHNOSUM statt. Herr Röben hielt in diesem Rahmen einen Vortrag zum Projekt SiTec. Des Weiteren wurde ein Informationsstand des Projektes aufgebaut. Hier kam es zu interessanten Dialogen mit vielen Teilnehmern der Informationstage. So konnte bei Lehrern Werbung für die Fortbildung gemacht werden. Schüler konnten einige der von SiTec entwickelten Experimente und Versuchsaufbauten testen.
- Im Mai 2012 nahm Frau Neuhaus an der Ecsite in Toulouse teil und stellte Themen des Sitec Projekt im Rahmen der Session „The science of everyday life“ einem internationalem Publikum vor. Die Ecsite ist das Netzwerk der europäischen Science-Center und Technikmuseen. Die jährlich stattfindenden Ecsite-Tagungen werden von mehr als 1.000 Teilnehmern aus Europa, Amerika und Asien besucht. Ankündigung und Poster finden sich im Anhang.
- Im Schuljahr 2012/13 boten die Mitarbeiter des Projekt-SiTec an der Jugendakademie Mannheim (<http://www.jugendakademie-mannheim.de>) eine Arbeitsgemeinschaft zum Thema „Elektrische Antriebe“ an. Die Schüler der gymnasialen Oberstufe hatten die Möglichkeit sich in einer alle vierzehn Tage stattfindenden Veranstaltung über diese Thema zu informieren. Dazu gehörten die theoretische Auseinandersetzung mit der Geschichte der Elektrischen Antriebe, das Kennenlernen des TECHNOSEUM sowie das Herstellen eines Elektromotors, der im Rahmen des Projektes entwickelt wurde. Als Abschluss Veranstaltung organisierten die Schüler einen Projekttag für eine siebte Klasse zu diesem Thema. Dieser Tag wurde am Ende des Schuljahres mit sehr viel Erfolg durchgeführt. Die Schüler hatten eine Klasse eingeladen und den gesamte Tag für sie durchgeplant.

- Zu Beginn dieses Jahres 2013 fand eine außergewöhnliche Veranstaltung im Rahmen des Projektes "Umwelt baut Brücken" statt. UMWELT BAUT BRÜCKEN ist ein deutsch-türkisches Umwelt- und Medienprojekt unter der Schirmherrschaft von Bundespräsident Joachim Gauck und Staatspräsident Abdullah Gül. Fünf Schulen aus Deutschland und fünf Schulen aus der Türkei bilden bilaterale Partnerschaften und arbeiten gemeinsam zu den Themen "Nachhaltigkeit und Umwelt", "Europa" und "Medien". Eine dieser Partnerschaften besteht z.B. zwischen der Rodolf-Koch-Schule in Offenbach und dem Cağaloğlu-Anadolu-Lisesi (Istanbul) in der Türkei. Die türkische Projektgruppe besuchte ihre deutschen Partner vom 15.2.-22.2.2013. Am 19.2.2013 führten die Schüler/-innen der beiden Projektgruppen (26 Schüler/-innen, ca. 16 Jahre, + 4 Lehrer/-innen) eine journalistische Recherche über das von der DBU geförderte Projekt „Lernortkooperation Schule – TECHNOSEUM – Aus der Technikgeschichte für die Energiewende lernen“ durch. Die Schüler wurden von den Mitarbeitern des TECHNOSEUMs und der Pädagogischen Hochschule Heidelberg den ganzen Tag betreut. Das genaue Programm dieser sehr konstruktiven Zusammenarbeit sowie der entstandene Zeitungsartikel aus der FAZ befinden sich im Anhang.
- Außerdem nahmen Herr Prof. Röben und Herr Lepold an der „LernortLabor“ Tagung in Bremen teil (2013). Dort wurde das Projekt SiTec durch ein Poster vorgestellt. Das Poster befindet sich ebenfalls im Anhang.
- Mitte 2013 drehte das Rhein-Neckar-Fernsehen eine Dokumentation über das Projekt SiTec. Zu diesem Zweck nahm ein Team des Senders an einem Schülerforschungstag zum Thema „Elektrische Antriebe“ teil. Sie begleiteten die Schüler bei ihrem Tag, interviewten die Mitarbeiter und filmten eine Seminarveranstaltung an der PH Heidelberg. Ausgestrahlt wurde der Beitrag am 25. September 2013 um 17:30 und ist online nachzuschauen unter [http://www.rnf.de/mediathek/tag/sitec/#.UsQV5\\_TuJ1A](http://www.rnf.de/mediathek/tag/sitec/#.UsQV5_TuJ1A).
- Das Fach Technik veranstaltete jedes Jahr eine Werkschau, auf der Werkstücke der PH-Studenten präsentiert wurden. Auch einige im Rahmen des SiTec Projektes entstandene Exponate waren zu sehen und es wurden weitere Informationen über das Projekt zur Verfügung gestellt.
- Am 6.2.2013 hielt Herr Röben im PhanTECHNIKUM in Wismar einen Vortrag mit dem Thema: „Mit der Technikgeschichte die Energietechnik der Zukunft erschließen“, in dem das SiTec-Projekt auf einem Lehrerfortbildungstag für Mecklenburg-Vorpommern vorgestellt wurde.
- Am 10.10.2013 hielt Herr Röben einen Vortrag vor der Fachgruppe Technikhistorischer Museen im Deutschen Museumsbund e. V. im phanTECHNIKUM in Wismar mit dem Titel „Museum oder Science Center? Methoden, Konzepte und Selbstverständnis“ im Rahmen dieses Vortrags wurde das SiTec-Projekt kurz vorgestellt.

### 3.5. Besondere Umstände

Hier sollen zwei Umstände genannt werden, die relativ großen Einfluss auf den Verlauf des Projektes hatten. Der erste Umstand betrifft die personellen Veränderungen während der Projektlaufzeit und der zweite Umstand die katastrophale Kommunikationssituation bei der Lehrerfortbildung.

Während der Projektlaufzeit, gab es an der PH Heidelberg einige personelle Veränderungen die das Projekt mehr oder weniger stark betrafen. So verließ Frau Simone Herold am Ende des Jahre 2011 die Hochschule aus persönlichen Gründen. Insbesondere die Vorarbeiten zum Bereich der Berufsorientierung, die sich schon in einem gut entwickelten Stadium befanden, welches sich z.B. an der bereits erwähnten Veröffentlichung in der Zeitschrift bwpat zeigen lässt, wurden dadurch leider

wieder zunichte gemacht. Herr Lepold konnte leider keine Beziehung zu diesem Thema aufbauen. Aus diesem Grund ist das Thema leider nur konzeptionell erarbeitet worden. Die Ergebnisse finden sich in der Masterarbeit von Herrn Putsche, die von Herrn Röben betreut wurde.

Des Weiteren übernahm Herr Dr. Bienia im WS 2011/2012 und im SS 2012 eine Vertretungsprofessur an der Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd und wurde durch diese Aufgabe stark beansprucht.

Zu Beginn des SS2013, d.h. zum 1.4.2013 verließ Herr Prof. Dr. Röben die PH Heidelberg und wechselte an die Carl-von-Ossietyky-Universität Oldenburg. Er behielt jedoch eine Gastprofessur in Heidelberg, so dass er die Leitung des Projektes weiterhin übernehmen konnte.

Der zweite Umstand war die Zentralisierung der Lehrerfortbildungen zu Beginn des Schuljahres 2012/13. Die Verwaltung der Anmeldungen zu unseren Lehrerfortbildungen, die bisher das Institut für Weiterbildung der Pädagogischen Hochschule übernommen hatte, musste den Regierungspräsidien überlassen werden. Bei der Umstellung der Anmeldung auf eine Website des Regierungspräsidiums Karlsruhe entstanden extreme technische Probleme. So war es z.B. lange Zeit nicht möglich, sich zu Fortbildungen anzumelden. Dies betraf nicht nur Fortbildungen im Rahmen des Projektes, sondern viele Fortbildungen im ganzen Land fielen dieser stümperhaften Website zum Opfer. Die Online-Tools zur Verwaltung der Fortbildungen waren bis zum Ende des Projektes noch nicht ausgereift. Trotz regelmäßigem Kontakt mit dem Regierungspräsidium Karlsruhe, konnten wir die Behebung der Probleme nicht beschleunigen. Diese Probleme haben dazu geführt, dass es quasi nicht mehr möglich war, Teilnehmer für die Lehrerweiterbildungen zu erhalten. Trotz zahlreicher eigener Bemühungen, ließ sich dieses Problem nicht lösen. Da wir die Veranstaltungen inhaltlich und logistisch vorbereitet hatten, war der Ausfall der Veranstaltungen für uns besonders ärgerlich.

Nach zahlreichen gescheiterten Versuchen und abgesagten Veranstaltungen verständigte sich das SiTec-Team darauf, sich auf die direkte Zusammenarbeit mit Schulen zu fokussieren. So entstanden die „Schülerforschungstage“. Hier wurde jeweils einer Schulklasse die Möglichkeit gegeben einen ganzen Tag im TECHNOSEUM zu verbringen und sich mit einem der SiTec-Themen auseinander zu setzen.

Am TECHNOSEUM fiel Frau Neuhaus im November 2012 krankheitsbedingt für drei Monate aus, konnte jedoch vom Bett aus Recherchen durchführen. Im Rahmen eines Kollegen-Austausch Programms war Frau Neuhaus von August 2013 bis November 2013 in Shanghai. Von TECHNOSEUMseite aus wurde deshalb ab Juni 2013 für sechs Monate Frau Weide als Vertretung eingestellt, die Frau Neuhaus auch im Sitec-Projekt vertrat.

## **4. Vergleich der Ergebnisse mit den Zielen**

### **4.1. Stand der Konzeptentwicklung Nutzung TECHNOSEUM als außerschulischen Lernort**

#### **Implementation der der Technikgeschichte**

Der Blick in die Technikgeschichte war ein zentraler Punkt des Projektes. Das geschichtliche Lernen wurde als ein für die technische Bildung innovatives Moment begründet und Möglichkeiten der unterrichtlichen Umsetzung wurden aufgezeigt. Hierzu wurden zahlreiche Zugänge zu diesem Thema entwickelt. Ziel war es, den einzelnen Zielgruppen dieses Thema nahe zu bringen, Fragen zu initiieren



und Interesse zu wecken. Es war für das gesamte SiTec Team notwendig, sich in diese Materie einzulesen. Aus diesem Grund wurde die hierzu notwendige Literatur angeschafft und erarbeitet. Zu zeigen war, dass die Auseinandersetzung mit der Vergangenheit sehr hilfreich bei der Beantwortung der Fragen der Gegenwart ist.

Als eine gute Art, Teilnehmern an unseren Veranstaltungen, das Thema Technikgeschichte nahe zu bringen, stellte sich ein von uns modifiziertes Kartenspiel heraus. Im Handel ist das Originalkartenspiel unter dem Namen Anno Domini erhältlich. Ziel bei diesem Spiel ist es, bestimmte geschichtliche Ereignisse in eine sinnvolle Reihenfolge zu legen. Unser Ziel dabei war nicht, dass die Teilnehmer die exakten Daten wissen oder erraten, sondern Ereignisse wie z.B. den Bau der ersten Windmühle oder die erste Nutzung von Windkraft für die Zwecke der Elektrizitätserzeugung in die richtige Reihenfolge zu bringen. Dadurch wird das Nachdenken über die Geschichte angeregt und die Teilnehmer fragen sich selbst, ob z.B. die erste Solarzelle, die elektrischen Strom lieferte noch vor der Entdeckung des photoelektrischen Effekts erfunden wurde (Das ist tatsächlich so, siehe Ereignisse auf S. 26 in der Broschüre zur Sonnenenergie). Dieses Spiel kam bei allen Zielgruppen sehr gut an und die Spieler vertieften sich auch nach dem Spiel noch gerne in die Materie, z.B. durch ergänzendes Material zu den einzelnen Karten. Auf den Karten stehen nur die Daten, die Jahreszahlen und eine knappe Beschreibung des Ereignisses. In den zusätzlichen Materialien konnte man Bilder und weitere Informationen finden. Es kam zu sehr spannenden Diskussionen mit vielen „Aha“-Momenten. Die Karten zu jedem Lern-Gang, sowie eine ausführliche Anleitung befinden sich im Anhang.

Neben diesem häufig als Einstufig verwendetem Spiel, wurden natürlich weitere Methoden für die Seminare entwickelt. So gab es Fachvorträge angepasst an die entsprechende Zielgruppe. Die Teilnehmer der Veranstaltungen nutzen das TECHNOSEUM um Informationen zu dem Thema selber herauszufinden. Die Schüler nutzten die Tablet-PCs um kleine Dokumentationen im TECHNOSEUM zu erstellen. Studenten hatten die Aufgabe Referate zu einzelnen Bereichen dieses Themas zu erarbeiten und vorzutragen. Des Weiteren wurden von einigen Studenten schriftliche Ausarbeitungen zu diesem Thema erstellt.

### **Ausgestaltung der Lernortkooperation zwischen Schule und TECHNOSEUM**

An den Veranstaltungen im Rahmen des Projekts nahmen Schulklassen und Lehrer von Haupt-, Real- und beruflichen Schulen, aber auch von Gymnasien teil. Schülerinnen und Schüler konnten durch das Projekt den Besuch im TECHNOSEUM nachhaltiger zur Umweltbildung nutzen. Dazu wurden die didaktischen Angebote im TECHNOSEUM ausgeweitet, insbesondere die Experimentiermöglichkeiten im Labor. Ziel war die Ausgestaltung der Lernortkooperation zwischen Schule und TECHNOSEUM zu einer Integration dieses Lernortes in den Unterricht. Die Besuche der Schülerinnen und Schüler im TECHNOSEUM wurden im Rahmen einer Unterrichtseinheit vorbereitet und nachbereitet. Das Lernen im TECHNOSEUM wird dabei differenzierter gesehen als dies früher der Fall war, d.h. die drei Lernorte: klassischer Ausstellungsbereich, Elementa und Labor im großen Lernort TECHNOSEUM erfuhren eine differenzierte didaktische Bewertung und Ausgestaltung. Unser besonderes Augenmerk galt dem Labor, weil hier eine sehr intensive Lernerfahrung möglich wird. Dieser Lernort wurde während der Projektlaufzeit durch viele neue Experimente, Werkaufgabe, Workshops und Teile der Schülerforschungstage aufgewertet.

Die Lernkooperation mit Schulen fand auf verschiedenen Ebenen statt. Durch die Lehrerfortbildungen gab es eine direkte Zusammenarbeit mit den Lehrern der Zielschulen. Außerdem gab es eine enge Zusammenarbeit zwischen den Projektmitarbeitern, den Studenten und den Kooperationschulen der

PH. An diesen Schulen können die Studenten ihre Praktika machen. Die Kontakte konnten dazu genutzt werden, ganze Unterrichtseinheiten in Zusammenarbeit mit den Studenten zu entwickeln und zu erproben. So ergab sich eine gelungene Kombination aus den Seminaren an der PH, den Praktika der Studenten und Veranstaltungen am TECHNOSEUM. Eine weitere Kooperation ergab sich aus der Zusammenarbeit mit dem Staatlichen Seminar für Lehrerbildung in Mannheim. In gemeinsamen Lehrveranstaltungen wurden die Schulen der Referendare eng in das Projekt eingebunden.

Für die Erprobung und Weiterentwicklung der Schülerforschungstage waren immer wieder Schulkassen nötig mit denen die Projektmitarbeiter arbeiten konnten. Zu diesem Zweck konnten wir auf die große Anzahl der Kooperationschule des TECHNOSEUM zugreifen. Das TECHNOSEUM hat eine Anzahl von Partnerschulen, die sich immer wieder gern zum Ausprobieren neuer Konzept bereit erklären. Der Kreis dieser Schule konnte durch das Projekt erweitert werden. Das sehr konstruktive Feedback sowohl der Schüler als auch der Lehrer brachte die nötigen Erkenntnisse um die Angebote weiterzuentwickeln.

### **Berufsorientierung und Erneuerbare Energien**

Im Projektantrag wurde dargestellt, dass wir die Expertise zur Berufsorientierung an der PH nutzen würden, um eine spezifische auf die Branche der erneuerbaren Energie bezogene Berufsorientierung zu entwickeln. Der Aufschlag zur Entwicklung dieses Konzeptes wurde durch eine Analyse der Berufe im Bereich der erneuerbaren Energien gemacht. In der Branche wurden damals immer wieder Stimmen laut, die nach einem oder gar mehreren spezifischen Berufen in dieser Branche riefen. Die damalige Projektmitarbeiterin Simone Herold und der Projektleiter Peter Röben hatten sich mit der beruflichen Situation in dieser Branche auseinandergesetzt und Analyse auch auf beruflichen Messen und Ausstellung betrieben. So wurden verschiedene Firmen in diesem Bereich befragt und die Literatur zum Thema gesichtet. Das Ergebnis wurde auf einer einschlägigen Konferenz vorgetragen und anschließend veröffentlicht unter dem Titel: Der Wandel der Facharbeit in den Branchen Windenergie und Solartechnik<sup>2</sup>.

Nach der Analyse der beruflichen Verhältnisse im Sektor der erneuerbaren Energien, gingen wir an die Konzeptentwicklung für die Lehrerfortbildungen. Zu diesem Zweck arbeitete Herr Röben mit Herrn Christian Putsche zusammen. Herr Putsche arbeitete bei der Beruflichen Bildung gGmbH (BBQ) in Mannheim und studierte zu der Zeit an der Universität Rostock einen Masterstudiengang. Herr Röben übernahm die Betreuung des in diesem Studiengang vorgeschriebenen Projekts von Herrn Putsche, der seine Masterarbeit der Entwicklung der Berufsorientierung im Bereich der erneuerbaren Energien widmete. Die Masterarbeit von Herrn Putsche enthält das Konzept für die Weiterentwicklung der Lehrerfortbildung. Leider kam es aufgrund der ausgefallenen Lehrerfortbildungen nicht zur praktischen Erprobung des Konzepts.

### **Stand der Entwicklung der Lern-Gänge**

Während der gesamten Projektlaufzeit wurde sehr intensiv an der Entwicklung der sieben Lern-Gänge gearbeitet. Durch unterschiedliche Nachfragen bei den Themen kamen wir mit der Entwicklung unterschiedlich weit voran, wie im Folgenden dargestellt wird. Die genauen Termine von

---

<sup>2</sup> <http://www.bwpat.de/content/ht2011/ft08/herold-roeben/>



Fortbildungsveranstaltungen, Schülerforschungstagen und anderen Formaten, in denen die Themen der Lern-Gänge präsentiert wurden, lassen sich dem Anhang entnehmen.

### **Windenergie:**

Dieser Lern-Gang wurde vollständig ausgearbeitet und auch mehrfach durchgeführt. Die einzelnen Bestandteile des Lern-Gangs umfassen dabei:

1. Das ausgearbeitete Drehbuch für die Lehrerfortbildungen. D.h. der Ablauf der ganztägigen Lehrerfortbildung wurde konzipiert und kontinuierlich überarbeitet.
2. Anno Domini Windkraft
3. Input-Vortrag zum Thema mit einem aktuellen Bezug.
4. Geschichtlicher Überblick
5. Fach-Vortrag zu den grundlegenden Prinzipien der Windtechnik
6. Schultaugliche Experimente zur Windkraft, die im Schülerlabor erprobt wurden: Experimente mit einem Flettnerrotor im Wasserkanal. Messung von Windgeschwindigkeit, Windrichtung. Abschätzung der Energieersparnis, Ausnutzung der Windenergie durch einem Windgenerator, Bau von Autos mit Windantrieb.
7. Einbezug von Elementa-Stationen.
8. Herstellerunterlagen für die Durchführung der Experimente

### **Sonnenenergie:**

Dieser Lern-Gang wurde ebenfalls vollständig ausgearbeitet und auch mehrfach durchgeführt. Die einzelnen Bestandteile des Lern-Gangs umfassen dabei:

1. Das ausgearbeitete Drehbuch für die Lehrerfortbildungen. D.h. der Ablauf der ganztägigen Lehrerfortbildung wurde konzipiert und kontinuierlich überarbeitet.
2. Anno Domini Sonnenenergie
3. Input-Vortrag zum Thema Sonnenenergie mit einem aktuellen Bezug.
4. Geschichtlicher Überblick zur Sonnenenergie
5. Fach-Vortrag zu den grundlegenden Prinzipien der Solartechnik
6. Schultaugliche Experimente zur Solartechnik, die im Schülerlabor erprobt wurden: Aufbau und Inbetriebnahme einer Solaranlage im Inselbetrieb, Popkornkocher, Stirlingmotor Experimente zur dish-Stirlingtechnologie, Reihen- und Parallelschaltung von Solarzellen. Aufbau von Solarkrabblern und Solarautos aus Solarbruch (besonders preiswert).
7. Energieführung im TECHNOSEUM

### **Seebeckgeneratort**

Thermogeneratoren nutzen die Abwärme eines Geräts. Dieses Thema war für alle Beteiligten Neuland und aus diesem Grund wurde hier zunächst einmal eine Literaturrecherche durchgeführt. Ein Student an der PH hat zum Thema eine Examensarbeit geschrieben (siehe Anhang). Aufgrund der beschränkten Kapazität im Projekt konnte dieser Lern-Gang leider nur in ersten Ansätzen umgesetzt werden.

## **Der Wandel der elektrischen Beleuchtung**

Dieser Lerngang konnte vollständig ausgearbeitet werden und wurde ebenfalls mehrfach durchgeführt. Im Einzelnen wurde durch das Projektteam folgendes geleistet:

1. Das ausgearbeitete Drehbuch für die Lehrerfortbildungen. D.h. der Ablauf der ganztägigen Lehrerfortbildung wurde konzipiert und kontinuierlich überarbeitet.
2. Anno Domini zur Beleuchtung
3. Input-Vortrag zum Thema Der Wandel der Beleuchtung mit einem aktuellen Bezug.
4. Geschichtlicher Überblick zur Beleuchtungstechnik
5. Fach-Vortrag zu den grundlegenden Prinzipien der Beleuchtungstechnik, Energiesparlampen und LEDs
6. Schultaugliche Experimente zur Beleuchtungstechnik, die im Schülerlabor erprobt wurden: Spektrometer LEDs und anderen Lampen + Sonnenlicht + Öllampe (3 Versuche), Energieeffizienz, Raumwinkelexperimente., Lampenvergleich in spektraler Hinsicht, Smartie-Versuch (d.h. farbige Objekte in unterschiedlichen Beleuchtungsszenarien, gut als Einstiegs-Schülerexperiment), Experimente zur Energieeffizienz: Fahrradversuch: Erzeugung der elektrischen Energie für eine Glühlampe per muskelbetriebenen Generator. Glühbirnengrill: Demonstration der Wärmeentwicklung von klassischen Glühbirnen indem sie als heatballs zum Popkornmachen verwendet wurden. Produktanalyse Schütteltaschenlampe und Bau einer Holztaschenlampe mit LEDs (Schülerexperimente)
7. Führung durch die Elementa 3 im TECHNOSEUM

## **Wasserenergie**

Dieser Lern-Gang ist ebenfalls voll entwickelt worden. Allerdings fiel er schon der desaströsen Anmeldeprozedur der Lehrerweiterbildung zum Opfer, d.h. er wurde angeboten, aber fiel mangels Teilnehmer als Lehrerfortbildung aus. Die entwickelten Experimente wurden allerdings im Schülerforschungstag verwendet. Die Projektleistungen zu diesem Lern-Gang umfassen:

1. Das ausgearbeitete Drehbuch für die Lehrerfortbildungen. D.h. der Ablauf der ganztägigen Lehrerfortbildung wurde konzipiert.
2. Anno Domini zur Wasserkraft
3. Input-Vortrag zum Thema Geschichte der Wasserkraft.
4. Fach-Vortrag zu den grundlegenden Prinzipien der technischen Nutzung der Wasserkraft: Francis-, Pelton- und Kaplan-turbinen
5. Schultaugliche Experimente mit dem Wasserrad: Vergleich von ober- und unterschlächtigem Wasserrad hinsichtlich Drehmoment und Wirkungsgrad, die im Schülerlabor erprobt wurden
6. Arbeitsblatt Wasserkraft im TECHNOSEUM
7. Museumsrundgang Wasserkraft

## **Der Elektromotor als Antrieb:**

Dieser Lern-Gang wurde der Geschichte der Elektro-Antriebe gewidmet und das Thema Mobilität wurde mit einbezogen. Auch bei diesem Lern-Gang wurden Lehrerweiterbildungen angeboten, die aber aufgrund der bereits geschilderten Anmeldesituation nicht durchgeführt werden konnten. Der zu

diesem Thema entwickelte Schülerforschungstag wurde jedoch oft angeboten und nachgefragt. Im Projekt wurden folgende Leistungen erbracht:

1. Das ausgearbeitete Drehbuch für die Lehrerfortbildungen. D.h. der Ablauf der ganztägigen Lehrerfortbildung wurde konzipiert.
2. Anno Domini zur Elektromobilität
3. Input-Vortrag zum Thema Geschichte der Elektromobilität.
4. Schultaugliche Experimente und Stationen zu: Pedelec, Segway, einfacher E-Motor, PH-Modell eines E-Motor, Messreihe an fertigen Motoren, Autos mit eigenen Motoren antreiben. Einen Elektromotor selber bauen, optimieren und austesten. Vorhandene Motoren auf den Prüfstand stellen und die Energieeffizienz messen. Messung von Strom, Spannung, Drehmoment.
5. Museumsrundgang Mobilität

### **Das Fahrrad als alternatives Verkehrsmittel:**

Aufgrund der Anmeldesituation für die Lehrerweiterbildungen wurde für diesen Lern-Gang keine Lehrerfortbildung mehr ausgearbeitet. Die freigewordene Kapazität nutzten die Projektteilnehmer um die Schülerforschungstage weiter zu entwickeln und einen Schülerforschungstag zum Thema auszuarbeiten und mit Schulklassen zu erproben. Im Projekt wurden folgende Leistungen erbracht:

1. Ablaufplan für den Schülerforschungstag
2. Input-Vortrag für Schüler „Energieeffizienz im Verkehr“
3. Schultaugliche Experimente und Stationen zu den Unterthemen des Schülerforschungstags:
  - „Die Geschichte des Fahrrads“ mit Test der Laufmaschine von Carl Drais und der Entwicklung des Fahrrads anhand der Exponate des TECHNOSEUM
  - „Physik am Fahrrad“ mit Experimenten zu Übersetzungen, im Laboratorium, Einbeziehung der Experimente in Elementa 1
  - „Fahrradfahren und Leistung“ mit Experimenten zum Energieverbrauch am Beispiel Handgenerator, Ergometer und Energiefahrrad, Einbeziehung der Experimente in Elementa 3
  - „Die Zukunft des Fahrrads“ mit die ersten Fahrräder mit Hilfsmotor und Test eines E-Bikes, Fahrradfahren in Pinguinverkleidung – ein Experiment zum Luftwiderstand in der Bionikabteilung.
  - Neue Formen des Fahrrades erproben und bewerten, z.B. Elektrofahrrad, Liegerad. Energieeffizienz des Fahrrades ermitteln (z.B. im Vergleich zum Gehen): Messung von Sauerstoffverbrauch als Maß des Energieumsatzes. Experimentiereinrichtung: Laufband

## **5. Evaluation**

Die Evaluation im Projekt erfolgte durch verschiedene Instrumente. In den Lehrerfortbildungen wurde die Teilnehmerbefragung stets mit einem Fragebogen des Instituts für Weiterbildung der PH durchgeführt. Dieser Fragebogen erfragt unabhängig vom konkreten Thema der Weiterbildung die Zufriedenheit der Teilnehmer. Die Daten aus dieser Befragung liegen beim Institut für Weiterbildung.

Unabhängig davon wurde im Projekt die Hauptzielgruppe befragt, nämlich die Schülerinnen und Schüler, die an den Maßnahmen im Projekt teilnahmen. Dies geschah zum einen über einen kurzen Fragebogen, der insbesondere beim Schülerforschungstag eingesetzt wurde (Abbildung 2) und zum

anderen durch einen ausführlichen Fragenbogen, der im Rahmen einer wissenschaftlichen Examensarbeit entwickelt wurde.

Die Auswertung dieser Fragebögen ergab folgendes Bild. An der kurzen Befragung haben zwei Schulklassen aus Mannheimer Realschulen teilgenommen, eine 9.Klasse mit 23 Schülern und eine 8.te Klasse mit 15 Schülern zum Thema „Wandel des Antriebs“, sowie eine 8.te Klasse mit 24 Schüler einer Realschule aus Heidelberg zum Thema „Fahrrad“ .

Der Schülerforschungstag hat den Schülern viel Spaß gemacht (die einzelnen Daten zu jeder Befragung sind im Anhang zu finden). Das Thema konnte immer eine Mehrheit zu der Bewertung „spannend“ oder gar „sehr spannend“ bewegen, während die Zeit um 1900 den meisten Schülern nur etwas spannend vorkam. Die klare Ablehnung, das Museum noch einmal zu besuchen (83%) verweist darauf, dass die Schüler sich von einem weiteren Besuch keine weiteren Erkenntnisse erhoffen. Die klare Empfehlung an andere Schüler, einen Schülerforschungstag mitzumachen (73%) verweist aber darauf, dass der einmalige Museumsbesuch als gelungen angesehen wird. Nur die Aussicht, dass es bei einem weiteren Besuch noch mehr im Museum zu entdecken gibt, findet keine Mehrheit.

Die Durchführung der Schülerforschungstage wird positiv bewertet, mehr als die Hälfte der Schüler hat den Eindruck viel oder sogar sehr viel, keiner das Gefühl gar nichts gelernt zu haben. Die Aufgaben konnten von der großen Mehrzahl der Schüler bearbeitet werden und wurden als angemessen bewertet. Auch die zur Verfügung stehende Zeit war ausreichend, allerdings wurde die Gesamtdauer von der Hälfte als zu lang angesehen. Die Zusammenarbeit in den Gruppen hat ganz überwiegend gut oder sogar sehr gut geklappt.

Das methodische Konzept mit dem die Schüler an das historische und fachliche Thema herangeführt wurden, stütze sich auf eine adressatengerechte mediale Aufbereitung. Mit IPADs konnten die einzelnen Gruppen ihre Erfahrungen und Erkenntnisse im Museum in Präsentationen zusammenfassen, in denen viele Gruppen Filme und Fotos von Objekten und eigenen Experimenten eingebaut haben. Das IPAD hat dabei viel Spaß bereitet, aber es wirkte als modernes Medium um die Schüler für das Thema zu erreichen und den Präsentationen konnte man ansehen, dass der Eindruck der Schüler, dass sie etwas gelernt haben, auch tatsächlich nachvollziehbar ist.

## Evaluation des Schülerforschungstags

Liebe Schülerinnen und Schüler, die Auswertung des Fragebogens soll zur Qualitätssicherung und -verbesserung dieser Veranstaltungen beitragen. Bitte füllt den Bogen ohne Namensangabe aus und gebt ihn zurück. Kritik und Anregungen sind ausdrücklich erwünscht!

Hast Du Spaß gehabt?	sehr viel <input type="radio"/>	viel <input type="radio"/>	wenig <input type="radio"/>	gar nicht <input type="radio"/>
Hattest Du das Gefühl, Du hast etwas gelernt?	sehr viel <input type="radio"/>	viel <input type="radio"/>	wenig <input type="radio"/>	gar nicht <input type="radio"/>
Konntest Du alle Aufgaben bearbeiten?	alle <input type="radio"/>	viele <input type="radio"/>	wenige <input type="radio"/>	keine <input type="radio"/>
Fandst Du das Thema spannend?	sehr <input type="radio"/>	ziemlich <input type="radio"/>	wenig <input type="radio"/>	gar nicht <input type="radio"/>
Kennst Du dich mit deinem Ausstellungsstück besser aus als vorher?	viel besser <input type="radio"/>	besser <input type="radio"/>	Wenig <input type="radio"/>	nicht besser <input type="radio"/>
Findest Du Dein Ausstellungsstück spannend?	sehr <input type="radio"/>	etwas <input type="radio"/>		Gar nicht <input type="radio"/>
Waren die Aufgaben angemessen?	zu schwer <input type="radio"/>	gerade richtig <input type="radio"/>		zu leicht <input type="radio"/>
Hattest Du ausreichend Zeit?	zu viel <input type="radio"/>	gerade richtig <input type="radio"/>		zu wenig <input type="radio"/>
Konnten wir Dir helfen wenn Du Fragen hattest?	sehr gut <input type="radio"/>	gut <input type="radio"/>	Wenig <input type="radio"/>	gar nicht <input type="radio"/>
Ging die Veranstaltung zu lang?	zu lang <input type="radio"/>	gerade richtig <input type="radio"/>		zu kurz <input type="radio"/>
Wie hat deine Gruppe zusammen gearbeitet?	sehr gut <input type="radio"/>	gut <input type="radio"/>	schlecht <input type="radio"/>	gar nicht <input type="radio"/>
Bist Du mit dem iPad zurechtgekommen?	sehr gut <input type="radio"/>	gut <input type="radio"/>	schlecht <input type="radio"/>	gar nicht <input type="radio"/>
Hat Dir das Arbeiten mit dem iPad Spaß gemacht?	sehr viel <input type="radio"/>	viel <input type="radio"/>	wenig <input type="radio"/>	gar nicht <input type="radio"/>
Fandst Du es umständlich alles mit dem iPad aufzuschreiben?	ja <input type="radio"/>	ja <input type="radio"/>	nein <input type="radio"/>	nein <input type="radio"/>
Hätten die Aufgaben auch ohne iPad funktioniert?		ja <input type="radio"/>	nein <input type="radio"/>	
Gab es Streit um das iPad?		ja <input type="radio"/>	nein <input type="radio"/>	

Abbildung 2 Fragebogen zum Schülerforschungstag.

Auch der Umgang mit dem IPAD darf als gelungen angesehen werden, weil die Schüler damit gut zurecht kamen und es in den Gruppen kaum Streit um die Benutzung gab.

Man kann also behaupten, dass die Schüler den Schülerforschungstag genossen haben und auch dabei gelernt haben.

Aber wurden die Ziele, die mit dem Schülerforschungstag verfolgt wurden auch erreicht? Um diese Frage zu beantworten, reicht der Fragebogen in Abbildung 2 nicht aus und ein anderes Instrument muss herangezogen werden. Das Ziel dieser Untersuchung war es, die Veränderung in den Einstellungen der Schüler in Bezug auf die Umweltbildung durch den Besuch im Technoseum zu untersuchen. Auch hier wurden drei Schulklassen befragt, nämlich Schülerinnen und Schüler der

Klassen acht, neun und zehn von Realschule und Gymnasium. Um eine Veränderung des Interesses der Schüler in Bezug auf umweltrelevanten Themen zu evaluieren, wurden ein Design mit prä-, post- und follow up Untersuchungen gewählt (siehe ausführlich Schlunsky 2013 im Anhang).

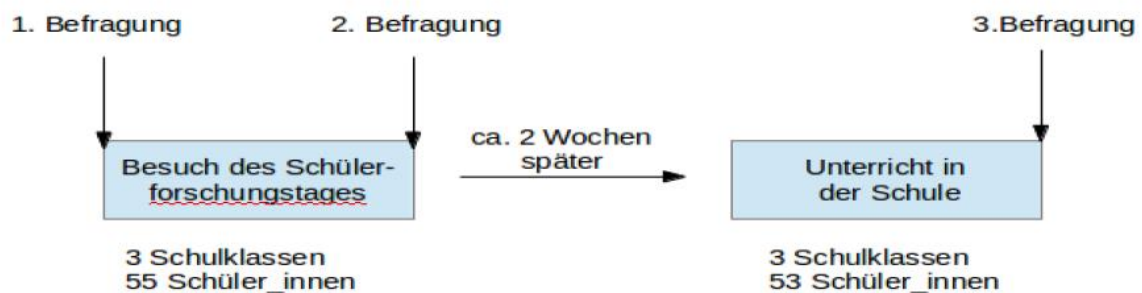


Abbildung 3 Design der Untersuchung (Schlunsky 2013, S. 40)

Das Untersuchungsdesign besteht aus verschiedenen Variablen, die aus der Literatur zu Analyse außerschulischen Lernorte und der psychologischen Literatur entnommen und im Detail auf den Untersuchungsgegenstand angepasst wurden.

Variable	Eigenschaften der Items	Fragebogen	Beispielitem
Emotionale Komponente	Kurzskala bestehend aus vier Items	2+3	Beim Erledigen der Aufgaben habe ich mich wohlgefühlt.
Epistemische Komponente	Kurzskala bestehend aus vier Items	2+3	Ich werde außerhalb des Unterrichts über Dinge nachdenken, die wir während des Schülerforschungstages gesehen oder angesprochen haben.
Wertbezogene Komponente	Kurzskala bestehend aus vier Items	2+3	Das, was wir heute gemacht haben, ist mir persönlich wichtig.
Fachinteresse	Offene Frage	1	Deine Lieblingsfächer in der Schule sind .

Sachinteresse	Kurzskala bestehend aus vier Items	1	Technik macht mir Spaß.
Geschlecht	Einzelitem	1	
Größe der Herausforderung	Kurzskala bestehend aus vier Items	2+3	Die Aufgaben waren eine Herausforderung für mich.
Qualität der Zusammenarbeit	Kurzskala bestehend aus vier Items	2+3	Ich habe heute gut mit meinen Mitschülern/Mitschülerinnen zusammengearbeitet.
Verständlichkeit	Kurzskala bestehend aus vier Items	2+3	Die Schwierigkeit der Aufgaben war genau richtig, weder zu leicht noch zu schwer.
Offenheit	Kurzskala bestehend aus vier Items	2+3	Ich konnte beim Ablauf der Aufgaben eigene Entscheidungen treffen .
Akzeptanz	Zwei Einzelitems	2+3	Würdest du gerne das Laboratorium des TECHNOSEUMS ein weiteres Mal besuchen?
Vorbereitung	Kurzskala bestehend aus vier Items	1	Auf den Besuch des TECHNOSEUM haben wir uns im Unterricht vorbereitet.
Nachbereitung	Kurzskala bestehend aus vier Items	3	Wie ausführlich habt ihr nach dem Besuch im Unterricht über die Inhalte, die ihr im TECHNOSEUM behandelt habt, gesprochen?
Gelernt	Offene Frage	2	Was hast du heute gelernt?

Vermisst	Offene Frage	2	Was hast du beim heutigen Besuch vermisst?
Gefallen	Offene Frage	2	Was hat dir beim heutigen Besuch am besten gefallen?
Betreuung	Kurzskala bestehend aus vier Items	2	Ich erlebte die Betreuer als Personen, bei denen es mir leicht fiel, Fragen zu stellen.

Abbildung 4 Übersicht über die im Fragebogen verwendeten Variablen (Schlunsky 2013, S. 41ff).

Zu Beginn wurde das allgemeine Interesse an Technik in der Stichprobe ermittelt. Dies fällt relativ groß aus, da die Mehrheit der Schüler Interesse oder sogar hohes Interesse an Technik hat.

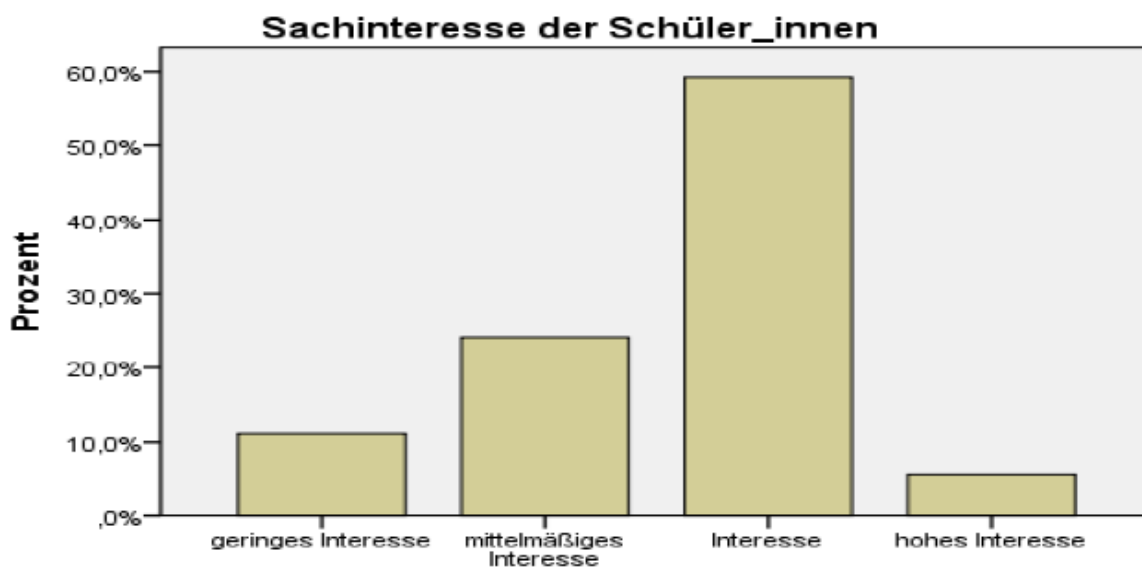


Abbildung 5 Das Sachinteresse der Schüler an Technik (Schlunsky 2013, S. 45)

Wenn man die das Sachinteresse konstituierenden Items genauer betrachtet, stellt man fest, dass das Interesse an Technik sehr stark aus dem Interesse am technischen Handeln erwächst, wenn also etwas gebaut, durchgeführt oder experimentiert wird (Abbildung 5).

In Bezug auf die Lernumgebung im Technoseum kommen wir bei dieser Untersuchung auch wieder zu vergleichbaren Resultaten, wie bei den schon vorgestellten Resultaten.



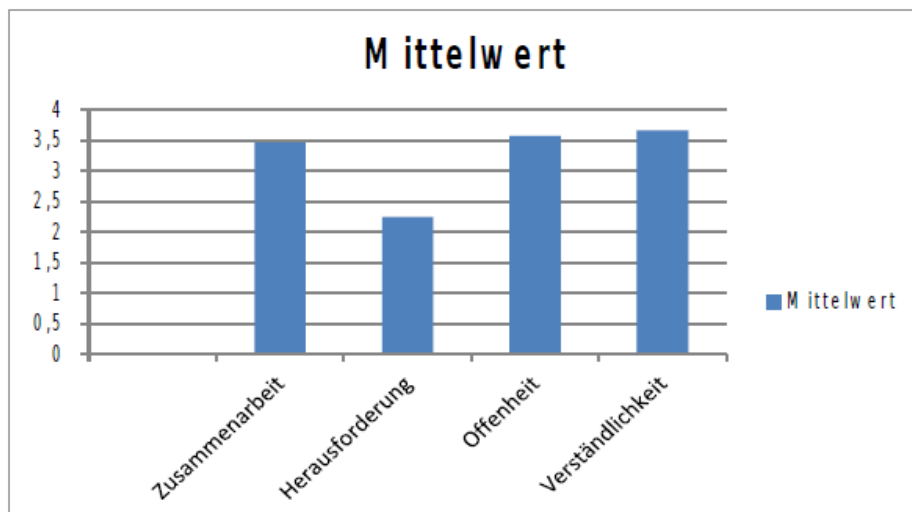


Abbildung 6 Mittelwerte der Variablen der Lernumgebung (Schlunsky 2013, S. 48)

Das Schülerlabor im Technoseum erfüllt die Erwartungen an eine interessenfördernde Lernumgebung (Abbildung 6). Die Betreuungssituation kann als hervorragend bezeichnet werden, da es nicht eine einzige negative Rückmeldung dazu gab, diese also nur als gut oder sehr gut bewertet wurde.

Durch das Projekt konnte eine allgemein bekannte Problematik, nämlich die fehlende Einbindung des Besuchs im Technoseum in den vor- und nachgelagerten Schulunterricht, in der Untersuchungstichprobe leider nicht gelöst werden. Sowohl zur Vor- als auch zur Nachbereitung fallen die Mittelwerte der Items schlecht aus:

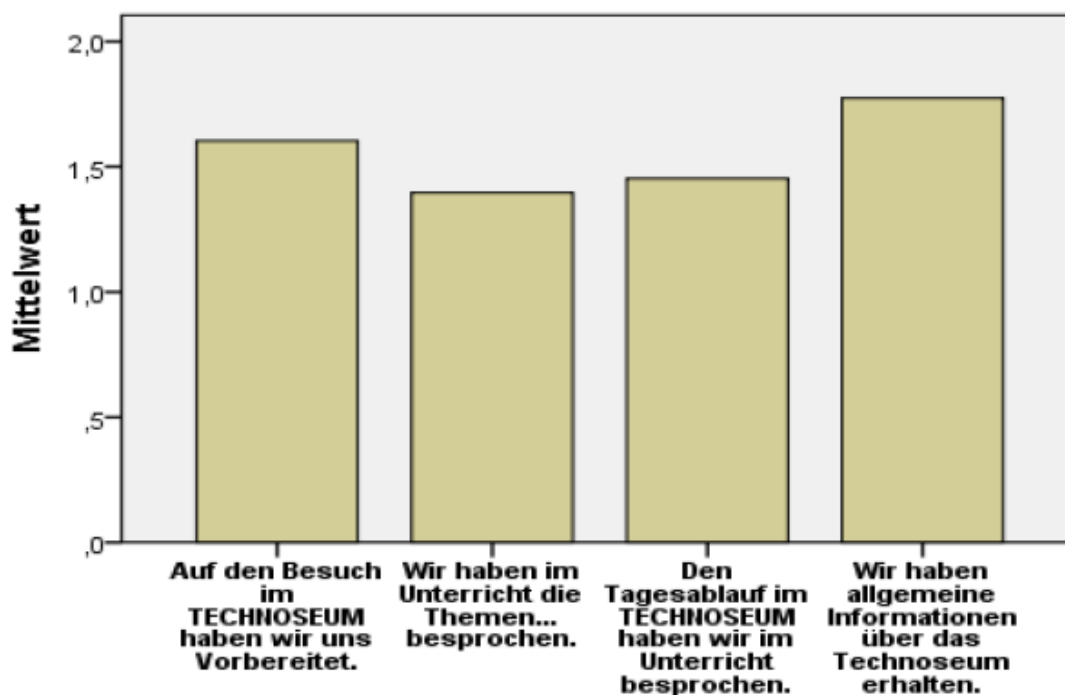


Abbildung 7 Die Ergebnisse zu den verschiedenen Items, die die Vorbereitung auf den Besuch im Technoseum erhoben.

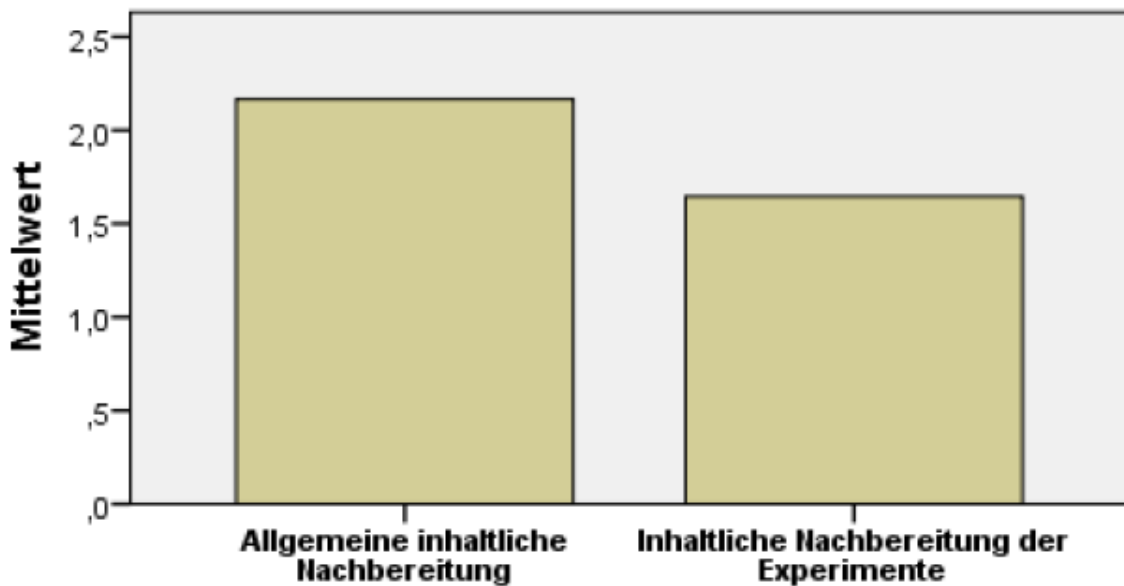


Abbildung 8 Darstellung der Mittelwerte der Items zur Nachbereitung. Die allgemeine Nachbereitung währte nur kurz, die zu den Experimenten fand häufig gar nicht statt.

Wie wirkt sich nun der Besuch des Schülerlabors im Technoseum auf das Interesse der Schüler aus? Zunächst einmal ist festzuhalten, dass aus der Literatur bekannte Ergebnisse durch diese Untersuchung bestätigt wurden. Das Sachinteresse der Jungen ist von vornherein größer als das der Mädchen. Allerdings wächst vor allem die emotionale Komponente des Interesses der Mädchen durch den Besuch des Schullabors stärker an als bei den Jungen. Überraschend: Die wertbezogene Komponente steigt bei den Jungen stärker an als bei den Mädchen, sie können anscheinend einen stärkeren Besuch zu ihrem Alltag herstellen (Schlunsky 2013, S. 52). Beide Geschlechter sind jedoch durch den Besuch des Schülerlabors am Umweltthema interessiert und bereit, sich weiter damit auseinanderzusetzen.

Die Korrelation der Bewertung der Lernumgebung mit dem aktuellen Interesse bestätigt einen weiteren Befund der Literatur: Gerade die Schüler mit einem anfangs eher geringem Interesse werden durch den Besuch des Schülerlabors in ihrem Interesse am Umweltthema stark befördert, während bei den Schülern mit einem anfangs ohnehin schon hohem Interesse keine starke Steigerung mehr zu beobachten ist (a.a.O. S. 55).

Allerdings ist hier auch noch eine starke Bindung an das inhaltliche Geschehen zu berücksichtigen. Wie schon eingangs dargestellt, schätzen es die Schüler besonders, etwas zu bauen, zu gestalten und zu experimentieren. Das aktuelle Interesse beispielsweise an dem Bau des Solarautos aus dem Schülerforschungstag zur Solarenergie bestätigt dies eindrucksvoll.

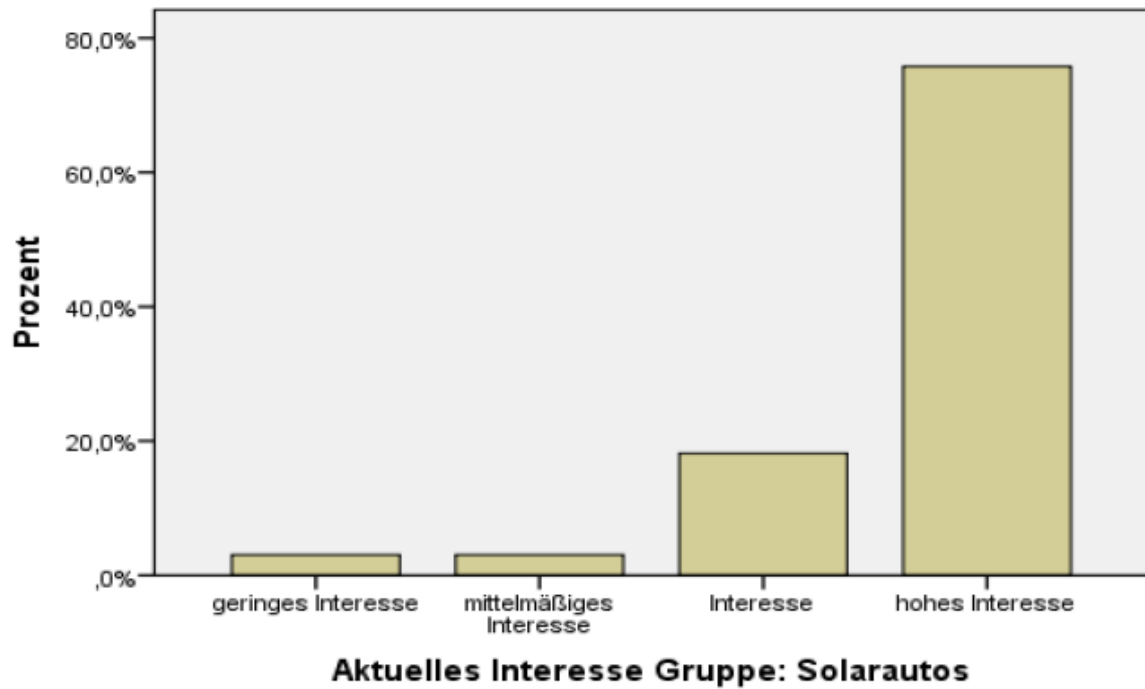


Abbildung 9 Das aktuelle Interesse während des Besuchs im Technoseum beim Schülerforschungstag zur Solarenergie. Der Bau eines Solarautos vermochte es da Interesse der Schüler zu fesseln (a.a.O. S. 57).

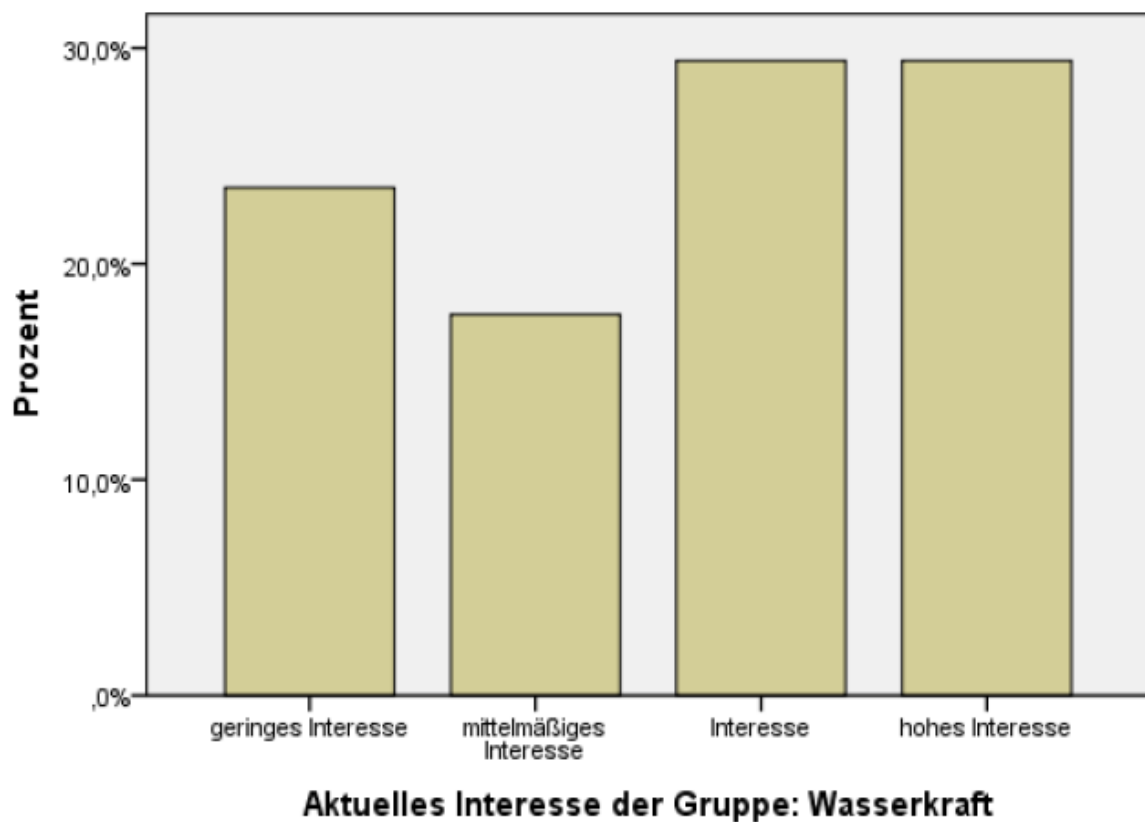


Abbildung 10 Das aktuelle Interesse einer anderen Gruppe im Technoseum, die sich mit dem Thema Wasserkraft auseinandersetzen (a.a.O. S. 57)

Vergleich man das Interesse der Gruppe, die ein Experiment zur Wasserkraft durchführten (Abbildung 10) mit der Gruppe, die ein Solarauto bauen durfte, wird deutlich, dass das eigene Bauen und Gestalten sich sehr stark auf das Interesse auswirkt.

Wie wirkt sich der Besuch des Schülerlabors im Technoseum langfristig aus?

Dazu wurde eine Befragung zwei Wochen nach dem Besuch im Technoseum durchgeführt.

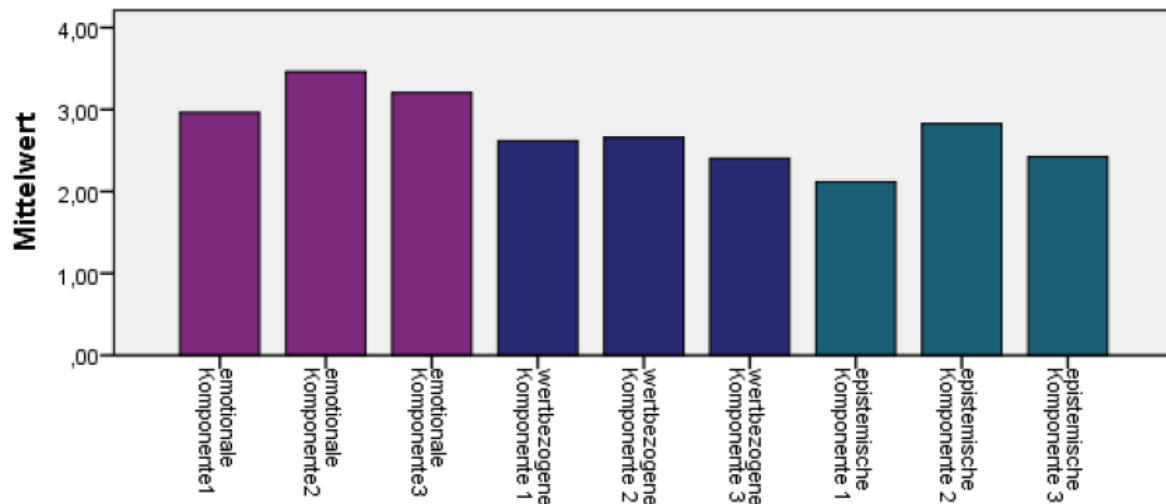


Abbildung 11 Mittelfristige Veränderung der drei Komponenten des Interesses vor, Während und nach dem Besuch im Technoseum.

Auch hier haben wir es mit einem aus der Literatur bekannten Effekt zu tun, der in unserem Projekt reproduziert wurde. Das Interesse an der Umweltthematik wird durch den Besuch im Technoseum gesteigert, nach zwei Woche fällt es aber wieder ab. Das positive ist, dass das Interesse im Wesentlichen auch nach zwei Wochen noch größer ist als vor dem Besuch, der Besuch also durchaus als nachhaltig zu bezeichnen ist. Allerdings ist der Effekt relativ gering und auch nicht in allen Komponenten gleich. Aufgrund der relativ geringen Stichprobengröße können hier aber noch keine weitreichenden Schlüsse gezogen werden. Aber es ist bemerkenswert, dass der Besuch im Technoseum trotz der unzureichenden Nachbereitung im Schulunterricht einen deutlichen Effekt verursacht.

Bei der Auswertung der offenen Fragen kam heraus, dass die Schüler die Arbeit mit dem IPAD und dem FiloCUT/CAM-SchneideSystem besonders schätzten ebenso wie die Offenheit der Lehrarrangements. Die meisten Schüler haben an diesem Tag nichts vermisst, eine relativ große Gruppe wünschte sich mehr Pausen und mehr Zeit für einen Imbiss.

Kategorien	Anzahl	Kategorien	Anzahl
Essen, Pause	3	Essen, Pause	11
Präsentationen	8	Volle Zufriedenheit	22
Volle Zufriedenheit	4	Offenheit	2
Freundlichkeit der Betreuer	2	Keine Zuordnung	3
Aussagen über Experimente	2	Experimente	5
Medien	14	Zeit	1
Offenheit	9	Offenheit	1
Technische Handlungen	8	Hintergrundinformationen	2
Spannung, Spaß	1		
Keine Zuordnung	3		

Abbildung 12 Kategorisierung der Antworten auf die offenen Fragen: Links die Antworten nach der Frage, was am besten gefallen hat, rechts die Antworten auf die Frage, was vermisst wurde (a.a.O. S. 62f)

Zusammenfassend kann man sagen, dass es dem technisch geprägten Schülerforschungstag gelingt das Interesse der Schüler an dem Umweltthema erneuerbare Energien zu steigern. Das Schülerlabor konnte seine Stärken im Vergleich mit dem Schulunterricht ausspielen, allerdings beim Thema Solartechnik stärker als beim Thema Wasserkraft. Die Schüler fühlten sich offenkundig gut betreut und 80% gaben dem Schülerforschungstag die Note 1 oder 2, auch würden 80% einen solchen Tag zu einem anderen Thema gerne wiederbesuchen.

## 6. Zusammenfassende Auswertung

Hat das Projekt seine Ziele erreicht? Von den Gutachtern wurde vor Beginn des Projektes angemerkt, dass sich das Projekt sehr viel - vielleicht sogar zu viel - vorgenommen hat. Insbesondere die doch relativ große Anzahl von Lern-Gängen, deren Inhalte auf verschiedenen Zielgruppen, auf Lehrkräfte, Schüler und Studierende angepasst werden musste, wurde hervorgehoben. Rückblickend kann das auch bestätigt werden, da leider nicht alle Lern-Gänge im geplanten Umfang umgesetzt werden konnten. Allerdings ist die Fülle an Material, die zu fast allen Lern-Gängen vorliegt, durchaus als reichhaltig zu bewerten. Man muss bedenken, dass die historische Aufbereitung zu den einzelnen Themen nicht einfach schon fertig aus Büchern übernommen werden konnte, sondern zu jedem Thema erarbeitet werden musste.

Die intensive Zusammenarbeit des TECHNOSEUMS mit der PH ist sicherlich einer der großen Erfolge des Projektes. Die beabsichtigte Intensivierung der Kooperation zwischen den Schulen der Metropolregion und dem TECHNOSEUM wird durch das intensive Kennenlernen des TECHNOSEUMS durch die Studierenden während des Studiums sicherlich gut vorbereitet. Die während des Projektes intensivierte Zusammenarbeit zwischen dem Studienseminar Mannheim und der PH führte dazu, dass Referendare mit ihren Schulklassen in das TECHNOSEUM kamen und es als außerschulischen Lernort schätzen lernten. Der Effekt der Lehrerfortbildung war deutlich geringer als wir uns erhofft hatten. Die im Bericht dargelegten Umstände, die zu einem großen Ausfall von angebotenen Terminen mangels Nachfrage führten, haben dazu sicherlich erheblich beigetragen.

Das Projekt hat vieles bewirkt und wirkt auch über seinen Abschluss hinaus, dadurch dass sowohl Lern-Gänge weiter als Schülerforschungstage vom TECHNOSEUM angeboten werden, als auch die PH mit ihren Studenten regelmässig im TECHNOSEUM zu Gast ist. Es ist uns gelungen, über die Vermittlung von Technikgeschichte Schüler, Studierende und Lehrkräfte auf die nachhaltige

Energietechnik der Zukunft neugierig zu machen und sie damit auch als etwas Gestaltbares, von den Entscheidungen der Gegenwart abhängendes zu vermitteln.

## 7. Anhang auf CD

- Flyer/Einleger
- Vorträge
- Zeitungsartikel Umwelt baut Brücken
- Liste der Seminare an der PH Heidelberg
- Liste Fortbildungen und Schülerforschungstage
- Daten der Evaluationen, Examensarbeit von Frau Schlunsky 2013
- Anno Domini Karten + Anleitung
- Schulbroschüre TECHNOSEUM 2013-4
- Konzept des Moduls Berufsorientierung für die Lehrerfortbildungsseminare (Masterarbeit Herr Putsche)
- Lehrer-Broschüre Lern-Gang Solartechnik