



**Kooperationsprojekt  
Wärmebilanz und Umweltverträglichkeit  
Gefördert durch die DBU  
Az 29209-43 0  
Abschlussbericht**

**Prof. Dr.-Ing. Ulrich Gärtner  
B. Eng. Ralf Baur**

30. September 2014

**1 Projektkennblatt**

der

**Deutschen Bundesstiftung Umwelt**

Az	<b>29209-43/0</b>	Referat	<b>43</b>	Fördersumme	<b>114734</b>
<b>Antragstitel</b>	<b>Kooperationsprojekt Wärmebilanz und Umweltverträglichkeit</b>				
<b>Stichworte</b>	<b>Energieeffizienz, Umweltbewusstsein, Heranführung an Naturwissenschaft und Technik</b>				
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
<b>33 Monate</b>	<b>01.01.2012</b>	<b>30.09.2014</b>	<b>3</b>		
Zwischenberichte	6.12.2012, 4.02.2014				
Abschlussbericht	30.09.2014				
<b>Bewilligungsempfänger</b>	Hochschule Esslingen Institut für Angewandte Forschung „Energetische Systeme“ Kanalstraße 33 73728 Esslingen	Tel	0711/397-3259		
		Fax	0711/397-3358		
		Projektleitung	Prof. Dr.-Ing. Ulrich Gärtner		
		Bearbeiter	Ralf Baur B.Eng.		
<b>Kooperationspartner</b>	Freie Schule Anne-Sophie in Trägerschaft der gemeinnützigen Stiftung Würth Reinhold-Würth-Str.5 74653 Künzelsau				

**Zielsetzung und Anlass des Vorhabens**

In dem Projekt soll die Anwendung ingenieurwissenschaftlicher Methoden für biologische und technische Themen verdeutlicht werden. Pädagogische Ziele sind die exemplarische Heranführung von Jugendlichen an fachübergreifende, angewandte Naturwissenschaften und die Sensibilisierung für ökologische Zusammenhänge. Weiterhin sollen Mädchen für Naturwissenschaft und Technik interessiert werden. Diese Zielsetzung ergibt sich einerseits aus der volkswirtschaftlichen Notwendigkeit, vermehrt Jugendliche an technische Zusammenhänge heranzuführen. Andererseits soll die anschauliche Vermittlung technisch/physikalischer Zusammenhänge ein besseres Verständnis für die Auswirkungen eigenen Handelns auf die Umwelt ermöglichen. Aus dem erlernten grundsätzlichen Verständnis von thermodynamischen Vorgängen und aus der Umsetzung des Erlernten in Alltagssituationen soll ein ressourcenschonendes Handeln der Schülerinnen und Schüler entstehen.

## ***Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden***

### Motivation insbesondere von Mädchen zur Arbeit in diesen Fragestellungen

Durch die Wahl auch nicht technischer Themen und Messobjekte sollte eine emotionale Heranführung auch technisch nicht Vormotivierter erfolgen. Dies gilt statistisch insbesondere für Mädchen, deren Interesse für das Thema geweckt werden sollte. Durch die spielerische Herangehensweise an die Messtechnik sollten Hemmschwellen abgebaut werden.

### Theorie und Praxis vereint

Anhand einer Thematik aus der Biologie wurde die Notwendigkeit technischer Messmethoden aufgezeigt. Danach erfolgte der Einstieg in die Messtechnik und die Einführung in thermodynamische Grundlagen. Dieses Grundlagenwissen wurde durch Beispiele und anschauliche Rechenaufgaben mit Praxisbezug vertieft. Außerdem fanden an mehreren Tagen Laborübungen im Labor für Wärme- und Strömungslehre der Fakultät Maschinenbau an der Hochschule Esslingen statt. Am Anfang bearbeiteten die Schüler vorgegebene Messaufgaben an teilweise eigens für dieses Projekt angefertigten Prüfständen. Außerdem durften die Schülerinnen und Schüler ein wärmegeprägtes Haus basteln. Dieses „learning by doing“ festigte das bereits theoretisch erarbeitete Wissen.

### Technik

Die zu verwendenden Prüfstände sind einfach strukturiert und können daher auch von anderen Instituten, insbesondere allgemeinbildenden Schule, kostengünstig nachgebaut werden.

### Zusatzqualifikationen

Das Projekt förderte das eigenständige Arbeiten der Schülerinnen und Schüler. Dies geschah sowohl durch selbstständiges Durchführen von Laborversuchen, als auch durch das Auswerten der Messergebnisse. Eine weitere wichtige Zusatzqualifikation war die Fähigkeit des freien Sprechens und Präsentierens, da die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ihr erlerntes Wissen im Rahmen einer freien Präsentation, unter Zuhilfenahme des Whiteboards, präsentieren durften. Der Mitarbeiter der Hochschule Esslingen leistete Hilfestellung bei aufkommenden Fragen und übernahm die Koordination während der Projektarbeit. Die Schüler bekamen durch das Arbeiten an der Hochschule Esslingen auch Einblicke in den Hochschulalltag, was ihnen eine spätere Berufswahl erleichtern kann.

### Definition eines Curriculums zur Multiplikation der Projektergebnisse

Die angefertigten Lehrmaterialien sollen auch von anderen Bildungseinrichtungen für den Projektunterricht im Realschul- und Gymnasialbereich genutzt werden. Die Art der Veröffentlichung der erstellten Lernunterlagen wird im Moment abgeklärt.

### Einbindung des Projektes in laufende Forschungsaktivitäten der Hochschule

Ein wesentlicher Teil des Lernerlebnisses war für die Schüler das unmittelbare Erleben von gemeinsamer Forschung durch Ingenieure und Biologen zum Thema Wärmehaushalt von Tieren.

### Zeitlicher Rahmen:

Insgesamt nahmen in 2,5 Jahren Projektdauer drei aufeinanderfolgende Schulklassen an diesem Projekt teil. Die theoretischen Grundlagen wurden sowohl von Mitarbeitern der Hochschule Esslingen, als auch von Lehrern der Freien Schule Anne-Sophie vermittelt. Während des Projekts hatten die Schüler auch die Möglichkeit, sich zwischen den offiziellen Terminen an den Mitarbeiter der Hochschule Esslingen zu wenden, um Fragen zu stellen.

### Ergebnisse:

Das Interesse von Mädchen an Technik konnte nicht signifikant gesteigert werden. Die im Alter der Teilnehmerinnen bereits vorhandenen sozialen Prägungen dominierten die Einstellung gegenüber naturwissenschaftlichen Themen. Jedoch können die erstellten Unterlagen für Lehrkörper unterstützend sein, um technische Themen im Unterricht zu vermitteln.

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	
<b>1 Projektkennblatt</b>	<b>2</b>
<b>2 Bilder- und Tabellenverzeichnis</b>	<b>5</b>
<b>3 Zusammenfassung</b>	<b>7</b>
<b>4 Einleitung</b>	<b>8</b>
<b>5 Hauptteil</b>	<b>11</b>
5.1 Projektverlauf	11
5.2 Übersicht über die erstellten schriftlichen Unterlagen	39
5.3 Übersicht über die erstellten Präsentationen mit Power-Point	40
5.4 Übersicht der erstellten Poster und Flyer	41
5.5 Außendarstellung	44
5.6 Fazit	45
<b>6 Anhang</b>	<b>46</b>
6.1 Didaktisches Konzept der Freien Schule Anne –Sophie	46
6.2 Projektplan	51

## 2 Bilder- und Tabellenverzeichnis

Bild 1	Labortermin 1 im Labor für Wärme- und Strömungslehre HSE	13
Bild 2	Laborübungen mit Rechenaufgaben an der Hochschule Esslingen	14
Bild 3	Windkanal an der Hochschule Esslingen	14
Bild 4	Schülerinnen und Schüler mit Modellhäusern	21
Bild 5	Thermografie von Schülerinnen	29
Bild 6	Aufbau von Modellhäusern	30
Bild 7	Plakat „Einführung 12“	42
Bild 8	Plakat „Geschwindigkeitsmessverfahren 12“	42
Bild 9	Plakat „Wärmebilanzen 12“	42
Bild 10	Plakat „Thermokamera 12“	42
Bild 11	Plakat „Wärmeübertragung/ Isolation 12“	42
Bild 12	Flyer „Schülerprojekt 12“	42
Bild 13	Plakat „Einführung 12/13“	43
Bild 14	Plakat „Geschwindigkeitsmessverfahren 12/13“	43
Bild 15	Plakat „Wärmebilanzen 12/13“	43
Bild 16	Plakat „Thermokamera 12/13“	43
Bild 17	Plakat „Wärmeübertragung/ Isolation 12/13“	43
Bild 18	Plakat „Einführung 13/14“	44
Bild 19	Plakat „Geschwindigkeitsmessverfahren 13/14“	44
Bild 20	Plakat „Wärmebilanzen 13/14“	44
Bild 21	Plakat „Thermokamera 13/14“	44
Bild 22	Plakat „Wärmeübertragung/ Isolation 13/14“	44

Tabelle 1	Auswertung Projektgruppe 2012 weiblich	17
Tabelle 2	Auswertung Projektgruppe 2012 männlich	18
Tabelle 3	Auswertung Kontrollgruppe 2012 weiblich	19
Tabelle 4	Auswertung Kontrollgruppe 2012 männlich	19
Tabelle 5	Auswertung Projektgruppe 2012/2013 weiblich	24
Tabelle 6	Auswertung Projektgruppe 2012/2013 männlich	24
Tabelle 7	Auswertung Kontrollgruppe 2012/2013 weiblich	25
Tabelle 8	Auswertung Kontrollgruppe 2012/2013 männlich	26
Tabelle 9	Auswertung Motivationsveranstaltung 2013 weiblich	27
Tabelle 10	Auswertung Motivationsveranstaltung 2013 männlich	28
Tabelle 11	Auswertung Projektgruppe 2013/2014 weiblich	31
Tabelle 12	Auswertung Projektgruppe 2013/2014 männlich	31
Tabelle 13	Auswertung Kontrollgruppe 2013/2014 weiblich	33
Tabelle 14	Auswertung Kontrollgruppe 2013/2014 männlich	33
Tabelle 15	Antworten der Kindergartenkinder	36
Tabelle 16	Antworten der Kindergartenkinder	36
Tabelle 17	Antworten der Kindergartenkinder	37
Tabelle 18	Antworten der Kindergartenkinder	37
Tabelle 19	Antworten der Kindergartenkinder	38
Tabelle 20	Antworten der Kindergartenkinder	38
Tabelle 21	Projektplan	52

### 3 Zusammenfassung

Durch das Projekt „Wärmebilanz und Umweltverträglichkeit“, das auch unter dem für die Schülerinnen und Schüler einfacher verständlichen Namen „Schülerprojekt Energieeffizienz“ geführt wurde, sollte durch den praxisbezogenen Unterricht mit vielen unterschiedlichen Laborübungen das naturwissenschaftlich-technische Interesse insbesondere von Mädchen gefördert werden. Begleitend zu einem aktuellen Forschungsprojekt der Hochschule Esslingen in Zusammenarbeit mit der Universität Tübingen sollten die Schülerinnen und Schüler der Projektpartnerschule (Freie Schule Anne-Sophie Künzelsau) einen Einblick in die Forschungsarbeit und in die Vorgehensweisen von Ingenieuren bekommen.

Das Forschungsthema „mediterrane Landschnecken“ bot die Möglichkeit, den Projektteilnehmern im Alter von 12-17 Jahren die Berührungängste gegenüber naturwissenschaftlichen und technischen Themen zu nehmen. Es sollte verdeutlicht werden, dass zum Beispiel sowohl in der Biologie als auch in der Medizin Messgeräte benötigt werden und wie die mit diesen Geräten erhaltenen Messdaten wissenschaftlich ausgewertet werden.

Das in Phasen aufgeteilte Projekt bestand aus drei im Aufbau gleichen Unterrichtsreihen. Die Durchführung des technischen Teils übernahm die Hochschule Esslingen. Hierzu führte ein Mitarbeiter in jeder Phase des Projekts fünf theoretische Unterrichtseinheiten an der Freien Schule Anne-Sophie durch. Im Anschluss daran bearbeiteten die Schülerinnen und Schüler Aufgaben. Um das theoretisch erlernte Wissen auch zeitnah anwenden zu können, wurden sieben Laborübungen an drei Terminen im Labor für Wärme- und Strömungslehre für die Jugendlichen konzipiert. Ein Ingenieur der Hochschule Esslingen stand bei den weitestgehend selbständig bearbeiteten Versuchen mit Rat und Tat Verfügung. Die Vermittlung der biologischen Grundlagen des Projektes übernahm eine Lehrkraft der Freien Schule Anne-Sophie. Themen wie z.B. der thermische Haushalt von Tieren sowie der physiologische Aufbau einer Schnecke wurden hierbei thematisiert. Außerdem wurde eine Exkursion nach Frankreich, der „Heimat“ der untersuchten Landschnecken durchgeführt.

Die Schülerinnen und Schüler lernten innerhalb des Projektes, ihre Ergebnisse sowohl auf Plakaten, als auch in Vorträgen, zu präsentieren. Bisher kann jedoch noch kein eindeutiges Ergebnis über die Motivationswirkung des Projektes auf das naturwissenschaftliche Interesse der beteiligten Jugendlichen dargestellt werden, da die Auswertungen der Evaluationen sehr unterschiedliche Resultate zeigten.

Eine weitere Möglichkeit der Förderung von technischem Interesse von Heranwachsenden besteht in der Motivation von Kleinkindern im Alter von 3-6 Jahren. In diesem Alter sind die Teilnehmer noch besser prägnant, als im jugendlichen Alter. „Geschlechterspezifische Verhaltensmuster“ können in dieser Lebensphase gezielt vermieden werden. Es sollen im weiteren Projektverlauf noch mehr Informationen zu dieser Thematik gesammelt und eine Kooperation mit einem Kindergarten begonnen werden.

## 4 Einleitung

Der Technologiestandort Deutschland ist als rohstoffarmes Land auf die stetige innovative Weiterentwicklung seiner Produkte, Prozesse und Dienstleistungen angewiesen. Die Beachtung der Nachhaltigkeit der zu entwickelnden Produkte ist sowohl ökologisch als auch ökonomisch von entscheidender Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit und für die Schonung des natürlichen Umfeldes und seiner Ressourcen.

Die Ausbildung nachkommender Generationen muss den beiden Ansprüchen der technischen Innovationsfähigkeit und der Umweltverträglichkeit daher in gleichem Maße Rechnung tragen. Um zusätzlich die individuellen Ausbildungschancen vom Geschlecht zu entkoppeln, ist es wünschenswert, grundlegende Strategien technischer und damit verbundener physikalischer Vorgehensweisen und ihre Konsequenzen für die Umwelt in der schulischen Ausbildung früh anschaulich und geschlechtsübergreifend zu vermitteln.

Die Hochschule Esslingen ist bestrebt, die Zusammenarbeit mit Ausbildungseinrichtungen, an denen die allgemeine Hochschulreife erlangt werden kann, unter diesen Prämissen zu intensivieren. Ziel ist die projektorientierte Heranführung an ingenieurwissenschaftliche Vorgehensweisen und ihre breite Anwendung nicht nur in rein technisch orientierten Fachgebieten und die Verdeutlichung der Auswirkung technischer Prozesse auf die Umwelt.

Die Umweltrelevanz technischen Handelns und die Auswirkung von Umweltparametern auf gezielt ausgewählte Spezies soll daher geschlechtsspezifisch mit Hilfe von Lehrbeispielen und praktisch orientierter Ausbildung verdeutlicht werden. Zur Umsetzung dieser Projektidee wurde ein stufenübergreifendes Lernprogramm für Schüler in Zusammenarbeit zwischen der Hochschule Esslingen und der Freien Schule Anne-Sophie geplant.

Der häufig in der öffentlichen Diskussion verwendete Begriff des Energiesparens führt in der Anschauung zu einer verkürzten Wahrnehmung der eigentlich zu betrachtenden Vielschichtigkeit des Themas. Der viel weiter greifende Begriff des Energiemanagements trifft moderne technische Prozesse und in der Natur vorkommende Organismen wesentlich besser.

Im Fall einer Hausheizung wird die klassische Energieeinsparung nicht allein dadurch erreicht, dass das Gebäude besser isoliert wird, sondern es wird gleichzeitig nach Möglichkeit ein Heizsystem höherer Effizienz verwendet. Weiterhin wird über eine Umwälzpumpe (zusätzlicher Energieverbrauch) die Heizleistung gezielt verteilt (effizienterer Einsatz der Heizenergie). Zusätzlich bieten sich Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung etc. an. Das Energiemanagement hat also in diesem Fall zum Ziel, Energieumsätze zu steuern und Energieverluste zu minimieren.

Eine weitere anschauliche Anwendung des Energiemanagements lässt sich an einem Kühlschranks mit Gebläse verdeutlichen. Das zusätzlich betriebene Gebläse verbraucht Energie, die dem Innenraum sogar als zusätzliche Wärme zugeführt wird. Die erzeugte Strömung führt aber zu einer gleichmäßigeren Temperaturverteilung im Kühlschrank, sodass der Kühlschrank mit etwas geringerer elektrischer Leistung betrieben werden kann. Die Einsparung kann in diesem Fall das 10-fache der aufgewendeten Energiemenge für das elektrische Gebläse betragen.



Im Fall eines lebenden Organismus kann ein überlebenswichtiges Element des Energiemanagements darin bestehen, überschüssige durch die Umwelt eingebrachte Wärme (Sonneneinstrahlung) durch gezielt eingesetzte Wasserverluste (Wärmeabfuhr) zu kontrollieren. Dies kann zum Beispiel durch konvektive Kühlung (Wind) und durch Verdunstung erfolgen. Werden die eingebrachten Energieströme zu groß, kann der Organismus die entstehenden Überschüsse nicht mehr kompensieren.

Das grundlegende Verständnis für die Strategien des Energiemanagements ist somit entscheidend für die weitere thematische Vertiefung des Themas Energieeffizienz.

Die dominierende physikalische Größe aller thermischen Prozesse ist die Temperatur. Basierend auf Temperaturmessungen und physikalischem Vorwissen können praktisch alle energetisch relevanten Prozesse beschrieben und überwiegend intuitiv verstanden werden.

Ein wesentliches Hilfsmittel zur Beschreibung sowohl technischer als auch biologischer Systeme ist somit unter anderem die Temperaturmesstechnik. In dem hier beschriebenen Projekt wird das Ziel verfolgt, durch exemplarische Anwendung einiger Messverfahren, insbesondere der Temperaturmesstechnik, die Aussagekraft von Messdaten und physikalischen Modellen sowohl in technischen als auch in biologischen Anwendungen zu verdeutlichen. Ausgehend von der Anschauung können dann Konsequenzen hinsichtlich der Umweltrelevanz technischer Prozesse und exemplarisch Konsequenzen von Temperatureinflüssen auf biologische Systeme und die in ihnen lebenden Spezies abgeleitet werden.

Bei der Betrachtung technischer Systeme (z.B. einem Wohnhaus) kann mit Hilfe der Temperaturmessung anschaulich der Energieverbrauch dargestellt werden. Dies gilt ebenso für technische Geräte (Kühlschrank), deren Funktion durch eine Temperaturmessung verdeutlicht werden kann. In beiden Fällen ist eine anschauliche Darstellung der Zusammenhänge zwischen dem Betriebszustand (Haus schlecht isoliert, Kühlschrank vereist) und dem Energieverbrauch möglich. Im Fall der Ankopplung der Schüleraktivitäten an ein Forschungsprojekt der Hochschule Esslingen, das sich mit dem Wärmehaushalt von Landschnecken befasst, kann exemplarisch der Einfluss der globalen Erwärmung und insbesondere der Treibhauseffekt (im Fall der Wärmebilanz der Landschnecken darstellbar an der lokalen Umgebungstemperatur) messtechnisch veranschaulicht werden.

Der wissenschaftliche und didaktische Kern des Projektes ist die Vermittlung der Bedeutung der Energieeffizienz und die Veranschaulichung der Möglichkeiten, diese zu messtechnisch zu ermitteln und daraus anschaulich Handlungsoptionen abzuleiten. Als nachhaltiger Effekt wird eine Sensibilisierung für das Thema der Energieeffizienz angestrebt mit dem Ziel, diese nicht als Einengung sondern als Möglichkeit für interessante eigene Aktivitäten zu begreifen.

Die ermittelten Handlungsalternativen beziehen sich auf weiterführende Experimente im unmittelbaren und auch weiteren industriellen Umfeld. So können Temperaturmessungen im privaten Bereich oder auch im Schulgebäude anschaulich Handlungsoptionen zur Einsparung von Energie oder zur Verbesserung der klimatischen Bedingungen in einem Gebäude veranschaulichen. Ebenso können bei der vereinfachten Bilanzierung technischer Prozesse in der Produktion die umgesetzten Energieströme veranschaulicht und Handlungsoptionen abgeleitet werden.

## Entwicklung und Erprobung eines Konzeptes zur Vermittlung physikalisch/technischer Zusammenhänge im Rahmen der Zusammenarbeit zwischen einer Hochschule und einer Schule mit hochschulqualifizierendem Abschluss

Diese Zielsetzung ergibt sich einerseits aus der eingangs beschriebenen volkswirtschaftlichen Notwendigkeit, vermehrt Jugendliche an technische Zusammenhänge heranzuführen. Andererseits soll die anschauliche Vermittlung technisch/physikalischer Zusammenhänge ein besseres Verständnis für die Auswirkungen eigenen Handelns auf die Umwelt ermöglichen. Der bei alltäglichen Aktivitäten auftretende Energieverbrauch kann messtechnisch besonders anschaulich mit Hilfe von Temperaturmessungen verdeutlicht werden. Die Zusammenarbeit zwischen Hochschule und Gymnasium hat das Ziel, Handlungsperspektiven für die beteiligten Schüler hinsichtlich ihrer Ausbildung aufzuzeigen. Durch die Einbindung in ein laufendes Forschungsprojekt werden Kontakte zu wissenschaftlich orientierten Aktivitäten gegeben, die die beteiligten Wissenschaftler ihrerseits zu einer zielgruppenorientierten Darstellung und Vermittlung der von ihnen bearbeiteten Inhalte motivieren. Ein weiterer Aspekt der Zusammenarbeit zwischen Hochschule und Gymnasium ist die Heranführung von Lehrkräften an die Vermittlung interdisziplinärer Inhalte im Rahmen des naturwissenschaftlichen Unterrichts.

Da mit einem singulären Projekt keine nachhaltigen Auswirkungen in der Breite zu erzielen sind, ist ein wesentliches Ziel die Multiplikation der Projektergebnisse schulintern über nachfolgende Schülerjahrgänge und schulextern über Fortbildungen.

Durch Wahl auch nicht technischer Themen und Messobjekte erfolgt eine emotionale Heranführung auch technisch nicht vormotivierter Schülerinnen und Schüler. Dies gilt statistisch insbesondere für Mädchen, deren Interesse für das Thema geweckt werden soll. Die Bildung gemischt geschlechtlicher Gruppen und die gegenseitige Präsentation der Projektergebnisse der einzelnen Arbeitsgruppen (die im Rahmen der Laborpraktika bzw. Exkursionen gebildet werden) führen zu einem gemeinsamen Verständnis der erarbeiteten Inhalte und zur Motivation, sich mit den jeweils anderen Themenbereichen zu befassen. Durch die abwechselnde Nutzung der zur Verfügung gestellten Messmittel und durch rollierende Vergabe der Aufgaben in den Arbeitsgruppen soll die Scheu vor ungewohnten (Mädchen messen und bewerten) und unbequemen Tätigkeiten (Jungen dokumentieren nachvollziehbar) genommen werden und die Gleichwertigkeit der Tätigkeiten gegenseitig veranschaulicht werden. Durch diese Heranführung verlieren geschlechterspezifische Einstellungen gegenüber der Technik unwillkürlich an Bedeutung. Die in dem Projekt gesammelten Erfahrungen sollen in die Definition eines Curriculums für den Projektunterricht in der Gymnasialen Oberstufe genutzt werden.

Die in dem Projekt gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich der didaktischen Vorgehensweisen und ihrer Einbindung in ein Curriculum sollen in Fortbildungsseminaren für Lehrkräfte zur Multiplikation genutzt werden. Dazu ist vorgesehen, die Unterrichtseinheiten exemplarisch in Seminaren von zweitägiger Dauer zu vermitteln. Die Teilnehmer sollen entsprechende Messungen und Experimente selbst durchführen und auswerten. Ziel ist neben der Vermittlung der physikalisch / technischen Inhalte die Überwindung rollentypischer Verhaltensweisen im Umgang mit Technik. Die Herausarbeitung der Vorbildfunktion im Rollenverhalten insbesondere in der Vermittlung von Verhaltensmustern gegenüber Mädchen soll dabei ein thematischer Schwerpunkt sein.

## 5 Hauptteil:

### 5.1 Projektverlauf

#### Phase 1:

##### Vorgehen:

In der ersten Phase (Schuljahr 2011/2012) wurde ein Projekt mit einer Schülergruppe aus verschiedenen Jahrgängen mit Schülerinnen und Schülern zwischen 13 und 16 Jahren durchgeführt. Die Gruppe bestand aus 11 Personen, wobei davon 8 weiblichen und 3 männlichen Geschlechts waren.

In dieser Phase des Projekts konnten die Schülerinnen und Schüler ihre Teilnahme frei, jedoch ohne genauere Kenntnis des Projekts, wählen.

Zu Beginn des Projekts bekamen die Teilnehmer sowie eine nicht am Projekt beteiligte Kontrollgruppe Evaluierungsbögen ausgehändigt, mit denen das vorhandene Interesse an naturwissenschaftlichen und technischen Fragestellungen der Lernenden erfasst wurde. Des Weiteren wurden an die Projektteilnehmer erste Theoriearbeitsblätter, sogenannte Lernjobs, ausgegeben. Zuerst wurden die Grundlagen der Wärmelehre wie die Aggregatzustände und das ideale Gasgesetz erläutert. Der nächste Lernjob zum Thema „Geschwindigkeitsmessung“ erklärte, wie und wozu Strömungsgeschwindigkeiten von Luft in der Technik gemessen werden. Außerdem wurde der Bezug der Messungen zum aktuellen Forschungsprojekt (Wärmebilanz von Landschnecken) an der Hochschule Esslingen hergestellt.

In einem dritten Lernjob wurde typisches Geschwindigkeitsprofil in einem Rohr erklärt und vermessen.

Im vierten Lernjob wurde der Wärmestrom, als Produkt aus Massenstrom, Temperaturdifferenz und spezifischer Wärmekapazität eingeführt. Die Jugendlichen bearbeiteten nun sowohl die Theorie (Thermodynamik), als auch erste Rechenaufgaben, weitgehend selbstständig zum Thema.

Der erste Termin von Ulrich Gärtner und Ralf Baur an der Freien Schule Anne-Sophie bestand aus einer Einführungsveranstaltung, in der den teilnehmenden Jugendlichen die biologisch-technischen Hintergründe des Projekts (Schneckenforschung) erläutert wurden. Hierbei erfolgte auch ein erster Kontakt zwischen den Schülerinnen und Schülern und der Messtechnik, um ihnen direkt einen praktischen Bezug zum Projekt aufzuzeigen.



Bild 1: Labortermin 1 im Labor für Wärme- und Strömungslehre HSE

Das zweite Treffen der Projektteilnehmer mit den Wissenschaftlern der Hochschule Esslingen fand an der Hochschule Esslingen statt. Hierfür wurde das Labor für Wärme- und Strömungslehre zur Verfügung gestellt. Da in der Projektgruppe ein körperlich schwerbehinderter Schüler integriert war und zum damaligen Zeitpunkt eine evtl. Mitreise des Schülers nach Esslingen nicht möglich erschien, beschaffte die Hochschule Esslingen ein portables Kamerasystem und ermöglichte dem Jugendlichen eine interaktive Teilnahme am Laborunterricht via Skype. Einige Mitschülerinnen und eine Lehrkraft der Freien Schule Anne-Sophie führten nun die Laborübungen in direktem Videokontakt mit dem Schüler durch. So konnte der Schüler, von der Schule in Künzelsau aus, an fast allen Versuchen teilhaben. Die Laborversuche wurden teilweise an speziell für diesen Unterricht erstellten Laborversuchsständen durchgeführt. Als Arbeitsvorlage für die Schülerinnen und Schüler dienten drei weitere Lernjobs, die gesondert für diesen Tag angefertigt wurden. Die Versuche fanden an drei Stationen in Gruppen, die jeweils ein unterschiedliches Thema bearbeiteten, statt.

Am ersten Versuchsprüfstand (Miniaturwindkanal von ca. 2m Länge) konnte der Umgang mit zwei unterschiedlichen Luftströmungsgeschwindigkeitsmessgeräten ausprobiert werden. Zum einen mit dem thermischen Strömungssensor und zum anderen mit dem Pitotrohr und dem daran angeschlossenen Schrägrohrmanometer. Außerdem wurde der Querschnitt des Miniaturwindkanals strömungstechnisch durch die Schülerinnen und Schüler vermessen. Anschließend wurde aus den Messwerten ein Strömungsprofil der Luft erstellt.

Am zweiten Versuchsprüfstand, der dem ersten von Aufbau und Funktion sehr ähnlich war, konnte durch ein zusätzlich eingebautes Heißluftgebläse ein warmer Luftstrom erzeugt werden. Mittels mehrerer Temperatur- und Geschwindigkeitsmessungen wurden Wärmeströme berechnet und mit der elektrischen Leistung des Gebläses, die über die elektrische Energieaufnahme berechnet wurde, verglichen und eine Wärmebilanz für das System erstellt. Die Differenz zwischen dem Wärmestrom der Luft und der Heißluftgebläseleistung entspricht den Wärmeverlusten. Auf diese Weise erlernten die Projektteilnehmer den Begriff „Wärmeverluste“ intuitiv.



Bild 2: Laborübungen mit Rechenaufgaben an der Hochschule Esslingen

Die dritte Messaufgabe fand an einem der großen Windkanäle der Hochschule Esslingen statt. Die Schülerinnen und Schüler beobachteten Schnecken, die in den Windkanal gesetzt wurden, mit Hilfe einer Thermokamera. Somit konnten unterschiedlichen Temperaturhaushalts-Regelmechanismen der Schnecke „erforscht“ werden. Die Umgebungsbedingungen der Schnecken wurden hierbei variiert, indem unterschiedliche Windgeschwindigkeiten und Sonneneinstrahlungen simuliert wurden. Die Reaktionen der Schnecken auf die Veränderung der äußeren Einflüsse wurden protokolliert. Außerdem betrachteten sich die Teilnehmer gegenseitig mit Hilfe einer Thermokamera und konnten hierbei ermitteln, welche Stellen der Körperoberfläche eher kühl und welche Stellen eher wärmer sind, z.B. die Kopfhaut.



Bild 3: Windkanal an der Hochschule Esslingen

An einem weiteren Termin an der Freien Schule Anne-Sophie wurden die Versuchsergebnisse und Messprotokolle der Schülerinnen und Schüler zusammen mit Ralf Baur ausgewertet und besprochen. Aus den gesammelten Ergebnissen der Schülerinnen und Schüler konnte nun z.B. der Zusammenhang zwischen Lufteinschlüssen und guter Wärmeisolation bei Stoffgeweben (Kleidung) erläutert werden und somit ein Grundverständnis für energetische Systeme geschaffen werden.

Das nächste Zusammentreffen der Projektteilnehmer mit Ulrich Gärtner und Ralf Baur fand wieder in Esslingen im Labor für Wärme- und Strömungslehre statt. Hier wurde das Thema Wärmeübertragung bearbeitet. Wie bei jedem neuen Thema bekamen die Schülerinnen und Schüler Lernjobs mit den Grundlagen und Aufgaben ausgehändigt. Ein Versuch diente zum Kennenlernen des Einflusses der Verdunstung und der Wärmeleitung auf die Abkühlung von Stoffen. Dazu wurden drei Proben mit exakt der gleichen Menge Wasser auf die gleiche Temperatur erwärmt und die einzelnen Temperaturen gemessen. Danach wurden diese Probengläser mit unterschiedlichen Arten der Wärmeisolation vor Wärmeverlusten geschützt.

Die erste Probe erhielt an den Seiten und am Boden einen dicken Mantel aus Styropor. Die zweite Probe wurde ebenso durch Styropor vor Abkühlung geschützt, jedoch wurde zusätzlich noch eine Aluminiumfolie zum Schutz vor Verdunstungsverlusten auf die Oberseite des Probenglases gelegt. Die dritte Probe wurde überhaupt nicht vor Wärmeverlusten geschützt, um eine Vergleichsprobe ohne Isolation zu haben.

Alle 5 Minuten wurden die Temperaturen in jedem der drei Probengläser gemessen und protokolliert. Nach 60 Minuten wurde der Versuch beendet und Temperatur-Verlaufdiagramme angefertigt. Aus dem Versuchsergebnis konnte der große Einfluss der Verdunstung auf die Abkühlung von Flüssigkeiten nachgewiesen werden. Im zweiten Teil der Veranstaltung wurden von den Schülerinnen und Schülern wärmegeämmte Modellhäuser nach Bauplan gebaut. Diese Idee entstand aus dem Vorschlag einer Schülerin, „...etwas selbst zu bauen und mit nach Hause nehmen zu dürfen“. Um die verschiedenen auf dem realen Bau eingesetzten Wärmeisolationstechniken zu veranschaulichen, kamen drei unterschiedliche Arten der Gebäudedämmung zum Einsatz (Fassadendämmung, Dämmung des Daches und Isolierglasfenster). Das Grundgerüst des Modellhauses bestand aus Pappe, worauf eine Fassadenisolation mit Styroporplatten geklebt wurde. Auf das Dach wurde von außen Glaswolle aufgebracht. Des Weiteren wurden Isolierglasfenster aus zwei Acrylglascheiben und einer darin eingeschlossenen Luftschicht gebaut und schließlich am Haus angebracht. Da für den Zeitaufwand zum Bau der Modellhäuser zunächst keine vorherige Abschätzung möglich war, wurden die Modellhäuser an einem weiteren Termin vervollständigt.

Beim letzten Termin von Ralf Baur an der Freien Schule Anne-Sophie wurden die Versuchsergebnisse des Abkühlversuchs besprochen. Außerdem durften die Schülerinnen und Schüler in Gruppen von ca. 3 Personen Flyer und Poster zu einzelnen Laborversuchen erstellen. Hierbei wurden sie von durch Ralf Baur angeleitet. Die Poster wurden später dazu verwendet, das Projekt von Projektteilnehmern zu verschiedenen Anlässen an der Freien Schule Anne-Sophie zu präsentieren, in einem Fall sogar auf europäischer Ebene öffentlich (inGenious, 2nd Teacher Coordinator meeting).

Parallel zu dem Unterricht durch das Fachpersonal der Hochschule Esslingen wurden Biologiestunden zum Thema durch Kerstin Tscherpel (Lehrkraft der FSAS) durchgeführt.

Im ersten Lernjob lernten die Projektteilnehmer/-innen, was ein Enzym ist und wie Enzyme die Reaktionen im Körper von Lebewesen beschleunigen. Im Fragenteil konnten sie ihr erworbenes Wissen direkt unter Beweis stellen.

Der zweite Lernjob behandelte die Denaturierung von Enzymen unter Einwirkung von Hitze. Aufgabe hierbei war es, einen chemischen Versuch zu planen, mit dem nachgewiesen werden konnte, dass

Eiweiße sich bei Erhitzung zersetzen. Hierbei bekamen die Jugendlichen durch die zur Verfügung gestellten Materialien einen Hinweis darauf, wie der Versuch möglicherweise aussehen könnte.

Der nächste Lernjob befasste sich mit den Grundlagen der Proteine. Diese Nährstoffe, die aus Aminosäuren aufgebaut sind, haben eine komplexe räumliche Struktur, welche sich unter dem Einfluss von Hitze verändert. Aufgabe war es nun, einen vorgegebenen praktischen Versuch durchzuführen, bei dem die Gerinnung von Eiweiß sichtbar wurde. Das Ausflocken des Proteins konnte nun anschaulich demonstriert werden und Verständnis für die Zusammenhänge zwischen hohen Temperaturen auf Organismen und deren Zerstörung entwickelt werden.

Im vierten Lernjob wurden die Begriffe DNA und Chromosom näher beleuchtet. Auch lernten die Schülerinnen und Schüler die DNA als Träger der genetischen Information und stoffliche Grundlage der Erbanlagen kennen.

Der letzte Lernjob zum Biologieteil des Projekts handelte dann von der Proteinbiosynthese. Der Weg der Information vom Zellkern bis zum fertigen Protein konnte hiermit klar nachvollzogen werden.

### Auswertung Phase 1:

Nach erfolgter Projektphase 1 wurden wieder Evaluierungsbögen an die Projektgruppe, sowie an die Kontrollgruppe (die nicht am Projekt teilnahm) ausgehändigt und die Veränderung der Meinungen zu bestimmten Themen erfasst. Die Schülerinnen und Schüler konnten ihre Meinungen, mit Hilfe eines 5-stufigen Punktesystems, zu den einzelnen Themen äußern. Dabei bedeuten:

1=stimme zu, 5=stimme nicht zu

Die Auswertung, seitens der Hochschule Esslingen, erfolgte anhand des Medians. Positive Veränderungen in der Bewertung, die durch das Projekt hervorgerufen wurden, sind grün markiert. Negative Veränderungen, die festgestellt wurden, sind rot markiert.

	Projektgruppe 2012		
	weiblich median vorher	weiblich median nachher	Veränderung
Technik ist interessant	1,5	1	0,5
Technik ist schwierig	3	4	1
Naturwissenschaften sind interessant	1	1	0
Naturwissenschaften sind schwierig	3	3,5	0,5
Umweltthemen sind interessant	1	1	0
Umweltthemen sind schwierig	3,5	4	0,5
Ich lerne gerne alleine	3	2	1
Ich erkläre gerne etwas	2,5	2	0,5
Ich lerne gerne in der Gruppe	1	1	0
Ich interessiere mich für Technik	2	1,5	0,5
Ich interessiere mich für Naturwissenschaften	1	1	0
Ich interessiere mich für Umwelt	1	1	0
Ich interessiere mich für Tiere	1	1	0
Ich möchte Experimente durchführen	1	1	0

Tabelle 1: Auswertung Projektgruppe 2012 weiblich



<b>Projektgruppe 2012</b>			
	<b>männlich</b> median vorher	<b>männlich</b> median nachher	Veränderung
Technik ist interessant	1	2	1
Technik ist schwierig	3	4	1
Naturwissenschaften sind interessant	1	1	0
Naturwissenschaften sind schwierig	3	3	0
Umweltthemen sind interessant	3	3	0
Umweltthemen sind schwierig	4	4	0
Ich lerne gerne alleine	2	2	0
Ich erkläre gerne etwas	3	3	0
Ich lerne gerne in der Gruppe	2	2	0
Ich interessiere mich für Technik	1	2	1
Ich interessiere mich für Naturwissenschaften	2	2	0
Ich interessiere mich für Umwelt	3	3	0
Ich interessiere mich für Tiere	2	2	0
Ich möchte Experimente durchführen	1	1	0

Tabelle 2: Auswertung Projektgruppe 2012 männlich

Projektgruppe:

Mädchen:

- Das Interesse an Technik ist bei den weiblichen Projektteilnehmern gestiegen.
- Nach dem Projekt beurteilten die Mädchen Naturwissenschaften und Umweltthemen als weniger schwierig als vor dem Projekt.
- Nach dem Projekt ist das Interesse, alleine zu lernen, bei Mädchen gestiegen.
- Das Interesse, etwas zu erklären, ist bei den Mädchen gestiegen.
- Mädchen gaben an, dass ihnen der Bau des Modellhauses am meisten Spaß gemacht hat.

Jungen:

- Das Interesse für Technik ist bei den männlichen Projektteilnehmern gesunken.
- Männliche Projektteilnehmer empfanden nach dem Projekt Technik weniger schwierig als vor dem Projekt.

	<b>Kontrollgruppe 2012</b>		
	<b>weiblich</b> median vorher	<b>weiblich</b> median nachher	Veränderung
Technik ist interessant	2	3	1
Technik ist schwierig	4	3	1
Naturwissenschaften sind interessant	2	2	0
Naturwissenschaften sind schwierig	4	4	0
Umweltthemen sind interessant	1	2	1
Umweltthemen sind schwierig	3	4	1
Ich lerne gerne alleine	2	2	0
Ich erkläre gerne etwas	3	2	1
Ich lerne gerne in der Gruppe	4	5	1
Ich interessiere mich für Technik	2	3	1
Ich interessiere mich für Naturwissenschaften	2	2	0
Ich interessiere mich für Umwelt	1	2	1
Ich interessiere mich für Tiere	1	1	0
Ich möchte Experimente durchführen	1	1	0

Tabelle 3: Auswertung Kontrollgruppe 2012 weiblich

	<b>Kontrollgruppe 2012</b>		
	<b>männlich</b> median vorher	<b>männlich</b> median nachher	Veränderung
Technik ist interessant	1	2	1
Technik ist schwierig	3	3	0
Naturwissenschaften sind interessant	2,5	3	0,5
Naturwissenschaften sind schwierig	2	3	1
Umweltthemen sind interessant	3	3	0
Umweltthemen sind schwierig	3	3	0
Ich lerne gerne alleine	3	2	1
Ich erkläre gerne etwas	3	2	1
Ich lerne gerne in der Gruppe	1	2	1
Ich interessiere mich für Technik	1	2	1
Ich interessiere mich für Naturwissenschaften	3	3	0
Ich interessiere mich für Umwelt	3	3	0
Ich interessiere mich für Tiere	2	2	0
Ich möchte Experimente durchführen	1	1	0

Tabelle 4: Auswertung Kontrollgruppe 2012 männlich

## Kontrollgruppe:

### Mädchen:

- Das Interesse an Technik ist bei den weiblichen Personen gesunken.
- Weibliche Personen aus der Kontrollgruppe finden Technik nach dem Projekt schwieriger als vor dem Projekt.
- Das Interesse an Umweltthemen ist gesunken.
- Umweltthemen werden nach dem Projekt als weniger schwierig als vor dem Projekt eingestuft.
- Das Interesse, etwas zu erklären, ist gestiegen.
- Das Interesse, in der Gruppe zu lernen, ist gesunken.
- Das Interesse an Umweltthemen ist gesunken.

### Jungen:

- Das Interesse an Technik ist bei den männlichen Personen gesunken.
- Das Interesse an Naturwissenschaften ist gesunken.
- Männliche Personen aus der Kontrollgruppe finden Naturwissenschaften nach dem Projekt einfacher als vor dem Projekt.
- Die Motivation alleine zu lernen, ist nach dem Projekt größer, als vor dem Projekt.
- Das Interesse etwas zu erklären, ist nach dem Projekt größer, als vor dem Projekt.

## Ergebnis:

Es ist gelungen, das technische Interesse von Mädchen innerhalb des Projektes zu fördern. Dies zeigt auch der Vergleich mit der Kontrollgruppe. Das technische Interesse der Jungen nahm innerhalb des Projektes ab, jedoch in gleichem Maße, wie bei den männlichen Teilnehmern der Kontrollgruppe. Am Projekt nahmen laut Evaluierungsbogen bereits an Technik interessierte Personen teil. Es sollten auch technisch nicht-interessierte Jugendliche am Projekt teilnehmen, sodass eine evtl. Steigerung des Interesses an Technik stärker sichtbar gemacht werden kann.

## Phase 2:

Die zweite Phase war in der Grundstruktur mit der ersten Phase deckungsgleich. Wesentlicher Unterschied war jedoch, dass der ältere Jahrgang aus der ersten Phase jahrgangsübergreifend den Nachfolgejahrgang in einzelnen Projektabschnitten betreute. Gleichzeitig flossen Verbesserungen seitens der Hochschule Esslingen in Inhalt und Aufbau der Lernjobs und der Präsentationen ein. Am zeitlichen Konzept gab es lediglich Veränderungen beim Bau der Modellhäuser. Um die Durchführung des Hausbaus an einem Tag an der Hochschule Esslingen zu ermöglichen, wurden nun mehr Bauteile vom Mitarbeiter der Hochschule Esslingen vorgefertigt. Die Flächen, die aus dem Pappkarton ausgeschnitten werden mussten, z.B. Türen und Fenster, wurden vom Mitarbeiter der Hochschule Esslingen vorgezeichnet. Außerdem wurden die Fensterscheiben und die Holzeisten für die Fenster bereits im Vorfeld zurechtgesägt. Des Weiteren schnitt Ralf Baur die Styroporklötze für die Fassadendämmung vor dem Labortermine zu.



Bild 4: Schülerinnen und Schüler mit Modellhäusern

Das entwickelte zeitliche Konzept lautet somit (jeweils ein Termin):

- Grundlagen der Thermoregulation bei Schnecken (90min)
- Physiologischer Aufbau der Landschnecke (90min)
- Aggregatzustände und ideales Gasgesetz (180min)
- Einführungsveranstaltung Wärmestrom und Geschwindigkeitsmessung, mit Unterstützung durch älteren Jahrgang aus der ersten Phase bei der Bearbeitung der Aufgaben an der FSAS Künzelsau (180min)
- Labortermine Geschwindigkeitsmessverfahren, Wärmebilanz, Thermokamera an der Hochschule Esslingen (180min)
- Ökologische Nische der Schnecke (90min)
- Besprechung der Messergebnisse an der FSAS Künzelsau (90min)

- Labortermin Wärmeübertragung an der Hochschule Esslingen (180min)
- Thermoregulation bei Schnecken (90min)
- Enzyme (90min)
- Enzyme-Hitzedenaturierung (90min)
- Grundlagen Proteine (90min)
- DNA Aufbau (90min)
- Proteinbiosynthese (90min)
- Besprechung der Versuchsergebnisse und Plakatgestaltung, mit Unterstützung durch den älteren Jahrgang bei der Plakatgestaltung an der FSAS Künzelsau (180min)

Die Projektgruppe der Phase 2 bestand aus 13 Personen, davon waren 2 weiblichen und 11 männlichen Geschlechts.

Um die Motivation der Mitglieder des Vorjahres während ihrer Tutorentätigkeit zu stabilisieren, wurde ein Fortgeschrittenen-Projekt ins Leben gerufen. Es wurde gegen Ende der Phase 1 von Ulrich Gärtner vorgeschlagen und die Idee von den Projektteilnehmern angenommen. Dieses Projekt gab den Schülerinnen und Schülern aus der Phase 1 des Projekts die Möglichkeit, ihr Wissen auf dem Gebiet der Thermodynamik, aufbauend auf den Kenntnissen aus dem ersten Projektabschnitt, zu erweitern.

Um energieeffizient handeln zu können, ist es wichtig, die Prinzipien von technischen Prozessen zu kennen. Darum wurden von der Hochschuleseite zwei technische Themenbereiche herausgesucht und zwei Lernjobs mit Theorie und Aufgaben zur Thematik und zwei weitere Lernjobs mit dazu passenden Laborübungen erarbeitet. Im ersten Lernjob wurde die Funktionsweise eines Kompressorkühlschranks erläutert. Im Labor für Wärme- und Strömungslehre an der Hochschule Esslingen konnten die Schülerinnen und Schüler an einem transparenten Demonstrationsmodell eines Kühlschranks den Fluss und die Aggregatzustände des Kältemittels nachvollziehen. Außerdem wurden Messungen der elektrischen Leistung und der Kälteleistung an einer realen Kältemaschine getätigt. Als Kältemaschine diente ein handelsüblicher sehr klein dimensionierter Gefrierschrank. Um die Leistungszahl und somit den energetischen Wirkungsgrad des Gefrierschranks zu ermitteln, wurde eine geringe Menge Wasser (0,3l) in einem dünnwandigen Aluminiumbehältnis (Getränkedose) in den Gefrierschrank gestellt und die Temperatur des Wassers vor dem einbringen in den Gefrierschrank gemessen. Dann wurde der Gefrierschrank wieder verschlossen und nach einer Stunde wieder geöffnet und die Temperatur des Wassers erneut gemessen. Aus der Differenz der beiden ermittelten Temperaturen, sowie dem von einem elektrischen Energiemessgerät gemessenen Energieverbrauch des Gefrierschranks, konnte mit Hilfe von Formeln die Leistungszahl und somit die Effizienz des Gefrierschranks bestimmt werden. Mit der Thermokamera wurden Thermografien der Oberflächen und der einzelnen Komponenten eines Gefrierschranks angefertigt und das Funktionsprinzip des Kompressorgefrierschranks nochmals verinnerlicht. Nun wurden den Teilnehmern Fragen über den energieeffizienten Umgang mit Kältemaschinen gestellt, um das Verständnis zu überprüfen.

Der zweite Labor-Lernjob behandelte das Thema Wärmedurchgang durch Wände. Die Jugendlichen waren schließlich in der Lage, am Ende des Lernjobs weitgehend selbstständig den Wärmestrom durch eine wärmegeämmte Hauswand zu berechnen. Beim Labortermin an der Hochschule Esslingen berechneten die Schülerinnen und Schüler dann aus vorhandenen Messdaten eines beheizten Modellhauses den Wärmestrom von innen nach außen mit Hilfe der Wärmedurchgangswiderstände.

Beim nächsten Termin an der Freien Schule Anne-Sophie präsentierten die Schülerinnen und Schüler, aufgeteilt in zwei Gruppen, ihre Erkenntnisse aus dem Labortermin in Form von Kurzpräsentationen am Whiteboard. Hierbei wurden die Schülerinnen und Schüler zu Unterrichtsbeginn aufgefordert, sich vorzustellen, sie seien Mitarbeiter eines Betriebes und kämen gerade von einer Schulung zum Thema Kältemaschinen und Wärmedurchgang. Herr Ralf Baur sei der Vorgesetzte im Betrieb und fordere die Mitarbeiter auf, vor den anderen Mitarbeitern eine Präsentation über die Inhalte der Schulung zu halten. Die zwei Gruppen bekamen dann ca. 60 Minuten Zeit, sich auf die Präsentation zu jeweils einem der zwei Themen vorzubereiten. Zum Schluss wurden pro Gruppe zwei Schülerinnen und Schüler durch Ralf Baur herausgesucht, um ihre Erkenntnisse zu präsentieren. Die Auswahl, welche Personen präsentieren durften, wurde erst nach der Vorbereitungsphase getroffen, um die Konzentration aller Beteiligten aufrecht zu erhalten.

Zeitlicher Ablauf Fortgeschrittenen-Projekt:

- Einführungsveranstaltung Wärmedurchgang und Kältschrank (auch Einführung Anwendungen genannt) an der FSAS Künzelsau (180min)
- Labortermin Wärmedurchgang und Kältschrank (auch Anwendungen genannt) an der Hochschule Esslingen (240min)
- Besprechung der Ergebnisse und Übung von Kurz-Präsentationen mit dem Whiteboard, Rundgang in der Schule mit der Thermokamera (auch Präsentation Anwendungen genannt)  
Ort: FSAS Künzelsau (180min)

## Auswertung Phase 2:

Vor und nach der Durchführung der Phase 2 wurden Evaluationsbögen an eine Kontrollgruppe und an die Projektteilnehmer verteilt. Die Auswertung erfolgte nach den gleichen Prinzipien, wie in Phase 1.

	Projektgruppe 2012/2013		
	weiblich median vorher	weiblich median nachher	Veränderung
Technik ist interessant	1,5	2	0,5
Technik ist schwierig	3,5	3,75	0,25
Naturwissenschaften sind interessant	1,5	2	0,5
Naturwissenschaften sind schwierig	3,5	2,5	1
Umweltthemen sind interessant	2,5	1,5	1
Umweltthemen sind schwierig	3,5	2,5	1
Ich lerne gerne alleine	2	3	1
Ich erkläre gerne etwas	2,5	2,5	0
Ich lerne gerne in der Gruppe	3,25	3,5	0,25
Ich interessiere mich für Technik	1,5	2	0,5
Ich interessiere mich für Naturwissenschaften	1,5	2	0,5
Ich interessiere mich für Umwelt	2	1,5	0,5
Ich interessiere mich für Tiere	1,5	1,5	0
Ich möchte Experimente durchführen	1	1	0

Tabelle 5: Auswertung Projektgruppe 2012/2013 weiblich

	Projektgruppe 2012/2013		
	männlich median vorher	männlich median nachher	Veränderung
Technik ist interessant	2	2	0
Technik ist schwierig	3	3	0
Naturwissenschaften sind interessant	2	3	1
Naturwissenschaften sind schwierig	3	3	0
Umweltthemen sind interessant	2	2	0
Umweltthemen sind schwierig	3	3	0
Ich lerne gerne alleine	3	3	0
Ich erkläre gerne etwas	3	2	1
Ich lerne gerne in der Gruppe	1	2	1
Ich interessiere mich für Technik	2	2	0
Ich interessiere mich für Naturwissenschaften	2	2	0
Ich interessiere mich für Umwelt	3	2	1
Ich interessiere mich für Tiere	2	2	0
Ich möchte Experimente durchführen	1	2	1

Tabelle 6: Auswertung Projektgruppe 2012/2013 männlich

Projektgruppe:

Mädchen:

- Das Interesse an Technik ist bei den Teilnehmerinnen der Projektgruppe gesunken.
- Mädchen finden Technik nach der Teilnahme an dem Projekt weniger schwierig als vor dem Projekt.
- Das Interesse an Naturwissenschaften ist gesunken.
- Das Interesse an Umweltthemen ist gestiegen.
- Mädchen beurteilen Umweltthemen nach dem Projekt als schwieriger als vor dem Projekt.
- Das Interesse, alleine zu lernen, ist gesunken.
- Das Interesse am Lernen in der Gruppe ist gesunken.

Jungen:

- Das Interesse an Naturwissenschaften ist gesunken.
- Das Interesse etwas zu erklären ist gestiegen.
- Das Gruppenlerninteresse ist gesunken.
- Das Interesse an der Umwelt ist gestiegen.
- Das Interesse, Experimente durchzuführen, ist gesunken.

	<b>Kontrollgruppe 2012/2013</b>		
	<b>weiblich</b> median vorher	<b>weiblich</b> median nachher	Veränderung
Technik ist interessant	3,5	3	0,5
Technik ist schwierig	3	3	0
Naturwissenschaften sind interessant	3	2,5	0,5
Naturwissenschaften sind schwierig	3,25	3	0,25
Umweltthemen sind interessant	3	2,75	0,25
Umweltthemen sind schwierig	3	3	0
Ich lerne gerne alleine	3,5	2	1,5
Ich erkläre gerne etwas	3,75	3,5	0,25
Ich lerne gerne in der Gruppe	1,5	1,5	0
Ich interessiere mich für Technik	3,5	3	0,5
Ich interessiere mich für Naturwissenschaften	3	2,5	0,5
Ich interessiere mich für Umwelt	2	2	0
Ich interessiere mich für Tiere	1,5	1	0,5
Ich möchte Experimente durchführen	1,5	1,5	0

Tabelle 7: Auswertung Kontrollgruppe 2012/2013 weiblich



	<b>Kontrollgruppe 2012/2013</b>		
	<b>männlich</b> median vorher	<b>männlich</b> median nachher	Veränderung
Technik ist interessant	1	2	1
Technik ist schwierig	3	3	0
Naturwissenschaften sind interessant	2	1	1
Naturwissenschaften sind schwierig	3	2	1
Umweltthemen sind interessant	3	3	0
Umweltthemen sind schwierig	3	3	0
Ich lerne gerne alleine	3	3	0
Ich erkläre gerne etwas	2	2	0
Ich lerne gerne in der Gruppe	1	1	0
Ich interessiere mich für Technik	1	2	1
Ich interessiere mich für Naturwissenschaften	2	2	0
Ich interessiere mich für Umwelt	1	3	2
Ich interessiere mich für Tiere	1	2	1
Ich möchte Experimente durchführen	1	1	0

Tabelle 8: Auswertung Kontrollgruppe 2012/2013 männlich

Kontrollgruppe:

Mädchen:

- Das Interesse an Technik ist bei den Mädchen gestiegen.
- Das Naturwissenschaftsinteresse ist gestiegen.
- Mädchen finden Naturwissenschaften schwieriger als vor dem Projekt.
- Das Interesse an Umweltthemen ist gestiegen.
- Das Interesse alleine zu Lernen ist gestiegen.
- Das Interesse, etwas zu erklären ist gestiegen.
- Das Interesse an Tieren ist gestiegen.

Jungen:

- Das Interesse an Technik ist gesunken.
- Das Interesse an Naturwissenschaften ist gestiegen.
- Jungen finden Naturwissenschaften schwieriger, als vor dem Projekt.
- Das Interesse an Umweltthemen ist gesunken.
- Das Interesse an Tieren ist gesunken.

Ergebnis: Bei den Mädchen konnte nur ein Rückgang der für das Projekt ausschlaggebenden Interessen festgestellt werden, auch im Vergleich zur Kontrollgruppe (wobei zu beachten ist, dass lediglich 2 Mädchen am Projekt teilnahmen und die Aussage dadurch wenig repräsentativen ist). Bei den Jungen ist das Verhältnis aus Verbesserung und Verschlechterung der für das Projekt ausschlaggebenden Faktoren ungefähr ausgeglichen, wobei die Projektgruppe dabei besser als die Kontrollgruppe abschneidet.

Das Lösen der Rechenaufgaben bereitete oftmals Schwierigkeiten.

Die praktischen Aufgaben in Esslingen bereiteten den Schülerinnen und Schülern Freude.

Maßnahmen:

Die Lernjobs für das Projekt wurden, vor und während der Phase 3, überarbeitet und noch praxisnäher gestaltet. Der Rückmeldung der Projektteilnehmer konnte entnommen werden, dass die Rechenaufgaben ein zu hohes Niveau aufweisen. Die Rechenaufgaben im „Fortgeschritten“-Teil müssen deshalb einfacher gestaltet werden. Außerdem wurde vor der Phase 3 eine Motivationsveranstaltung, zur Teilnahme am Projekt in der Freien Schule Anne-Sophie vor potentiellen Teilnehmern abgehalten (für Schülerinnen und Schüler der Altersgruppe von ca. 12-14 Jahren). Diese Maßnahme sollte neue Projektteilnehmer, insbesondere technisch nicht Interessierte, werben. Vor und nach der Motivationsveranstaltung wurden Evaluationsbögen verteilt, um die Wirkung dieser Motivationseinheit zu überprüfen.

Die Ergebnisse zeigen die Tabellen:

	<b>Motivationsveranstaltung 2013</b>		
	<b>weiblich</b> median vorher	<b>weiblich</b> median nachher	Veränderung
Technik ist interessant	3	3	0
Technik ist schwierig	3	3	0
Naturwissenschaften sind interessant	2	2	0
Naturwissenschaften sind schwierig	3	3	0
Umweltthemen sind interessant	2	2	0
Umweltthemen sind schwierig	3	3	0
Ich erkläre gerne etwas	3	3	0
Ich lerne gerne in der Gruppe	1	1	0
Ich interessiere mich für Technik	3	4	1
Ich interessiere mich für Naturwissenschaften	2	2	0
Ich interessiere mich für Umwelt	3	2	1
Ich interessiere mich für Tiere	2	2	0
Ich möchte Experimente durchführen	2	2	0

Tabelle 9: Auswertung Motivationsveranstaltung 2013 weiblich

	Motivationsveranstaltung 2013		
	männlich median vorher	männlich median nachher	Veränderung
Technik ist interessant	1	1	0
Technik ist schwierig	3	3	0
Naturwissenschaften sind interessant	2	2	0
Naturwissenschaften sind schwierig	3	3	0
Umweltthemen sind interessant	3	2,5	0,5
Umweltthemen sind schwierig	3,5	3,5	0
Ich erkläre gerne etwas	3,5	2,5	1
Ich lerne gerne in der Gruppe	1	1	0
Ich interessiere mich für Technik	1	1	0
Ich interessiere mich für Naturwissenschaften	2	2	0
Ich interessiere mich für Umwelt	3	2,5	0,5
Ich interessiere mich für Tiere	3	2	1
Ich möchte Experimente durchführen	1	1	0

Tabelle 10: Auswertung Motivationsveranstaltung 2013 männlich

Motivationsveranstaltung:

Mädchen:

- Das Interesse an Technik ist bei den Mädchen gesunken.
- Das Interesse an der Umwelt ist bei den Mädchen gestiegen.

Jungen:

- Das Interesse an Umweltthemen ist bei den Jungen gestiegen.
- Jungen sind nach der Motivationsveranstaltung eher bereit etwas zu erklären.
- Das Interesse an Tieren ist gestiegen.

Ergebnis:

Bei den Mädchen und Jungen wurde durch die Motivationsveranstaltung eine Steigerung des Interesses für die Umwelt erreicht. Das Interesse an Tieren nahm bei den Jungen zu. Leider sank das Interesse der Mädchen an Technik.

### Phase 3:

In der Phase 3 wurden prinzipiell die gleichen Laborübungen und Lernjobs, wie in Phase 2 verwendet, jedoch in überarbeiteter Form. Damit flossen Verbesserungen seitens der Hochschule Esslingen in Inhalt und Aufbau der Lernjobs und der Präsentationen ein. Die Rechenaufgaben wurden im Niveau vereinfacht. Um das Schülerprojekt im Materialaufwand zu vereinfachen, wurde auf die Verwendung des transparenten Kühlschranks verzichtet

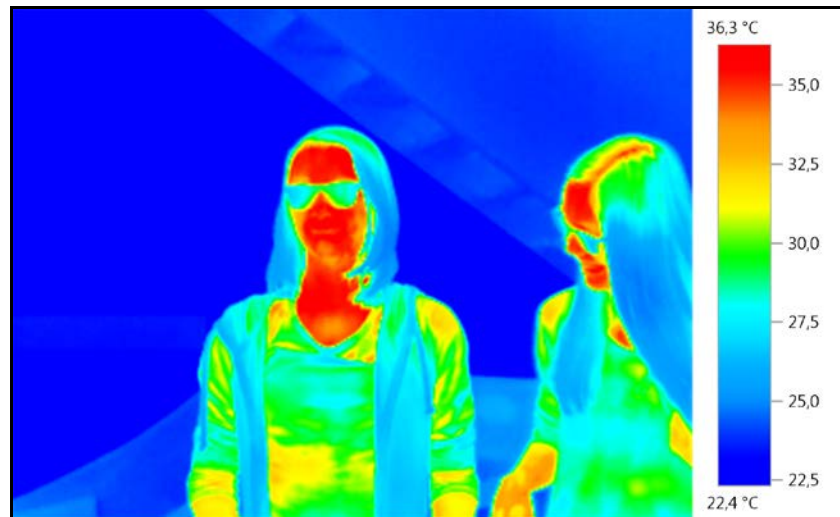


Bild 5: Thermografie von Schülerinnen

Am zeitlichen Konzept gab es nochmals Veränderungen beim Bau der Modellhäuser. Die Flächen, die aus dem Pappkarton ausgeschnitten werden sollten, z.B. Türen und Fenster, wurden nun wieder von den Schülerinnen und Schülern selbst aufgezeichnet. Außerdem wurden die Fensterscheiben und die Holzleisten für die Fenster bereits im Vorfeld vom Mitarbeiter der Hochschule Esslingen zugesägt. Des Weiteren schnitt Ralf Baur die Styroporklötze für die Fassadendämmung vor dem Labortermin zu.

Das entwickelte zeitliche Konzept lautete (jeweils ein Termin):

- Grundlagen der Thermoregulation bei Schnecken (90min)
- Physiologischer Aufbau der Landschnecke (90min)
- Aggregatzustände und ideales Gasgesetz (180min)
- Einführungsveranstaltung Wärmestrom und Geschwindigkeitsmessung, mit Unterstützung durch älteren Jahrgang aus der ersten Phase bei der Bearbeitung der Aufgaben an der FSAS Künzelsau (180min)
- Labortermin Geschwindigkeitsmessverfahren, Wärmebilanz, Thermokamera an der Hochschule Esslingen (180min)
- Ökologische Nische der Schnecke (90min)
- Besprechung der Messergebnisse an der FSAS Künzelsau (90min)
- Labortermin Wärmeübertragung an der Hochschule Esslingen (180min)
- Thermoregulation bei Schnecken (90min)
- Enzyme (90min)
- Enzyme-Hitzedenaturierung (90min)
- Grundlagen Proteine (90min)
- DNA Aufbau (90min)
- Proteinbiosynthese (90min)
- Besprechung der Versuchsergebnisse und Plakatgestaltung, mit Unterstützung durch den älteren Jahrgang bei der Plakatgestaltung an der FSAS Künzelsau (180min)

Die Projektgruppe der Phase 3 bestand aus 15 Personen, davon waren 5 weiblichen und 10 männlichen Geschlechts.



Bild 6: Aufbau von Modellhäusern

### Auswertung Phase 3:

Vor und nach der Durchführung der Phase 3 wurden Evaluationsbögen an eine Kontrollgruppe und an die Projektteilnehmer verteilt. Die Auswertung erfolgte nach den gleichen Prinzipien, wie in Phase 1+2.

	Projektgruppe 2013/2014		
	weiblich median vorher	weiblich median nachher	Veränderung
Technik ist interessant	2	3	1
Technik ist schwierig	4	3	1
Naturwissenschaften sind interessant	2	2	0
Naturwissenschaften sind schwierig	2	3	1
Umweltthemen sind interessant	3	3	0
Umweltthemen sind schwierig	2	4	2
Ich lerne gerne alleine	2	2	0
Ich erkläre gerne etwas	3	2	1
Ich lerne gerne in der Gruppe	3	2	1
Ich interessiere mich für Technik	2	4	2
Ich interessiere mich für Naturwissenschaften	2	3	1
Ich interessiere mich für Umwelt	2	3	1
Ich interessiere mich für Tiere	2	2	0
Ich möchte Experimente durchführen	1	2	1

Tabelle 11: Auswertung Projektgruppe 2013/2014 weiblich

	Projektgruppe 2013/2014		
	männlich median vorher	männlich median nachher	Veränderung
Technik ist interessant	2	2	0
Technik ist schwierig	3	3	0
Naturwissenschaften sind interessant	3	1,5	1,5
Naturwissenschaften sind schwierig	3	2,5	0,5
Umweltthemen sind interessant	2	1	1
Umweltthemen sind schwierig	3	3	0
Ich lerne gerne alleine	4	4	0
Ich erkläre gerne etwas	3	2,75	0,25
Ich lerne gerne in der Gruppe	1	1,5	0,5
Ich interessiere mich für Technik	2	2	0
Ich interessiere mich für Naturwissenschaften	2	1,5	0,5
Ich interessiere mich für Umwelt	2	1,5	0,5
Ich interessiere mich für Tiere	1	1	0
Ich möchte Experimente durchführen	1	1	0

Tabelle 12: Auswertung Projektgruppe 2013/2014 männlich

Projektteilnehmer:

Mädchen:

- Das Interesse an Technik ist bei den weiblichen Personen gesunken.
- Weibliche Personen finden Technik nach dem Projekt schwieriger als vor dem Projekt.
- Das Interesse an Naturwissenschaften ist gesunken.
- Naturwissenschaften werden nach dem Projekt als weniger schwierig beurteilt.
- Das Interesse an Umweltthemen ist gesunken.
- Umweltthemen werden nach dem Projekt als weniger schwierig als vor dem Projekt eingestuft.
- Das Interesse, etwas zu erklären, ist gestiegen.
- Das Interesse, in der Gruppe zu lernen, ist gestiegen.
- Das Interesse an Experimenten ist gesunken

Jungen:

- Das Interesse an Naturwissenschaften ist gestiegen.
- Männliche Personen finden Naturwissenschaften nach dem Projekt schwieriger als vor dem Projekt.
- Das Interesse an Umweltthemen ist gestiegen.
- Das Interesse etwas zu erklären, ist nach dem Projekt größer, als vor dem Projekt.
- Das Interesse in der Gruppe zu lernen ist gesunken.

	<b>Kontrollgruppe 2013/2014</b>		
	<b>weiblich</b> median vorher	<b>weiblich</b> median nachher	Veränderung
Technik ist interessant	3	3	0
Technik ist schwierig	3	4	1
Naturwissenschaften sind interessant	2	2,5	0,5
Naturwissenschaften sind schwierig	3	3,5	0,5
Umweltthemen sind interessant	2	3	1
Umweltthemen sind schwierig	3	4	1
Ich lerne gerne alleine	3	2,5	0,5
Ich erkläre gerne etwas	3	3,5	0,5
Ich lerne gerne in der Gruppe	2	2	0
Ich interessiere mich für Technik	3	3,5	0,5
Ich interessiere mich für Naturwissenschaften	3	2	1
Ich interessiere mich für Umwelt	2	3	1
Ich interessiere mich für Tiere	2	2	0
Ich möchte Experimente durchführen	1	3	2

Tabelle 13: Auswertung Kontrollgruppe 2013/2014 weiblich

	<b>Kontrollgruppe 2013/2014</b>		
	<b>männlich</b> median vorher	<b>männlich</b> median nachher	Veränderung
Technik ist interessant	2	1	1
Technik ist schwierig	2,5	3,5	1
Naturwissenschaften sind interessant	2	3	1
Naturwissenschaften sind schwierig	2,5	2,5	0
Umweltthemen sind interessant	1	3,5	2,5
Umweltthemen sind schwierig	2,5	2	0,5
Ich lerne gerne alleine	3,5	3,5	0
Ich erkläre gerne etwas	2,5	4	1,5
Ich lerne gerne in der Gruppe	1	1,5	0,5
Ich interessiere mich für Technik	2,5	1	1,5
Ich interessiere mich für Naturwissenschaften	2	3	1
Ich interessiere mich für Umwelt	1,5	4	2,5
Ich interessiere mich für Tiere	1,5	2,5	1
Ich möchte Experimente durchführen	1,5	3	1,5

Tabelle 14: Auswertung Kontrollgruppe 2013/2014 männlich



Kontrollgruppe:

Mädchen:

- Das Interesse an Technik ist gesunken.
- Weibliche Personen finden Technik nach dem Projekt leichter als vor dem Projekt.
- Das Interesse an Naturwissenschaften ist gestiegen.
- Naturwissenschaften werden nach dem Projekt als weniger schwierig beurteilt.
- Das Interesse an Umweltthemen ist gesunken.
- Umweltthemen werden nach dem Projekt als weniger schwierig als vor dem Projekt eingestuft.
- Das Interesse, etwas zu erklären, ist gesunken.
- Das Interesse, alleine zu lernen, ist gestiegen.
- Das Interesse an Experimenten ist gesunken

Jungen:

- Das Interesse an Technik ist gestiegen.
- Männliche Personen finden Technik nach dem Projekt einfacher als vor dem Projekt.
- Das Interesse an Naturwissenschaften ist gesunken.
- Das Interesse an Umweltthemen ist gesunken.
- Männliche Personen finden Umweltthemen nach dem Projekt einfacher als vor dem Projekt.
- Das Interesse etwas zu erklären, ist gesunken.
- Das Interesse an Tieren ist gesunken.
- Das Interesse in der Gruppe zu lernen ist gesunken.
- Das Interesse an Experimenten ist gesunken.

Ergebnis: In der Mädchengruppe ist klar zu erkennen, dass die für das Projekt ausschlaggebenden Kenngrößen klar gesunken sind. Lediglich das Gruppenlerninteresse und das Interesse, etwas zu erklären, wurden durch das Projekt verstärkt. Dies wird auch im Vergleich zur Kontrollgruppe deutlich. Bei den Jungen sind die für das Projekt relevanten Beurteilungsgrößen, bis auf das Technikinteresse angestiegen. Das Gruppenlerninteresse ist leicht gesunken. Im Vergleich zur Kontrollgruppe kann ein leichtes Ansteigen der für das Projekt maßgeblichen Interessen verzeichnet werden, bis auf das technische Interesse, das bei der Kontrollgruppe leicht angestiegen ist.

Fasst man alle Evaluationen zusammen, lässt sich bei den Mädchen eher ein Rückgang des technischen Interesses durch das Schülerprojekt Energieeffizienz feststellen. Auch bei Jungen kann das technische Interesse durch das Projekt nicht gesteigert werden. Dies ist jedoch möglicherweise auch durch das höhere Anforderungsniveau in den zusätzlich definierten Lernjobs bedingt.

Darüber hinausgehende Maßnahmen:

Um eine Einschätzung treffen zu können, ob eine geschlechterspezifische Sozialisation bereits im frühen Kindesalter vorzufinden ist, nahm ein Mitarbeiter der Hochschule Esslingen Kontakt mit der Kindergartenleitung in einem Ortsteil in Esslingen auf. Ein Umfrageformular, das die Vorlieben und Interessen der Kinder abfragt und somit Rückschlüsse auf evtl. vorhandene Prägungen ermöglichen sollte, wurde erstellt. An einem Vormittag konnten nun 18 Kinder im Alter zwischen 3 und 6 Jahren befragt. Dabei bestand die Gruppe aus 8 weiblichen und 10 männlichen Kindern.

Der Fragenkatalog enthielt unter anderem:

Welche Farbe ist deine Lieblingsfarbe?

Was spielst du am liebsten?

Wer spielt öfter mit dir, Mama oder Papa? (in den Tabellen als Kontaktperson benannt)

Hast du ein Lieblingsspielzeug? Welches?

Welchen Beruf möchtest du einmal ausüben?

Die Antworten wurden dann nach ihrer Eigenschaft (typisch weiblich, typisch männlich) bewertet.

Z.B. wurde die Wahl der Lieblingsfarbe blau als „typisch männlich“ eingestuft.

Die summierten Antwortzuordnungen ergaben dann einen prozentualen Anteil der geschlechtlichen Sozialisation. Die Jungen kamen im Durchschnitt auf 66% „typisch männliche“ Antworten und die Mädchen auf durchschnittlich 58% „typisch weibliche“ Antworten. Aus dieser nicht repräsentativen Umfrage lässt sich vermuten, dass eine teilweise geschlechtliche Sozialisation schon bei Kindern im Kindergartenalter stattgefunden hat. Was auch auffällt ist, dass bei Jungen häufiger der Vater und bei den Mädchen häufiger die Mutter Spielpartner ist. Dies könnte auch zu geschlechterspezifischen Interessen führen.

In den Tabellen 15-20 sind die einzelnen Antworten der Kinder aufgeführt.

	Kind1	Zuordnung	Zuordnung	Kind2	Zuordnung	Zuordnung	Kind3	Zuordnung	Zuordnung	Zuordnung
Geschlecht	m	m	w	m	m	w	m	m	w	w
Alter	m	5		m	6		m	5		
Lieblingsfarbe	blau	1	1	blau	1	1	blau	1	1	1
Lieblingsbeschäftigung	Playmobil	1	1	1 Comics lesen	1	1	1 Lokomotive	1	1	1
mehr Kontakt zu Elternteil	Papa			Mama			Papa			
Lieblingsspielzeug	Puppe			1 Alle Spielsachen	1	1	1 Eisenbahn	1	1	1
Berufswunsch	Detectiv	1	1	1 Staatsanwalt	1	1	1 Lokführer	1	1	1
Summe		3	3	3	4	4	3	4	4	0
charakterliche Anteile in %		50	50	50	57	43	43	100	100	0

Tabelle 15: Antworten der Kindergartenkinder

	Kind4	Zuordnung	Zuordnung	Kind5	Zuordnung	Zuordnung	Kind6	Zuordnung	Zuordnung	Zuordnung
Geschlecht	m	m	w	m	m	w	m	m	w	w
Alter	m	5		m	3		m	5		
Lieblingsfarbe	blau	1	1	blau, gelb	1	1	gold	1	1	1
Lieblingsbeschäftigung	Kreisel	1	1	1 Piraten	1	1	Cars Spiel	1	1	1
mehr Kontakt zu Elternteil	k.A.			Papa			Mama			
Lieblingsspielzeug	k.A.			Rakete	1	1	Auto	1	1	1
Berufswunsch	k.A.			Feuerwehrmann	1	1	Rennfahrer	1	1	1
Summe		2	2	1	4	4	1	3	3	1
charakterliche Anteile in %		67	33	33	80	20	20	75	75	25

Tabelle 16: Antworten der Kindergartenkinder

	Kind7	Zuordnung	Zuordnung	Kind8	Zuordnung	Zuordnung	Kind9	Zuordnung	Zuordnung
Geschlecht	<b>m</b>	m	w	<b>m</b>	m	w	<b>m</b>	m	w
Alter	5			6			5		
Lieblingsfarbe	blau	1		gold			1 alle		1
Lieblingsbeschäftigung	Lego	1		1 Cars Memory	1		kein Favorit		
mehr Kontakt zu Elternteil	Mama			Papa			Papa		
Lieblingsspielzeug	Lego	1		1 Monstertruck	1		kein Favorit		
Berufswunsch	Polizist	1		1 Polizist	1		1 Musikant	1	1
Summe		4	3		3	2		2	2
charakterliche Anteile in %		57	43		60	40		50	50

Tabelle 17: Antworten der Kindergartenkinder

	Kind10	Zuordnung	Zuordnung	Kind11	Zuordnung	Zuordnung	Kind12	Zuordnung	Zuordnung
Geschlecht	<b>m</b>	m	w	<b>w</b>	m	w	<b>w</b>	m	w
Alter	3			4			5		
Lieblingsfarbe	gelb			1 gelb			1 blau, rot		1
Lieblingsbeschäftigung	Radlader	1		Barbie			1 Autos		1
mehr Kontakt zu Elternteil	gemischt			Mama			Papa		
Lieblingsspielzeug	Bagger	1		Plüschhund	1		1 Auto, Teddy	1	1
Berufswunsch	Staatsanw.	1		1 Malerin	1		1 Feuerwehr	1	1
Summe		3	2		2	4		4	2
charakterliche Anteile in %		60	40		33	67		67	33

Tabelle 18: Antworten der Kindergartenkinder

	Kind13	Zuordnung	Kind14	Zuordnung	Kind15	Zuordnung	Kind15	Zuordnung	Zuordnung
Geschlecht	<b>w</b>	m	<b>w</b>	m	<b>w</b>	m	<b>w</b>	m	w
Alter	3		4				6		
Lieblingsfarbe	rosa, lila		1 rosa, lila, rot		1 gelb				1
Lieblingsbeschäftigung	Puppe		1 Puppenecke		1 Puppenecke				1
mehr Kontakt zu Elternteil	k.A.		Papa		Mama				
Lieblingsspielzeug	Puppe		1 Teddybär		1 Monsterhai				1
Berufswunsch	Polizist	1	1 Ärztin		1 k.A.				
Summe		1	4		2		4		3
charakterliche Anteile in %		20	80		33		67		25
									75

Tabelle 19: Antworten der Kindergartenkinder

	Kind16	Zuordnung	Kind17	Zuordnung	Kind18	Zuordnung	Kind18	Zuordnung	Zuordnung
Geschlecht	<b>w</b>	m	<b>w</b>	m	<b>w</b>	m	<b>w</b>	m	w
Alter	4		3				3		
Lieblingsfarbe	alle	1	1 blau		1 blau				1
Lieblingsbeschäftigung	k.A.		Puppenecke		1 Kneten				1
mehr Kontakt zu Elternteil	Mama		Papa		Mama				
Lieblingsspielzeug	Pirat	1	Arztkoffer		1 Teddy				1
Berufswunsch	Polizistin	1	1 Königin		1 weiß nicht				
Summe		3	2		2		3		2
charakterliche Anteile in %		60	40		40		60		40

Tabelle 20: Antworten der Kindergartenkinder

Nach Beendigung der Phase 3 wurde das komplette Schülerprojekt Energieeffizienz nochmals überarbeitet. Da keine Zusammenarbeit mit dem Kultusministerium für Bildung möglich war und somit eine Lehrerfortbildung nicht erarbeitet werden konnte, wird im Moment an einer anderen Art der Verbreitung der Lehrunterlagen gearbeitet. Die Lehrmaterialien wurden so aufgearbeitet, dass jede Lehrkraft in der Lage ist, ohne weitere Einweisung durch die Hochschulmitarbeiter, nur durch die Verwendung der Unterlagen, das Schülerprojekt Energieeffizienz ganz oder teilweise an der eigenen Schule durchzuführen. Lediglich zur Durchführung der Versuche und beim Arbeiten der Aufgaben, bei der Chemiekalien und gefährliche Stoffe und Arbeitsmittel verwendet werden, sind Lehrkräfte zur Aufsicht notwendig. Die Unterteilung der Schüler in Beginner und Fortgeschrittene entfällt in Zukunft. Das Projekt kann am Stück durchgeführt werden. Des Weiteren konnte der Material- und Vorbereitungsaufwand durch die Überarbeitung des Konzepts auf das Notwendigste reduziert werden. Zudem können natürlich auch einzelne Auszüge aus den Lehrmaterialien für die Gestaltung des Unterrichts verwendet werden.

## 5.2 Übersicht über die erstellten schriftlichen Unterlagen

Stand: Projektabschluß

Hochschule Esslingen

Lernjobs:

- Vom Teilchenmodell zur Dichte (90min)
- Das allgemeine Gasgesetz (90min)
- Geschwindigkeitsmessung (90min)
- Wärmestrom (90min)
- Wärmedurchgang (90min)
- Kühlschranks (90min)
- Übung Präsentation (60min)

Laborübungen:

- Geschwindigkeitsmessverfahren (60min Aufbau +60min Laborversuch)
- Wärmebilanz (60min Aufbau +60min Laborversuch)
- Thermokamera (60min)
- Wärmeübertragung Teil 1 (420 min)
- Wärmeübertragung Teil 2 (150min)
- Laborübung Kühlschranks (90min)

Hilfsmittel:

- Text zur Einführungspräsentation Schülerprojekt Energieeffizienz

Freie Schule Anne-Sophie Künzelsau

- Wärmebilanz bei Schnecken- Enzyme mit Aufgaben (90min)
- Wärmebilanz bei Schnecken- Enzyme- Hitzdenaturierung (90min)
- Wärmebilanz bei Schnecken- Grundlagen Proteine mit Aufgaben (90min)
- Wärmebilanz bei Schnecken- DNA- Aufbau mit Aufgaben (90min)
- Wärmebilanz bei Schnecken- Proteinbiosynthese (90min)

### **5.3 Übersicht über die erstellten Präsentationen mit Power-Point**

#### Hochschule Esslingen

- Einführungspräsentation Schülerprojekt Energieeffizienz
- Versuch 1\_Präsentation
- Nachbesprechung Versuch 1\_Präsentation
- Nachbesprechung Versuch 2\_Präsentation
- Nachbesprechung Versuch 3\_Präsentation
- Plakat-Vorlage



## 5.4 Übersicht der erstellten Poster und Flyer

### Phase 1 (2012)



Bild 7: Plakat „Einführung 12“



Bild 8: Plakat „Geschwindigkeitsmessverfahren 12“



Bild 9: Plakat „Wärmebilanzen 12“



Bild 10: Plakat „Thermokamera 12“



Bild 11: Plakat „Wärmeübertragung/ Isolation 12“



Bild 12: Flyer „Schülerprojekt 12“

# Phase 2 (2012/2013)

## Schülerprojekt Energieeffizienz

Ein Projekt der Hochschule Esslingen in Kooperation mit der Freien Schule Anne-Sophie Künzelhau

**Hintergrund:**  
Statistisch gesehen beträgt der Anteil der Studenten im Ingenieurwesen nur 1,81%. Aufgrund dieser geringen Quote entgeht der Wissenschaft und der Industrie jedes Jahr eine Vielzahl an „klugen Köpfen“. Dies stellt nicht zuletzt einen volkswirtschaftlichen Verlust für die Unternehmen dar. Die Gründe für die geringe Frauenquote im Ingenieurwesen sind unter anderem:

- Berührungspunkte vor Technik
- zu wenig naturwissenschaftliche Aktivitäten in der Kindheit

**Vorgehensweise:**  
Im Schülerprojekt Energieeffizienz arbeitet die Hochschule Esslingen mit der Freien Schule Anne-Sophie zusammen, einer Schule unter der Trägerschaft der Würth-Stiftung. Schülerinnen und Schüler werden im Laufe des Projekts im Schulunterricht zuerst mit den theoretischen Grundlagen der Wärme- und Strömungslehre vertraut gemacht.

Außerdem bearbeiten die Schülerinnen und Schüler Lernjohbe zum Thema, mit Aufgaben aus der Wärme- und Strömungslehre, um sich auf einen besonderen Teil ihres Projektes vorzubereiten, die Labortermine.



An diesen Terminen führen die Schülerinnen und Schüler Experimente an eigenen erstellten Versuchseinrichtungen an der Hochschule Esslingen durch, um die erarbeiteten Grundlagen praktisch zu vertiefen. Die Versuche werden an Strömungsprüfständen und am Windkanal durchgeführt. Des Weiteren werden Messungen mit einer Thermokamera vorgenommen. Die Schülerinnen und Schüler werden nach den Versuchen ihre Messergebnisse unter entsprechender Anleitung aus.



Dazu werden durch die Lehrer der Freien Schule Anne-Sophie, Prof. Dr.-Ing. Ulrich Catterer und seinen Mitarbeiter Ralf Baur B.Eng. Einführungsveranstaltungen, an der Freien Schule Anne-Sophie, zu den physikalischen Grundlagen angeboten.

**iaf** Institut für Angewandte Forschung – Energetische Systeme

Bild 13: Plakat „Einführung 12/13“

## Geschwindigkeitsmessverfahren

Ein Projekt der Hochschule Esslingen in Kooperation mit der Freien Schule Anne-Sophie Künzelhau

Bei diesem Versuch wurden verschiedene Messverfahren für die Strömungsgeschwindigkeit von Luft in einem Windkanal getestet.

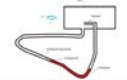
Um genaue Messungen zu erhalten ist ein Strömungsgleichrichter eingebaut, der die Luft, die vom elektrischen Lüfter verwehrt wird, geradeaus strömen lässt.

Am rechten Ende des Windkanals wird die Strömungsgeschwindigkeit der Luft mit verschiedenen Verfahren ermittelt. In einem Rohr (in unserem Fall ist der Windkanal rohrförmig) sieht die Geschwindigkeitsverteilung theoretisch folgendermaßen aus:



An diesem Prüfstand werden zwei verschiedene Möglichkeiten der Geschwindigkeitsmessung angewandt. Die erste heißt thermischer Strömungssensor. An der Spitze des Messfühlers sitzt ein kleiner Messfühler durch den elektrischer Strom fließt. Dadurch erhitzt sich der Messfühler auf 100 °C. Wenn nun vorbeistömende Luft ihn trifft, kühlt der Fühler ab. Eine Elektronik versucht nun den Fühler wieder auf zu 100 °C zu heizen. Dafür benötigt die Elektronik mehr elektrischen Strom. Je mehr Luft vorbeistromt, desto mehr Strom muss durch den Messfühler fließen um ihn warm zu halten. Der elektrische Strom wird nun von einem Mikroprozessor in eine Geschwindigkeit umgerechnet.

Ein anderes Messverfahren ist das Pitotrohr mit Schräghöhnenmeter. Es misst den Druck an einer Stelle im Windkanal mit Hilfe eines dünnen Rohres. Im Schräghöhnenmeter ist eine Flüssigkeit, die durch den Druck der vorbeistömenden Luft weggeschoben wird. Den Druck kann man von einer Skala ablesen und mittels einer Formel in eine Strömungsgeschwindigkeit umrechnen.



Im obigen Bild kann man die ausgelekte rote Flüssigkeit erkennen. Nach dem Aufschreiben der Messwerte und dem Umrechnen der Drücke in Strömungsgeschwindigkeiten wird ein Diagramm der Geschwindigkeitsverteilung im Rohr erstellt. In der Praxis sieht dies dann so aus:



Man kann eine kleine Abweichung der Messung gegenüber der Theorie im Bereich von 0,06 m erkennen.

**iaf** Institut für Angewandte Forschung – Energetische Systeme

Bild 14: Plakat „Geschwindigkeitsmessverfahren 12/13“

## Wärmebilanz

Ein Projekt der Hochschule Esslingen in Kooperation mit der Freien Schule Anne-Sophie Künzelhau

Am Wärmebilanz-Prüfstand werden verschiedene thermodynamische Größen wie Temperatur und Strömungsgeschwindigkeit von Luft gemessen.

Zunächst wird kalte Luft durch ein Heizgebläse erwärmt und durch den Versuchsaufbau geblasen. Die Temperatur der Luft wird vor und nach der Erwärmung gemessen.

Um eine relativ gleichmäßige Luftströmung zu erhalten wird auch an diesem Prüfstand ein Strömungsgleichrichter eingesetzt.

Gebäses mit dem Wärmestrom verglichen werden. Wäre der Prüfstand völlig verlustfrei, so müsste die elektrische Heizleistung gleich groß sein, wie der Wärmestrom, den das Heizgebläse erzeugt, denn nach dem Gesetz der Energieerhaltung kann Energie nie verloren gehen. Sie kann lediglich ihre Erscheinungsform verändern. Die elektrische Heizleistung ist in das Heizgebläse „hineingegangen“ und muss als Wärmestrom das Heizgebläse wieder verlassen. Da in der Praxis Systeme immer mit Verlust behaftet sind, weicht jedoch die elektrische Heizleistung vom Wärmestrom ab. Dies resultiert aus den Wärmeverlusten, welche über die Prüfstandsdehne, also die Rohrwandungen an die Umgebung (in unserem Fall der Laborsaal) statt finden.

Die kleinen Röhren richten die, durch den elektrischen Lüfter verwehrt Luft, wieder in gerade Bahnen. Mit den gemessenen Messwerten wird der Wärmestrom des Heizgebläses berechnet. Des Weiteren wird die elektrische Leistung des Heizgebläses unter Zuhilfenahme eines Leistungsmeßgerätes ermittelt. Nun kann die elektrische Leistung des Heiz-

Bild 15: Plakat „Wärmebilanz 12/13“

## Thermokamera

Ein Projekt der Hochschule Esslingen in Kooperation mit der Freien Schule Anne-Sophie Künzelhau

Im Labor für Wärme- und Strömungslehre an der Hochschule Esslingen werden in diesem Versuch Schnecken im Windkanal thermografiert.

Während dieser verschiedenen Situationen werden Thermografien gemacht, um die Temperatur der Schnecken zu messen. Da Schnecken wechselwarme Tiere sind, nehmen sie die Temperatur der Umgebung an.

Dazu werden 5 Landschnecken in den Windkanal eingesetzt. Zuerst wird ein schwacher Wind erzeugt. Dann wird eine starke Lampe eingeschaltet. Die Schnecken versuchen daraufhin aus dem Lichtkegel zu fliehen, um nicht auszutrocknen.

Die Einsatzgebiete von Thermokamera sind vielseitig. Ingenieure verwenden Thermokameras zum Beispiel zur Begutachtung von Häusern und technischen Anlagen. In der Medizin können Thermografien zum Auffinden von Entzündungen genutzt werden, da entzündetes Gewebe eine andere Temperatur hat, als gesundes.

Bild 16: Plakat „Thermokamera 12/13“

## Wärmeübertragung

Ein Projekt der Hochschule Esslingen in Kooperation mit der Freien Schule Anne-Sophie Künzelhau

Zuerst werden die unterschiedlichen Arten der Wärmeübertragung in der Theorie behandelt. Um verschiedene Arten der Wärmeübertragung an einem praktischen Beispiel kennenzulernen, gibt es einen Versuch, der aus drei Einmachgläsern aufgebaut ist. In alle drei Gläser, die gleich groß sind, wird exakt die gleiche Wassermenge gegeben. Das Wasser ist ca. 74 °C heiß. Das erste Glas ist in Styropor eingebaut und mit Alufolie abgedeckt. Das zweite Glas ist ebenfalls in Styropor eingeklebt, jedoch hat es keine Abdeckung. Das dritte Glas ist weder in Styropor eingebaut, noch ist es mit Alufolie überzogen.

Wohnhäuser sind auch ein praktisches Beispiel von Wärmeübertragung. Im Winter wird ein Haus von innen beheizt und verliert durch seine Wände hindurch ständig Wärme an die Umgebung. Um die unterschiedlichen Methoden der Wärmeisolation von Häusern zu betrachten, darf jeder Lernpartner sein eigenes Energie-spar-Modellhaus bauen.

Das Grundmodell wird aus Karton angefertigt. Eine Hauswand wird mit Styroporplatten beklebt. Das Dach ist mit Glaswolle gedämmt. Es werden 2 Fenster hergestellt, die anschließend von innen in das Haus eingesetzt werden.

Jedes Fenster besteht aus 2 Acryl-glasscheiben die mit vier Holz-leisten verklebt werden. Dadurch entsteht ein Luftspalt zwischen den einzelnen Scheiben, sodass die Wärmeisolation verringert wird.

Bild 17: Plakat „Wärmeübertragung 12/13“

# Phase 3 (2013/2014)

## Schülerprojekt Energieeffizienz

Ein Projekt der Hochschule Esslingen in Kooperation mit der Freien Schule Anne-Sophie Künzelshaus

**Hintergrund:** Statistisch gesehen beträgt der Anteil der Studentinnen im Ingenieurwesen nur 18,1%. Aufgrund dieser geringen Quote entgeht der Wissenschaft und der Industrie jedes Jahr eine Vielzahl an „Köpfen“. Dies stellt nicht zuletzt einen volkswirtschaftlichen Verlust für die Unternehmen dar. Die Gründe für die geringe Frauenquote im Ingenieurwesen sind unter anderem:

- Berührungslänge vor Technik
- zu wenig naturwissenschaftliche Aktivitäten in der Kindheit

Das aktuelle Schülerprojekt „Energieeffizienz“ steuert diesen beiden Faktoren entgegen.

**Vorgehensweise:** „Außerdem bearbeitete die Schülerinnen und Schüler Lernjobs zum Thema, mit Aufgaben aus der Wärme- und Strömungslehre, um sich auf einen besonderen Teil ihres Projektes vorzubereiten, die Schülertermine.“

An diesen Terminen führen die Schülerinnen und Schüler Experimente an eigens erstellten Versuchseinrichtungen an der Hochschule Esslingen durch, um die erarbeiteten Grundlagen praktisch zu vertiefen. Die Versuche werden an Strömungsprüfständen und am Windkanal durchgeführt. Des Weiteren werden Messungen mit einer Thermokamera vorgenommen. Die Schülerinnen und Schüler machen nach den Versuchen ihre physikalischen Grundlagen der Anleitung aus.



Dazu werden durch die Lehrer der Freien Schule Anne-Sophie, Prof. Ulrich Ulrich Gärtner und seinen Mitarbeiter Ralf Baur B.Eng. Einführungsveranstaltungen, an der Freien Schule Anne-Sophie, zu den Messergebnissen unter entsprechender Anleitung aus.

**iaf** Institut für Angewandte Forschung – Energetische Systeme

Bild 18: Plakat „Einführung 13/14“

## Geschwindigkeitsmessverfahren

Ein Projekt der Hochschule Esslingen in Kooperation mit der Freien Schule Anne-Sophie Künzelshaus

Luftstrom im Rohr gehalten, im geschwindigkeitsmessung ist das Pitotrohr mit Schrägrohrmanometer verbunden. Ein Pitotrohr ist ein einfaches gebogenes Rohr. Das Messfühler, der an der Spitze des Pitotrohrs wird über einen Schlauch thermischen Strömungssensors stützt, abgekühlt. Eine Elektronik misst die Temperatur von Flüssigkeit. Wird das Pitotrohr in genau 100°C hat, je schneller die Luft vorbeiströmt, umso stärker wird der Messfühler abgekühlt und umso stärker muss der Messfühler beheizt werden. Die Heizung erfolgt durch elektrischen Strom. Ein kleiner Mikrocomputer erkennt nun die Stärke des Nachheizstromes und folgert daraus  $großer\ Strom = große\ Luftgeschwindigkeit$ ,  $kleiner\ Strom = kleine\ Luftgeschwindigkeit$ . Anschließend wird die Luftströmungsgeschwindigkeit auf einem Display angezeigt.



Der Prüfstand ist in den Bildern 1 und 2 dargestellt. Ein elektrischer Lüfter bläst Luft durch ein braunes Kunststoffrohr. Ein Strömungsgleichrichter sorgt dafür, dass die Luft nicht umherwirbelt und das Messergebnis verlässlich. Die Luft kommt am anderen Ende des Rohrs wieder aus dem Prüfstand heraus. Durch ein Bohrloch wird nun eine der Messsonden in den



Je nachdem, wie schnell die Luft strömt, drückt die Luft mehr oder weniger stark auf die Flüssigkeit. Dadurch steigt oder fällt der Flüssigkeitsstand im Schrägrohrmanometer. Mithilfe einer Formel kann man nun die Höhe der Flüssigkeitssäule in eine Strömungsgeschwindigkeit umrechnen. Diese Technik wird auch zur Geschwindigkeitsmessung in kleinen Flugzeugen angewendet.

**iaf** Institut für Angewandte Forschung – Energetische Systeme

Bild 19: Plakat „Geschwindigkeitsmessung 13/14“

## Wärmebilanz

Ein Projekt der Hochschule Esslingen in Kooperation mit der Freien Schule Anne-Sophie Künzelshaus

Der Prüfstand „Wärmehaube“ besteht aus durchsichtigen und undurchsichtigen Rohren aus Kunststoff. Er ist ganz ähnlich aufgebaut, wie der Prüfstand zum Thema „Geschwindigkeitsmessverfahren“.

Dieses Spannungssignal wird von einem schwarzen Messgerät ausgewertet und auf dem Display wird die entsprechende Luftgeschwindigkeit angezeigt.

Es wird jedoch zusätzlich warme Luft durch ein Heißluftgebläse zugeführt. Die warme Luft vermischt sich nun im Inneren des Prüfstands mit kalter Luft. Diese lauwarme Mischung tritt schließlich am Ende des Prüfstands wieder aus.

Durch eine seitliche Bohrung kann eine Geschwindigkeitsmesssonde, in diesem Fall die Flügelradmesssonde, in den Prüfstand eingeführt werden. Auf der Flügelradmesssonde ist ein Klebfilm angebracht, der die elektrische Leistung des Heißluftgebläses ermittelt und die Heizleistung der erwärmten Luft berechnet wurde, können diese beiden Werte nun miteinander verglichen werden.

Der Energieerhaltungssatz besagt, dass diese beiden Werte gleich groß sein müssen, denn Energie kann nicht vernichtet werden. Weichen die Werte jedoch voneinander ab, sollten die Ursachen hierfür ermittelt werden. Im Falle des Prüfstands „Wärmebilanz“ entwickelt ein Teil der Wärmeenergie über die nicht wärmegeleiteten Kunststoffrohre.

Zudem können Abweichungen vom idealen Geschwindigkeitsprofil im Rohr, Fehler hervorufen.



Mit einem Energiemessgerät wird die elektrische Energiemenge gemessen, die benötigt wird um den Luftstrom im Prüfstand zu erwärmen. Zusätzlich wird die Temperatur der Raumluft, sowie des erwärmten Luftstroms gemessen. Die Messdaten werden in eine Tabelle eingetragen und anschließend Berechnungen durchgeführt. Das Heißluftgebläse wandelt elektrische Energie in Wärmeenergie um, genau gleich, wie ein Haarfön. Da die elektrische Leistung des Heißluftgebläses ermittelt und die Heizleistung der erwärmten Luft berechnet wurde, können diese beiden Werte nun miteinander verglichen werden.

**iaf** Institut für Angewandte Forschung – Energetische Systeme


Bild 20: Plakat „Wärmebilanz 13/14“

## Thermokamera

Ein Projekt der Hochschule Esslingen in Kooperation mit der Freien Schule Anne-Sophie Künzelshaus

Eine Thermokamera ist eine Kamera, die die Thermokamera, sind die Oberflächentemperatur von isolierten Stellen wärmer, als die Objekte misst und diese farblich unterschiedlich darstellt.

Genauer gesagt, empfängt eine Thermokamera Infrarot-/Wärmestrahlung. Diese ist für das menschliche Auge nicht sichtbar. Die Thermographie ist ein berührungsloses Messverfahren. So können die Temperaturen auch von Weitem erfasst werden. Von großem Nutzen ist die Thermokamera bei der Überprüfung von Häusern auf ihre Wärmedurchlässigkeit. Um Energiekosten zu sparen, ist es gut, wenn ein Haus wenig Wärmeverluste hat, denn die Heizungsverluste hat, denn die Heizungsverluste soll das Haus im Inneren beheizen und nicht die Wärme nach außen führen. Das Haus auch wirklich gut isoliert ist, kommt die Thermokamera zum Einsatz. Denn an einem Tag mit niedrigen Außentemperaturen dringt die Wärme von selbst durch jede noch so kleine Schwachstelle und die Auffälligkeiten aufgeschrieben.



Beispiel Landschnecke: Sie ist ein wechselwarmes Tier und passt somit ihre Körpertemperatur der Umgebung an. Die Schneeschicht auf ihrer Haut unterstützt die Kühlung im Sommer. Der Schleim besteht zum Großteil aus Wasser. Das Wasser verdunstet. Der Vorgang der Verdunstung benötigt Energie. Die Energie wird der Schnecke entzogen. Dadurch wird die Schnecke gekühlt. Auf die gleiche Art funktioniert das Schwitzen beim Menschen.

Ein noch schlechterer Wärmeleiter werden. Im Rahmen des Projektes mit der Hochschule Esslingen werden Tiere und Menschen mit der Thermokamera betrachtet und die Auffälligkeiten aufgeschrieben.

**iaf** Institut für Angewandte Forschung – Energetische Systeme

Bild 21: Plakat „Thermokamera 13/14“

## Wärmeübertragung

Ein Projekt der Hochschule Esslingen in Kooperation mit der Freien Schule Anne-Sophie Künzelshaus

Um ein praktisches Beispiel für die Übertragung von Wärme(Energie) zu bekommen, baut jeder Lernpartner ein wärmegeleitetes Modellhaus. Die Wärmedämmung an Häusern ist deshalb so wichtig, da man im Winter so wenig Heizenergie, wie möglich verbrauchen möchte. Würden Häuser keine Wärmeenergie nach draußen verlieren, müsste man im Jahr nur ein paar Euro für nur die Heizung ausgeben.

Als Grundlage zum Modellhausbau dient ein Pappkarton. Einer der ersten Schritte ist das Aufzeichnen und Ausschneiden der Fenster und der Türen, sowie die Konstruktion des Daches. Die Fenster, die in die Öffnungen eingeklebt werden, sind ganz ähnlich aufgebaut, wie echte Fenster an einem Wohnhaus. Sie bestehen aus zwei Schichten-einer Außen- und einer Innenschicht. Dazwischen befindet sich ein Holzrahmen, der eine Luftschicht einschließt. Da Luft ein schlechter Wärmeleiter ist, kann die Wärme

Die verwendeten Materialien werden auch bei echten Häusern eingesetzt. Alle Schlitze und Öffnungen sind mit Klebeband verschlossen. Nach vollendeter Bastelarbeit können die Modellhäuser mit einer Thermokamera untersucht werden.

Um die Heizung des Hauses nachzustellen kommt, ein Topf mit heißem Wasser zum Einsatz. Dieser steht im Modellhaus und erwärmt das Innere des Hauses. Betrachtet man nun von außen das Modellhaus, kann man schon kleine Undichtigkeiten anhand von Farbunterschieden auf der Thermographie erkennen. Die gelben und insbesondere die roten Stellen, lassen auf eine mangelnde Wärmedämmung schließen. Neben dem Wärmebild ist immer eine Skala angebracht, in der jede Farbe einer ganz bestimmten Temperatur zugeordnet ist.



Styropor besteht zum Großteil aus Luft. Darum ist es auch so leicht. Styropor leitet es dadurch wiederum die Wärme schlecht. Das Dach wird aus einer 4cm dicken Glaswollefaserfleece beklebt.

**iaf** Institut für Angewandte Forschung – Energetische Systeme

Bild 22: Plakat „Wärmeübertragung 13/14“

## 5.5 Außendarstellung

- Samstag, 16.06.2012 Tag der offenen Tür an der Hochschule Esslingen  
Präsentation des Schülerprojekts in Form eines Messestands mit  
Laboraufbauten und Infomaterial, Betreuung durch Prof. Dr.-Ing Ulrich Gärtner  
und Ralf Baur B.Eng.
- Dienstag, 24.07.2012 25-jähriges Jubiläum der Würth-Stiftung,  
Darstellung des Schülerprojektes durch eine Schülerin und einen Schüler der  
FSAS an einem eigenen Messestand mit Postern und Flyern zum Projekt.  
Unterstützung durch Prof. Dr.-Ing. Ulrich Gärtner und Ralf Baur B.Eng.  
Ort: FSAS Künzelsau
- Samstag, 19.01.2013 inGenious, 2nd Teacher Coordinator meeting,  
Darstellung und Präsentation des Schülerprojekts in englischer Sprache  
durch zwei Schülerinnen der FSAS  
Ort: FSAS Künzelsau
- ab 6.10.2014 Internetauftritt auf der Hochschule Esslingen Homepage

## 5.6 Fazit

Das technische Interesse der Mädchen und Jungen ließ sich durch das Projekt nicht generell steigern. Die ausgewählten Themen scheinen oftmals nicht nah genug am Lebensalltag der Schülerinnen und Schüler zu sein. Die Jugendlichen interessieren sich auch häufig nicht für die Funktionsweise von technischen Geräten. Ursächlich für das vielfältig fehlende technische Interesse der Mädchen könnte die zu gering vorhandene technische Förderung in der frühen Kindheit sein. Eine nachträgliche Motivation scheint sehr schwierig. Außerdem entstand der Eindruck, dass sich die Kinder und Jugendlichen gerade in dieser Altersklasse sehr schwer zum Lernen motivieren lassen. Hier wäre die Möglichkeit der Durchführung eines Förderprojektes von 3-6 jährigen Kindern als Lösungsansatz zu betrachten. Die Hochschule Esslingen setzte sich zu diesem Zwecke mit einem Kindergarten in der Region in Verbindung und stellte hierbei fest, dass eine leichte Tendenz der geschlechterspezifischen Sozialisation bereits im Kindergartenalter (3-6 Jahre) vorhanden ist. Deshalb sollten zukünftige Projekte zur Animation von Mädchen, sich für Technik zu interessieren bereits im frühen Kindergartenalter und zudem auch über das Elternhaus durchgeführt werden. Denkbar ist außerdem eine größere Unvoreingenommenheit der Kinder im Kindergartenalter für naturwissenschaftliche Projekte, da die Prägung der Interessen hier noch nicht weit genug fortgeschritten ist.

Sehr motivierend waren für die Schülerinnen und Schüler die Labortermine in Esslingen. Die Versuche stellen eine willkommene Abwechslung zum normalen Schulalltag dar. Besonders der Bau der wärmedämmten Modellhäuser lag bei den Jugendlichen hoch im Kurs.

Generell kann festzuhalten werden, dass die Jugendlichen weniger mit mathematisch anspruchsvollen Aufgaben als von praktischen Übungen motiviert wurden.

## 6 Anhang

### 6.1 Didaktisches Konzept der Freien Schule Anne –Sophie

„Jedes Kind soll die Freie Schule Anne-Sophie als Gewinner verlassen“ – diesen Wunsch gibt Bettina Würth, Initiatorin der Freien Schule Anne-Sophie, den Kindern mit auf den Weg.

Bildung ist eine Investition, die sich ein Leben lang auszahlt. Zu einer solchen <<Bildungsinvestition>> gehört allerdings noch viel mehr als Geld. Dazu zählt auch ein hohes persönliches Engagement über viele Jahre hinweg- Aufmerksamkeit und Zuwendung, Beharrlichkeit und die Bereitschaft, Rückschläge zu akzeptieren und dennoch weiter auf ein gesetztes Ziel hinzuarbeiten. Die wichtigste Investition jedoch ist- Vertrauen! Es ist dies vor allem das Vertrauen des jungen Menschen in sich selbst, in die eigenen Eltern und seine Lernbegleiter. Ebenso bedeutsam ist, dass die Eltern ihr Kind aus guter Überzeugung der Schule anvertrauen. Und natürlich bedarf es des Vertrauens der Lernbegleiter in jeden einzelnen Lernpartner: Du kannst das, was du dir vornimmst, auch selbst erreichen!

In vielen Schulen erfolgt die Wissensvermittlung als <<7-G-Unterricht>>: Alle gleichaltrigen Kinder sollen beim gleichen Lehrer mit dem gleichen Lehrmittel im gleichen Tempo das gleiche Ziel zur gleichen Zeit gleich gut erreichen. Kinder, die in diesem System den Anschluss verlieren, erfahren Sanktionen: sie müssen <<nachsitzen>>, <<Nachhilfeunterricht>> nehmen oder das Schuljahr wiederholen oder- wenn sie besonders begabt sind- warten, bis die <<anderen auch soweit sind>>.

Der pädagogische Ansatz der Freien Schule Anne-Sophie stellt den Lernwunsch des Kindes in den Mittelpunkt. Lernen ist ein Existenzbedürfnis des Menschen. Der Mensch lernt immer, vergleichbar dem kindlichen Spiel. Wie an der Freien Schule Anne-Sophie vor allem jeder einzelne junge Mensch und seine individuelle Ausgangslage im Mittelpunkt stehen, verzichten wir auf den <<7-G-Unterricht>> zugunsten eines Konzepts, das wir als <<V-8-Begleitung>> beschreiben: Auf vielfältigen Wegen mit vielfältigen Menschen an vielfältigen Orten zu vielfältigsten Zeiten mit vielfältigen Materialien in vielfältigen Schritten mit vielfältigen Ideen in vielfältigen Rhythmen zu gemeinsamen Zielen. Aufgabe der Lernbegleiter ist es hierbei, eine Atmosphäre zu schaffen, in der die Kinder ihr Urbedürfnis des autonomen Lernens frei entfalten können. Die Lehrer führen also keinen Klassenverband durch einen vorgegebenen Lernstoff, sondern begleiten jede Schülerin und jeden Schüler auf dem eigenen Lernweg. Aus diesem Grund bezeichnen wir die Schüler als <<Lernpartner>> und die Lehrer als <<Lernbegleiter>>.

#### 1. Die architektonische Gestaltung der Lernumgebung: Raum zur Entfaltung und Entwicklung

Die Architektur ist vielleicht der auffälligste Ausdruck einer gestalteten Umgebung. So orientiert sich das architektonische Konzept der Freien Schule Anne-Sophie konsequent an den Erfordernissen des autonomen Lernens. Als ein klar gegliedertes <<Lerndorf>>, bestehend aus einzelnen Lernhäusern für die Primarstufe, die Sekundarstufe und das gymnasiale College, bietet die Schule bis zu 750 Lernpartnerinnen und Lernpartnern Raum zur Entfaltung und Entwicklung. Die gemeinsame Mensa sowie eine Turnhalle mit angegliederter Schwimmhalle vervollständigen dieses offen angelegte Gebäudeensemble.

#### 2. Die materielle Gestaltung: <<Der Mensch lernt nicht vom Buch allein...>>

Neben einer angemessenen Architektur hat die Bereitstellung anregender Materialien erheblichen Einfluss auf das Lernverhalten: Erst vielfältige Materialien schaffen mannigfaltige Lernimpulse. Dieser Medieneinsatz geht weit über klassische Lernmittel wie Bücher und andere gedruckte Medien hinaus. Er umfasst auch Werkzeuge, Baumaterialien, Textilien, Pflanzen, Lebensmittel und vieles mehr. Die Bereitstellung geeigneter Materialien orientiert sich an den thematischen Interessen der einzelnen Lernpartner. Sie ist eine immer wiederkehrende Herausforderung für die Lernbegleiter, die damit gewissermaßen auch Lernumfeld-Gestalter sind.

### **3. Gestaltete Zeit: Abschied von einem Lernen nach Stundenplan**

Autonomes Lernen bedeutet nicht, dass damit jegliche zeitliche Ordnung hinfällig ist. Im Gegenteil: Die Struktur des Schuljahres, des Inputplanes und des einzelnen Lerntages bilden den äußeren Rahmen, der eine umfassende Ausgestaltung eigenständiger Lernwege überhaupt erst ermöglicht. Das Lernjahr ist in Semester gegliedert. Auch der Wochen – und Tagesablauf folgt einer klaren und altersgerechten Gliederung. Im Unterschied zu einem Stundenplan, wie er in anderen Schulen üblich ist, verzichten diese Wochen- und Tagesstruktur jedoch auf eine Unterteilung nach Schulstunden, sondern gibt lediglich die Fachinputs vor.

### **4. Menschliche Gestaltung: die Schule als Ort des Unperfekten**

Schließlich sind es die Art und Weise des zwischenmenschlichen Umgangs, die die Grundlage für ein erfolgsorientiertes autonomes Lernen bildet. Lernbegleiter und Lernpartner gestalten diesen Umgang gleichermaßen.

Die Lernbegleiter sind als pädagogische <<Umgebungsgestalter>> darauf bedacht, dass sich Respekt und Achtung, Leistung und Herausforderung, Wille und Wahrnehmung, Beziehung und Sorgfalt entfalten können. Keiner sagt, <<wo es lang geht>>, aber jeder drückt seine Wünsche aus und akzeptiert die abweichenden Vorstellungen des anderen Lernpartners oder Lernbegleiters. Gerade auch unterschiedliche Meinungen und Probleme sind Lernanlässe. So ist einer der treffendsten Sätze eines Lernpartners: <<Hurra, ein Problem!>>

In diesem Sinne ist die Freie Schule Anne-Sophie im besten und lebensnahen Sinn ein Ort des Unperfekten- eine lebendige lernende Organisation, geprägt von unvollkommenen Menschen, die auf gemeinsamen Lern- und Lebenswegen entdecken, ohne zu zerstören, erfahren, ohne zu überfahren, verwerfen, ohne zu verzweifeln. Zur eigenen Unvollkommenheit zu stehen heißt stets neu zu lernen- ob als Lernbegleiter oder als Lernpartner.

Da Lernen am besten in einer entspannten Umgebung funktioniert, achten alle auf ihre eigene Gelassenheit. Die Vorbildfunktion der Lernbegleiter beruht nicht zuletzt auf ihrer Fähigkeit, so gelassen zu sein, dass sie alle Sinne auf das richten können, was geschieht, und ihren Mitmenschen dabei stets mit Respekt begegnen.

Eine wichtige Voraussetzung ist die Förderung jedes Lernpartners von seiner individuellen Ausgangslage her. Dies bedeutet beispielsweise, dass jeder Lernpartner sich wie ein <<Lernunternehmer>> verhält, also selbst Verantwortung für seinen Lernweg erkennt und akzeptiert. Basis hierfür ist die gemeinsame Überzeugung, dass jeder dieses Ziel auch erreichen kann. Darum machen wir uns einen Satz des Philosophen Ernst Bloch zueigen: <<Wir müssen ins Gelingen verliebt sein, nicht ins scheitern.>>

Nicht Selektion und Benotung bestimmen den Schulalltag. Die Lernarbeit konzentriert sich vielmehr auf die Entwicklung der individuellen Stärken und die Stärkung der weniger gut ausgeprägten Fähigkeiten. Jeder Lernpartner dokumentiert seinen Lern- und Lebensweg, sodass er jederzeit über seine Erfolge berichten kann. Er weiß, dass der Lernbegleiter ihm zur Verfügung steht und der Hüter der Lernumgebung ist.

### **Lernen in altersgemischten Gruppen: So profitiert jeder von jedem!**

Die Freie Schule Anne-Sophie steht Lernpartnern aller Altersstufen offen. In der Eingangsstufe können Kinder kontinuierlich vom Kindergarten in die Schule wechseln.

Über alle Altersstufen hinweg lernen und leben die Lernpartner in altersgemischten Gruppen. Zum Beispiel bilden Kinder des fünften Jahrgangs eine Gesamtgruppe mit Kindern des sechsten und siebten Jahrgangs. In der Primarstufe leben und arbeiten sie in einer Lernfamilie. In der Sekundarstufe bilden sie Lernteams. In der gymnasialen Oberstufe sind sie Mitglieder eines Lerncolleges.

Jedes Lernhaus bietet Raum für fünf Lernfamilien zu zwölf Lernpartnern (Primarstufe), sieben Lernteams mit je zwölf bis vierzehn Lernpartnern (Sekundarstufe) beziehungsweise vier Colleges mit

14 Lernpartnern und je einem Lernbegleiter (Gymnasium). Zudem hat jeder Lernende einen persönlichen Coach als Ansprechpartner, der ihm in allen Lern- und Lebensfragen zur Verfügung steht. In diesen Gruppen wird Lehren und Lernen zu einem gegenseitigen Prozess. Hier vollziehen sich auch Aktivitäten, wie soziales Lernen und das gemeinsame Mittagessen.

In diesen altersgemischten Gruppen kann jeder Lernpartner sein individuelles Lerntempo entfalten. Es gibt keinen jährlichen Versetzungsdruck wie bei herkömmlichen Jahrgangsklassen.

Autonomes Lernen erfordert ein hohes Maß an persönlicher Zuwendung. So betreut ein Lernbegleiter in der Primarstufe durchschnittlich zehn Lernpartner. Und die Erfolge sind, gemessen am überlieferten Unterricht, deutlich größer, weil die Lernpartner zu jeder Zeit ihre Stärken voll entfalten.

Die Betonung der individuellen Lernarbeit bedeutet nicht, dass man die Heranwachsenden sich selbst überlässt, sondern das genaue Gegenteil: sie erarbeiten sich das Wissen aktiv und bestimmen ihr eigenes Lerntempo. Sie orientieren sich dabei an klar vereinbarten Zielen, übernehmen also selbst Verantwortung hierfür. Jede Lernfamilie und jedes Lernteam arbeitet in einem eigenen Lernatelier. Die Lernfamilien der Primarstufe, die Lernteams der Sekundarstufe und die Colleges des Gymnasiums sind in separaten Lernhäusern beheimatet und bilden ihren eigenen Dorfteil.

### **Inhalte und Schwerpunkte: Lernen mit klaren Zielsetzungen**

Obwohl die Freie Schule Anne-Sophie ein einzigartiges pädagogisches Konzept verfolgt, orientieren sich ihre Lernzielanforderungen selbstverständlich an den Lehrplänen des Landes Baden-Württemberg.

Die Freie Schule Anne-Sophie bietet alle staatlich anerkannten Bildungsabschlüsse an:

Die Lernpartner legen Prüfungen entsprechend den Vorgaben des Landes Baden-Württemberg ab und erwerben so den Hauptschul-, Werkrealschul- oder Realschulabschluss.

Darüber hinaus haben sie die Möglichkeit, nach eigenem Zeitrhythmus das Abitur zu erwerben. Die Fächer und Kurse des Gymnasial-Colleges umfassen die in Baden-Württemberg verbindlichen Inhalte, ergänzt um die vertiefende Fortführung des Schwerpunkts Naturwissenschaft und Technik.

### **Struktur ja bitte- Stunden plan nein Danke!**

An der Freien Schule Anne-Sophie gibt es keine Stundenpläne im herkömmlichen Sinne. An ihre Stelle treten Lernziele und die individuelle Planung zur Zielerreichung, die für die Primarstufe, die Sekundarstufe und das gymnasiale College unterschiedlich ausgestattet sind. Die thematische Gliederung dieser Pläne stellt sicher, dass alle Lernpartner einer Lernfamilie beziehungsweise eines Lernteams dasselbe Wissensgebiet bearbeiten, wenngleich mit unterschiedlichen- zum Teil selbst gewählten- Inhalten. Diese Gliederung gibt der individuellen Lernarbeit ein gewisses Maß an Verbindlichkeit. Im Gegensatz zu den Stundenplänen an anderen Schulen sind die Zeiträume jedoch deutlich länger, sodass die Lernpartner sich intensiv mit ihrem Lerngegenstand auseinandersetzen können.

Besondere Beachtung verdient die Entwicklung der eigenen Persönlichkeit. Das Ziel der Freien Schule Anne-Sophie ist es, neben der Lernbereitschaft der jungen Menschen auch ihre Fähigkeit zur Zusammenarbeit zu fördern.

### **Der Tagesablauf: Kein Tag wie der andere**

Jeder Lernpartner arbeitet in verbindlichen **Präsenzzeiten**. In diesen Zeiten ist er entweder im Input, im Lernatelier, im Coachinggespräch mit seinem Lernbegleiter, in einer der Werkstätten oder zu besonderen Lernanlässen außerhalb des Schulgeländes.

### **Freie Stillarbeit und vernetzter Unterricht**

Der Vormittag ist für die Pflichtteile des Lernens reserviert, die zu einem großen Teil durch die Lehrpläne des Landes Baden-Württemberg vorgegeben sind. Die Nachmittage sind hingegen in einer Clubstruktur gestaltet. Hier erarbeiten sich die Lernpartner im Rahmen eines Clubangebotes (z.B.



<<Club der Forscher>>) die Lernziele des Bildungsplanes ergänzt durch die eigenen Ziele des jeweiligen Clubs.

### **Die Rolle des Lernbegleiters: <<Hilf mir, es selbst zu tun!>>**

Wenn das gesamte Bestreben der Schule darauf ausgerichtet ist, die Neugier der Lernpartner und ihre Lust am Lernen zu aktivieren, muss auch die pädagogische Arbeit der Lernbegleiter dieser Zielsetzung folgen. Indem sich der Lernbegleiter zurücknimmt, gibt er dem Lernpartner Raum zur freien Entfaltung.

### **Der Lernbegleiter: Beobachter und Impulsgeber**

Der Lernbegleiter an der Freien Schule Anne-Sophie ist keine autoritäre Person, nach der sich alle Lernpartner richten. Vielmehr übernimmt er zentrale Funktionen für die gesamte Lerngruppe und jeden einzelnen Lernpartner- als Beobachter, Impulsgeber und Mitverantwortlicher für das Lernklima. Er bietet auf Anfrage Hilfe an, führt Beratungsgespräche, organisiert weiterführende Lernschritte, moderiert in Konfliktsituationen, verfolgt Diskussionen und begleitet Lernpartner, die andere Lernpartner unterstützen. Er ist maßgeblich für die Schaffung eines wertschätzenden Gruppenklimas verantwortlich und sichert einen förderlichen und effektiven Ablauf zur Erreichung der Ziele. Indem er strukturierte Materialien für zielorientiertes Lernen zur Verfügung stellt, ermöglicht er den Lernpartnern, ihre Ziele ohne seine aktive Anleitung zu erreichen. Er kann sich jederzeit über den Wissens- und Leistungsstand sowie die angestrebten Ziele seiner Lernpartner kundig machen.

### **Unsere Leitkultur**

Wir sind respektvoll, lebensbejahend und leistungsorientiert.

Engagierte Bildungsarbeit wird nur dann gute Früchte tragen, wenn sie ihre Wurzeln in einem klar umrissenen Werte- und Weltbild verankert, dem sich Eltern und Lernbegleiter gleichermaßen verpflichtet fühlen.

Die nachfolgenden Leitsätze erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern umreißen das <<ethische Koordinatensystem>> der Freien Schule Anne-Sophie.

- Das Ziel der Freien Schule Anne-Sophie ist die optimale Förderung jedes Lernpartners unter Berücksichtigung seiner persönlichen Ausgangslage.
- Die Freie Schule Anne-Sophie ist ein <<Lebensraum für gemeinsames Lernen und Wachsen>> mit dem Anspruch, die ganzheitliche Entwicklung junger Menschen zu fördern.
- Bei unserem Zusammenleben und der Zusammenarbeit folgen wir den Grundsätzen einer freiheitlich demokratischen Grundordnung. Dazu gehört, dass wir Regeln akzeptieren und dass wir an ihrer zweckmäßigen Weiterentwicklung aktiv mitwirken.
- Wir bekennen uns zu den Werten eines christlich geprägten Menschenbildes und unserer Kultur. Der Respekt vor der Würde des Anderen, gegenseitige Rücksichtnahme und Hilfsbereitschaft sind tragende Säulen unseres Zusammenlebens.
- Wir achten andere religiöse Anschauungen und die kulturelle Vielfalt der Gesellschaft, auch über die Grenzen unserer Heimat hinaus.
- Wir fördern eine lebensbejahende Grundhaltung. Sie schließt eine verlässliche Arbeitshaltung und den Willen zur Leistung ein.
- Im Zusammenwirken zwischen Elternhaus und Schule gemeinsam Verantwortung tragen.

### **Umsetzung des Projekts im Fach NWT (Naturwissenschaft und Technik)**

- Lernbegleiter: Kerstin Tscherpel (Biologie), Dieter Ruhmann (Physik), Dr. Vito Susca (Biologie, Physik)
- Arbeitsweise: Die Gruppen arbeiten autonom an ihren Themen, Unterstützung durch die Lernbegleiter bei Bedarf
- Kontinuität: Einführung der neuen Lernpartner in den Folgeschuljahren durch die bestehende Gruppe (Mentorensystem)

