

Schulversuch

HORIZONT HOBISOWITZ



STIFTUNG
BILDUNGSPAKT
BAYERN

Zukunftsthemen im naturwissenschaftlichen Unterricht der gymnasialen Mittelstufe

Dokumentation, Ergebnisse, Anregungen für die Praxis





Impressum:

Herausgeber:

Stiftung Bildungspakt Bayern

Grafisches Konzept, Gestaltung und Druck:

ASTERION Germany GmbH

Endredaktion:

Thomas Heidl, Ralf Kaulfuß

Bildnachweis:

Umschlag: © Maksim Pasko – fotolia.com; S. 9: © Blend Images – fotolia.com;
S. 29: © Jürgen Fälchle – fotolia.com; S. 43: © liandstudio – fotolia.com;
S. 55: © eyetronic – fotolia.com; S. 69: © psdesign1 – fotolia.com;
S. 85: © txakel – fotolia.com; S. 103: © rcfotostock – fotolia.com; S. 119: © fotomek – fotolia.com.

Anmerkung:

Der besseren Lesbarkeit wegen wird in dieser Publikation auf eine systematische Verwendung der geschlechtsspezifischen Bezeichnungen verzichtet. Es sind immer Personen jeden Geschlechts gemeint

1. Auflage, Juli 2016

© Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt.
Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Herausgebers.

Schulversuch

HORIZONT HOBISOWT_{CE}



STIFTUNG
BILDUNGSPAKT
BAYERN

Zukunftsthemen im naturwissenschaftlichen Unterricht der gymnasialen Mittelstufe

Dokumentation, Ergebnisse, Anregungen für die Praxis

München, Juli 2016

Inhaltsverzeichnis

Grußwort von Staatssekretär Georg Eisenreich	3
Grußwort von Thomas Northoff, Vertreter der Exklusivpartner	5
1 Der Schulversuch HoriZONTec	7
1.1 Ausgangsüberlegungen	7
1.2 Zielsetzung und Arbeitsschwerpunkte	9
1.3 Durchführung	10
1.4 Fazit und Empfehlungen	12
2 Abschlussbericht der wissenschaftlichen Begleitung – Projektbasiertes Lernen im schulischen Kontext als Zukunftsperspektive	15
3 Konzepte und Erfahrungen der Modellschulen	27
3.1 Mission2Mars.	27
3.2 Nach uns die Sintflut? Fächerübergreifende Untersuchungen zum Thema Wasser	39
3.3 Die Stadt – Lebensraum der Zukunft.	51
3.4 SINNsorik – Wahrnehmen durch Sensoren	63
3.5 NutriVISION – Die Zukunft der Lebensmittel.	73
3.6 Energetische 8samkeit.	89
4 Good Practice-Beispiele	105
Anhang	150
Eckdaten zum Modellversuch	150
Projektkalender	151
Modellschulen und Partnergymnasien.	155
Impressionen.	156

Unsere Lebens- und Arbeitswelt entwickelt sich heute rasant weiter. Die Globalisierung stellt uns alle vor immer neue Herausforderungen. Um die damit verbundenen Chancen zu ergreifen und anstehende Probleme zu lösen, bekommen Kreativität und Zukunftsbildung eine immer größere Bedeutung. Parallel dazu verändern sich auch unsere Arbeitsprozesse. Als Kreativarbeiter werden wir zunehmend selbstständig, digital bestens vernetzt und flexibel in unserer Arbeitsgestaltung. Diesen Wandel muss man nicht mehr „voraussagen“, denn er ist schon da und prägt bereits heute Veränderungen in unserem Berufs- und Privatleben. Er umfasst alle Ebenen der Gesellschaft: Wirtschaft und Politik, sowie Wissenschaft, Technik und Kultur. Aus diesem Grund wurde auch der Begriff „Megatrends“ geprägt, denn der Wandel betrifft jeden von uns, und er wirkt langfristig und nachhaltig.



Mit dieser Entwicklung muss das Bildungsland Bayern durch innovative Ideen und Konzepte Schritt halten, um auch zukünftig national und international an der Spitze zu stehen. Gleichzeitig ist es unser Ziel, diese Entwicklung so zu gestalten, dass wir weiterhin eine hohe Lebensqualität, einen hohen Gesundheits- und Freizeitwert in Bayern haben.

Mit einigen dieser Aspekte haben sich die Schülerinnen und Schüler in HoriZONtec beschäftigt. Die hier erprobten Unterrichtskonzepte sollen Kinder und Jugendliche umfassend für die Zukunft rüsten, auch in dem Wissen, dass wir viele Tätigkeitsfelder, Technologien und Qualifikationen, die in ihrem Berufsleben wichtig sein werden, heute noch gar nicht kennen. Auch deshalb ist es so wichtig, die Schule und den Unterricht kontinuierlich weiterzuentwickeln. Wir müssen Schülerinnen und Schüler befähigen, eigene Strategien zur Bewältigung unterschiedlichster Aufgaben zu finden. Die Methodenvielfalt in HoriZONtec, zusammen mit den inhaltlichen Anreizen, soll genau dies bewirken. Ich bin davon überzeugt, dass sich unsere Schülerinnen und Schüler durch diese neuartige Form des Unterrichts vielfältige Kompetenzen aneignen. Ich würde mir wünschen, dass das Beispiel der sechs Modellschulen möglichst breit weitergetragen, weiter ausgebaut und auf neue Beispiele ausgeweitet wird. Damit bieten wir all unseren Gymnasiasten die Chance, „Kreativarbeiter“ an der eigenen und vielleicht auch an der gesellschaftlichen Zukunft zu werden.

Staatssekretär im Bayerischen Staatsministerium für Bildung und Kultus,
Wissenschaft und Kunst, Vorstandsvorsitzender der Stiftung Bildungspakt Bayern



BMW Stiftung
Herbert Quandt

Deloitte**Stiftung**

JOACHIM
HERZ
STIFTUNG



SCHAEFFLER



FAG

SIEMENS | Stiftung

STEFAN QUANDT

BR



HAUCK & AUFHÄUSER

PRIVATBANKIERS SEIT 1796

Liebe HoriZONTec-Unterstützer,

wir können stolz auf eine erfolgreiche Projektlaufzeit zurückblicken: 2012 wurde HoriZONTec durch die Stiftung Bildungspakt Bayern, das Bayerische Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, sowie Partner aus der Wirtschaft ins Leben gerufen. Neben der Deloitte-Stiftung beteiligten sich die BMW Stiftung Herbert Quandt, die Joachim Herz Stiftung, Stefan Quandt, die Schaeffler-Holding GmbH & Co. KG und die Siemens Stiftung. Darüber hinaus brachten die Privatbank Hauck & Aufhäuser sowie der Bayerische Rundfunk ihre Unterstützung ein. Herr Prof. Dr. Manfred Prenzel von der TUM School of Education der TU München begleitete wissenschaftlich das Projekt.



Sechs Schulen aus Bayern entwickelten fächerübergreifende Unterrichtsmodule für die gymnasiale Mittelstufe zu zukunftsrelevanten Themen. Wir waren gemäß dem Motto der Deloitte-Stiftung „Perspektiven für morgen“ an der praktischen Umsetzung beteiligt. Schüler auf die Zukunft vorzubereiten – das war das Ziel dieses dreijährigen Projekts. Was kann man auf einer Mars-Mission essen? Was steckt in einem Atom? Wie speichern wir Energie effizient? – Fragen der Zukunft, die Schülerinnen und Schüler von heute beschäftigen. Sie lernen, verantwortungsbewusst an Aufgabenstellungen zu arbeiten und können dabei ihre Methodenkompetenz ausbauen. Lösungen werden disziplinenunabhängig entwickelt, der Gemeinschaftsgedanke kommt zum Tragen.

„Auf einmal war jeder von uns nicht mehr Einzelkämpfer in Fachschaften, wir waren ein Team, wir haben uns abgesprochen, Freiräume ausgelotet“, fasst ein Lehrer von HoriZONTec seine Erfahrungen zusammen. Einer seiner Schüler bestätigt diese positive Einschätzung: „Wir haben gemerkt: Die Themen sind alle miteinander verbunden, es gibt nicht nur separate Einheiten. Für mich hat das die ganze Sache viel verständlicher gemacht.“

Ich bin überzeugt, dass diese HoriZONTec-Impulse Innovationen in der deutschen Bildungslandschaft vorantreiben. Junge Menschen können sich nicht früh genug mit unserer Zukunft beschäftigen. Zusammenhänge zwischen Disziplinen zu erkennen und sich damit auseinanderzusetzen, befähigt junge Menschen zum verantwortungsvollen Denken und Handeln.

Im Namen aller Partner und Unterstützer bedanke ich mich herzlich für die erfolgreiche Zusammenarbeit.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Thomas Northoff'. The signature is stylized and fluid.

Thomas Northoff
Vorstand Deloitte-Stiftung



1.1 Ausgangsüberlegungen

Bildung ist der Schlüssel für die Persönlichkeitsentwicklung jedes Einzelnen, sie ist aber auch die entscheidende Voraussetzung für die zukünftige Entwicklung unseres Landes. Von daher richtet die Bildungspolitik ihr Augenmerk auf alle Einflussfaktoren, die die Bildungsqualität bestimmen.

(zu) vielen Schülerinnen und Schülern schwindet das Interesse und die Bereitschaft, sich weiterhin intensiv und begeistert mit den MINT-Fächern zu beschäftigen. Dabei sind die Jugendlichen in der Pubertät nicht grundsätzlich desinteressiert. Sie wollen sich aber mit ihren Themen beschäftigen, ihren Lernprozess aktiv gestalten und individuelle, kreative Ziele verfolgen. Es muss also darum



Eine besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang einem guten naturwissenschaftlich und technologisch orientierten Unterricht zu, denn bereits seit vielen Jahren verzeichnen wir einen Mangel an qualifiziertem MINT-Nachwuchs. Viel zu wenige junge Erwachsene entscheiden sich für einen Beruf im Bereich der Natur- und Ingenieurwissenschaften. Erfahrungen aus den Schulen zeigen, dass das Interesse am Experimentieren und am Verstehen der Natur bei den Kindern in der Grundschule sowie in der Unterstufe des Gymnasiums sehr hoch ist und dass sie begeistert an den entsprechenden Unterrichtsprojekten arbeiten. Vielfach erfolgt jedoch in der Mittelstufe des Gymnasiums ein Bruch: Bei

gehen, die Naturwissenschaften zu einem ihrer Themen zu machen.

Hier setzt der Schulversuch HoriZONTEc an, dessen Ziel es war, anhand von gesellschaftsrelevanten, motivierenden Zukunftsthemen den naturwissenschaftlichen Unterricht in der gymnasialen Mittelstufe zu stärken. Im Gegensatz zur vertrauten, historisch ausgerichteten Sicht auf Gegenwartsfragen lenkt das Modellprojekt den Blick auf die Herausforderungen der Zukunft und die Entwicklung unterschiedlichster Lösungsansätze. Mögliche Konsequenzen gegenwärtiger Entscheidungen und Handlungsweisen für die Zukunft werden von Anfang an mitgedacht. Durch

„Das Projekt HoriZONTec ermöglicht Jugendlichen, über den Rahmen des Schulalltags hinauszudenken und sich aktiv mit Herausforderungen der Zukunft und möglichen Lösungsansätzen auseinanderzusetzen. Wir glauben, dass sie damit bewusster Verantwortung für ihre eigene Zukunft übernehmen und ihr Potenzial besser entfalten können.“

(Markus Hipp, geschäftsführender Vorstand der BMW Stiftung Herbert Quandt)

BMW Stiftung
Herbert Quandt

die Reflexion und den bewussten Umgang mit Risiko, Entscheidungsfindung und Unsicherheit werden die Schülerinnen und Schüler in ihrer Eigenverantwortung und in ihrer Persönlichkeit gestärkt. Weiterhin zielt HoriZONTec auf eine positive Beeinflussung von Einstellungen bezüglich der Gestaltungsmöglichkeiten, die aktuelle zukunftsorientierte Handlungsfelder bieten.

Diese Herangehensweise birgt ein hohes Motivationspotenzial und bringt einen gewinnbringenden Blickwinkel mit sich, der im Unterricht bisher meist eine untergeordnete Rolle gespielt hat. Dies ist ein neuer Ansatz. Es findet gewissermaßen ein Paradigmenwechsel statt, der in logischer Konsequenz eine andere Herangehensweise an die Unterrichtsthemen zur Folge hat: Zukunftsfragen müssen interdisziplinär und vernetzt angegangen werden, um kreative Lösungsansätze zu finden und zu verfolgen. Die praxisnahe, handlungs- und produktorientierte Vorgehensweise fördert Selbst- und Problemlösekompetenzen bei den Schülerinnen und Schülern und schult vernetztes Denken, z. B. in naturwissenschaftlichen, ökonomischen und künstlerisch-kreativen Zusammenhängen. Damit einher geht auch die Befähigung zu selbstgesteuertem Lernen, da die Jugendlichen als Teil eines Teams und als Teilnehmer an einem

„Großprojekt“ Selbstwirksamkeit erleben und eine Erfolgsperspektive verfolgen. Insofern dienen die Unterrichtskonzepte auch als Propädeutikum für das P- bzw. W-Seminar der Oberstufe.

Mit dem soeben dargelegten Projektansatz hat die Stiftung Bildungspakt Bayern die Ideen ihrer Projektpartner aufgegriffen. Diese müssen sich täglich mit Zukunftsfragen befassen, wenn sie im globalen Wettbewerb erfolgreich sein beziehungsweise langfristig erfolgreiche Stiftungsprojekte realisieren wollen. Sie kennen die Themen und mögliche Lösungsansätze aus eigener Erfahrung und können ihr Expertenwissen für Schulen nutzbar machen. Auf ihre wertvolle Fachexpertise aus der Arbeitswelt durften die Modellschulen bei der Konzeptentwicklung gern zurückgreifen, zum Beispiel auf Impulse, wie unternehmerisches Denken von Anfang an wirksam mit der Arbeit an technischen Lösungen verbunden werden kann. Die Bereitschaft, sich bzw. ein Projekt ständig weiterzuentwickeln und Veränderungen zuzulassen, kann Schülern nahegebracht werden. Veränderung macht ja oft erst einmal Angst – wenn Schüler jedoch durch eigene Anwendung erfahren, welch effizientes Werkzeug fachliches

„HoriZONTec passt sehr gut in das Themenfeld der Deloitte-Stiftung, die sich der Förderung der Aus- und Weiterbildung junger Menschen widmet. Die Vision, fächerübergreifend „Zukunft“ inhaltlich und methodisch im Unterrichtsgeschehen zu verankern, macht HoriZONTec zu einem der innovativsten Projekte. Wir unterstützen HoriZONTec, weil wir aus unserer eigenen unternehmerischen Erfahrung wissen, wie entscheidend gute Bildung ist – für den Einzelnen ebenso wie für die Gesellschaft als Ganzes. Besser kann man Ressourcen nicht einsetzen!“
(Prof. Dr. Wolfgang Grewe, Vorstandsvorsitzender der Deloitte-Stiftung)

DeloitteStiftung

Wissen für die Entwicklung von Problemlösungen darstellt, begreifen sie Veränderung auch als Chance. Das macht Mut, sich mit Unsicherheiten und Risiken konstruktiv auseinanderzusetzen.

„Schule von heute muss auch in die Zukunft blicken. Ich finde es sehr wichtig, dass sich junge Menschen bereits im Unterricht mit Zukunftsthemen wie Mobilität oder Energie beschäftigen und dabei lernen, Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Themenbereichen zu erkennen. Die Initiative HoriZONtec weckt zudem das Interesse für Naturwissenschaft und Technik und bestärkt Schülerinnen und Schüler darin, den Herausforderungen und Chancen der Zukunft positiv und verantwortungsvoll zu begegnen. Das ist eine gute Sache, die ich gern persönlich unterstütze.“
(Stefan Quandt)

STEFAN QUANDT

1.2 Zielsetzung und Arbeitsschwerpunkte

Im Rahmen von „HoriZONtec“ wurden von den Modellschulen für die gymnasiale Mittelstufe projekt- und produktorientierte Ansätze für die Auseinandersetzung mit fächerübergreifenden zukunftsrelevanten Themen vorwiegend aus dem naturwissenschaftlich-technologischen Bereich entwickelt. Dabei steht HoriZONtec für „Handlungsorientiert unterrichten, Zukunftskompetenzen fördern, Organisationsformen entwickeln und Naturwissenschaften und Technik stärken“. Ziel war die Entwicklung didaktischer sowie organisatorischer Konzepte. Diese stehen nun als Good-Practice-Beispiele für eine Übernahme oder Adaption durch alle Gymnasien zur Verfügung.

Folgende Arbeitsschwerpunkte waren der Kern des Schulversuchs:

Fächerübergreifende Aufbereitung von naturwissenschaftlich-technologischen Themen der gymnasialen Mittelstufe

Die Schulen entwickelten und erprobten flexibel einsetzbare Unterrichtsmodule zu primär naturwissenschaftlich-technologischen Themen, die im Lehrplan verankert sind. Aufbauend auf einem fächerübergreifenden Ansatz, der über die naturwissenschaftlichen Fächer hinausgreift, sollten zukunftsrelevante Inhalte praxisnah und altersgerecht für die Schülerinnen und Schüler erfahrbar gemacht werden.

Kompetenzförderung der Schülerinnen und Schüler

Ziel ist es, bei den Schülerinnen und Schülern Selbst- und Problemlösekompetenzen zu fördern. Das Projekt leistet damit einen Beitrag zur Befähigung zum selbst gesteuerten Lernen. Anhand der Zukunftsthemen muss vernetztes Denken praktiziert werden. Durch die Reflexion und den bewussten Umgang mit Risiko, Entscheidungsfindung und Unsicherheit sollen die Schülerinnen und Schüler in ihrer Eigenverantwortung und in ihrer Persönlichkeit gestärkt werden.

Entwicklung und Erprobung neuer Organisationsformen sowie didaktisch-methodischer Konzepte

Von den Modellschulen wurden verschiedene flexibel einsetzbare Organisationsformen entwickelt und erprobt (Vielfältige Einbeziehung von Intensivierungs- und Profilstunden, Zusammenfassung von Stunden in Projektblöcken, Teamteaching etc.). Dadurch wird ein Arbeiten in längeren Zeiteinheiten und in fächerverbindenden Einheiten ermöglicht. Aufbauend auf den Prinzipien der Schüler- und Handlungsorientierung wurden sechs Konzepte erarbeitet, die eine Adaption und Übernahme durch jedes Gymnasium und jeden Ausbildungszweig zulassen.

1.3 Durchführung

1.3.1 Rahmenbedingungen

HoriZONtec wurde als Schulversuch der Stiftung Bildungspakt Bayern in den Schuljahren 2012/13 bis 2014/15 durchgeführt. Als Exklusivpartner beteiligten sich die BMW Stiftung Herbert Quandt, die Deloitte-Stiftung, die Joachim Herz Stiftung, Stefan Quandt, die Schaeffler Unternehmensgruppe und die Siemens Stiftung. Neben der Projektfinanzierung konnten sie die Arbeit auch durch wertvolle inhaltliche Impulse unterstützen. Als weitere Unterstützer konnten während der Projektlaufzeit die Privatbank Hauck & Aufhäuser sowie der Bayerische Rundfunk gewonnen werden, die den Modellversuch maßgeblich bei der medialen Aufbereitung und der Vorbereitung der Multiplikation begleiteten.

Der Projektfilm sowie zahlreiche weitere Filmbeiträge können auf der Projekthomepage unter www.horizontec.de angesehen und heruntergeladen werden. Sie sollen allen Lehrkräften einen unkomplizierten und schnellen Zugang zu den Konzepten bieten und Lust machen, sich mit ihnen auseinanderzusetzen, auch um dadurch Ideen für die eigene Unterrichtsentwicklung zu generieren. Für die wissenschaftliche Begleitung konnte Prof. Dr. Manfred Prenzel vom Susanne Klatten-Stif-

tungslehrstuhl für empirische Bildungsforschung der TUM School of Education gewonnen werden. Seine Forschungsgebiete sind u. a. Lehr-Lern-Forschung und Bildungsforschung sowie Bildungsmonitoring und internationale Schulleistungsvergleiche. Durch seine Erfahrungen als Projektmanager für PISA konnten die Erkenntnisse aus dem Schulversuch HoriZONtec gewinnbringend mit anderen Daten verglichen werden (vgl. Kap. 2).

1.3.2 Beteiligte Schulen

Die Ausschreibung des Schulversuchs stieß auf großes Interesse. 29 Gymnasien haben sich mit vielfältigen innovativen Konzepten beworben. Nach intensiven Beratungen wurden von einer Jury sechs Gymnasien mit ihren jeweiligen Schwerpunkten ausgewählt (vgl. Abb. 1.3-2). Im ersten Jahr des Schulversuchs wurden die Konzepte entwickelt und in Pilotklassen erprobt. Die folgenden Jahre erlaubten eine Vertiefung, Weiterentwicklung und breitere Erprobung der Konzepte. Mittlerweile sind diese an den Modellschulen weitgehend implementiert und dienen bereits als Ausgangspunkt für die Beschäftigung mit weiteren Zukunftsthemen und für neue organisatorische Varianten.



Abb. 1.3-1: Ausschnitt aus der Projekthomepage www.horizontec.de



Abbildung 1.3-2: Beteiligte Schulen

1.3.3 Ergebnisse

Der Schulversuch HoriZONTEc ging von anspruchsvollen Zielvorgaben aus. Wie die positiven Rückmeldungen aus den Modellschulen zeigen, wurde der neuartige Unterricht von einer breiten Mehrheit der Schülerinnen und Schüler sowie der Lehrkräfte als Gewinn gesehen. Alle gewonnenen Erkenntnisse stützen diese Einschätzung. Eine erweiterte Darstellung enthält Kapitel 2. Im Folgenden sollen einige zentrale Erfolge hervorgehoben werden:

- Die Konzepte wirken sich positiv auf die Motivation und die Leistungen der Schülerinnen und Schüler aus.
- Die fachlichen Leistungen waren in den HoriZONTEc-Klassen tendenziell besser, zumindest jedoch nicht schlechter als in den jeweiligen Parallelklassen. In alternativen Formen der Leistungserhebung (z. B. Portfolio) konnten neben der Fachkompetenz weitere überfachliche Kompetenzen besser gewürdigt werden.
- Alle Modellschulen verzeichnen in der Oberstufe ein gestiegenes Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern, speziell auch an entsprechenden P- und W-Seminaren.
- Die Beteiligung an Wettbewerben wie „Jugend forscht“ ist an den Modellschulen z. T. deutlich gestiegen. Beispielsweise wurde das Willstätter-Gymnasium Nürnberg am 24.11.2015 als „Bayerische Forscherschule des Jahres 2015“ ausgezeichnet.
- Die Konzepte finden bundesweit Beachtung. Mit HoriZONTEc als einem ihrer Bausteine wurden bereits vier der sechs HoriZONTEc-Gymnasien in das nationale Excellence-Netzwerk MINT-EC aufgenommen. Die Multiplikation der Konzepte in diesem Netzwerk findet großen Anklang.

- In der Kategorie „Lehrer: Unterricht innovativ“ wurde das siebenköpfige Team des Ludwig-Thoma-Gymnasiums Prien für das fächerübergreifende Projekt „Mission2Mars“ mit einem Hauptpreis des Deutschen Lehrpreises ausgezeichnet. Auch bei Science on Stage in London durfte das Team sein Konzept vorstellen.
- Mit dem Schwerpunkt „Lehren und Lernen“ erhielt das Gymnasium Kirchheim 2014 den i.s.i. (Innere Schulentwicklung Innovationspreis) in der Kategorie Gymnasien. HoriZONtec war einer der Aspekte, die zur Auszeichnung beigetragen haben.

„Eines der Kernanliegen der Siemens Stiftung im Bildungsbereich ist die Motivation junger Menschen zur Auseinandersetzung mit ihren Zukunftsfragen. Die von HoriZONtec aufgegriffenen Themen der Mobilität, Energieversorgung und Urbanisierung sind auch aus unserer Sicht von zentraler Bedeutung für die Fortentwicklung unserer Gesellschaft. Wir unterstützen den Ansatz von HoriZONtec, durch die Beschäftigung mit diesen Herausforderungen die Problemlösekompetenz von Schülerinnen und Schülern zu fördern und zu fordern.“

(Dr. Barbara Filtzinger, Strategie & Leitung Programme der Siemens Stiftung)

SIEMENS | Stiftung

1.4 Fazit und Empfehlungen

In den drei Jahren des Schulversuchs haben die Modellschulen Pionierarbeit geleistet und neben ansprechenden Konzepten auch zahlreiche Unterrichtsmaterialien und Umsetzungshinweise erarbeitet. Die Ideen sind – einerseits in dieser Publikation und andererseits auf der Projekthomepage (www.horizontec.de) – so aufbereitet, dass eine Implementation an jedem Gymnasium möglich ist. Da dabei ein Perspektivwechsel in der Unterrichtsplanung und ein entsprechender

Unterrichts- und Schulentwicklungsprozess angestoßen wird, sollen hier einige Empfehlungen zusammengestellt werden, damit die Umsetzung gelingt:

Rahmenbedingungen

Eine Implementation der Konzepte ist grundsätzlich möglich, auch ohne dass besondere Rahmenbedingungen geschaffen werden. Für eine vollumfängliche Umsetzung in der naturwissenschaftlich-technologischen Ausbildungsrichtung sind jedoch Profilstunden mit geteilten Klassen wünschenswert bzw. sogar notwendig. Darüber hinaus sollte die Möglichkeit für längere Arbeitsphasen geschaffen werden. Die Mindestanforderung ist hier zumindest eine naturwissenschaftliche Doppelstunde, in der Maximalvariante ist dies ein naturwissenschaftlicher Vormittag (siehe auch S. 118).

Projektkoordination und Kooperation

Neben persönlichem Engagement ist die enge Zusammenarbeit der Lehrkräfte eine wichtige Voraussetzung für das fächerübergreifende Arbeiten an Zukunftskonzepten. Als „Keimzelle“

„Das Projekt HoriZONtec fördert Eigenverantwortung, stärkt die Persönlichkeit der beteiligten Schülerinnen und Schüler und sensibilisiert sie für Zukunftsthemen. Die Jugendlichen erfahren, wie sie in unserer zunehmend vernetzten Welt komplexe Sachverhalte erfassen und beurteilen können. Sie lernen, nach kreativen und zukunftsfähigen Lösungen zu suchen. So können sie später verantwortungsvolle Entscheidungen treffen.“

(Petra Herz, Ehrenvorsitzende der Joachim Herz Stiftung)

**JOACHIM
HERZ
STIFTUNG**



„Die Schaeffler Gruppe unterstützt HoriZONTEc, weil das Projekt mit seinem inhaltlich und pädagogisch innovativen und vernetzten Ansatz Schülern die Möglichkeit gibt, Schlüsselfragen unserer Zeit in ihrer Komplexität zu erfassen und eigene Antworten zu entwickeln. Ich würde mich freuen, wenn dies bei den Teilnehmern das Bewusstsein für die gesellschaftspolitische Relevanz einer technisch-naturwissenschaftlichen Ausbildung stärkt und möglichst viele zu einem technisch-naturwissenschaftlichen Studium anregt.“

(Maria-Elisabeth Schaeffler, Gesellschafterin der Schaeffler Gruppe)



für die Umsetzung eines HoriZONTEc-Konzepts kann z. B. ein Lehrertandem aus Physik- und Chemielehrkraft einer Klasse dienen. Sind mehr Fachschaften und Lehrkräfte beteiligt, hat sich die Einführung einer Projektkoordination bewährt. Die Koordinatoren organisieren die Zusammenarbeit in den Teams und achten auf Qualitätssicherung, ganz besonders dann, wenn nicht alle Klassen einer Jahrgangsstufe auf die gleiche Art unterrichtet und geprüft werden. Sie unterstützen damit die Arbeit der Fachbetreuer. An manchen Modellschulen ist es gelungen, für die Lehrerteams eine gemeinsame Unterrichtsstunde pro Woche freizuhalten, damit Teambesprechungen jederzeit gut möglich sind.

Lehrplanbezug

Alle sechs HoriZONTEc-Konzepte sind so gestaltet, dass dadurch Lehrplanthemen umgesetzt, neu interpretiert und in einen motivierenden Kontext gestellt werden. Es handelt sich also nicht um Projekte, die zusätzlich angeboten werden und dadurch Zeit vom lehrplanmäßigen Unterricht abfordern. Daneben setzen sie bereits in besonderer Weise die Kompetenzanforderungen um, wie sie im neuen LehrplanPLUS formuliert sind.

Unterrichts- und Schulentwicklung

Um die Ziele von HoriZONTEc an der eigenen Schule zu erreichen, bietet es sich an, einen Schulentwicklungsprozess anzustoßen, der von den beteiligten Fachschaften gleichermaßen getragen und unterstützt wird. Über schulinterne Fortbildungsveranstaltungen und kollegiale Hospitation können die Konzepte ins Kollegium getragen werden, damit sich möglichst viele Lehrkräfte von den Vorteilen überzeugen können und möglichst viele Schüler die Chance bekommen, an Zukunftsfragen zu arbeiten und daran zu lernen.

Eine interne Evaluation kann klären, inwiefern die Leistungen in den Naturwissenschaften sowie die Begeisterung dafür gesteigert werden können.



Projektbasiertes Lernen im schulischen Kontext als Zukunftsperspektive

von Martin Gartmeier, Christoph Schindler und Manfred Prenzel

Erwartungen an die schulische Bildung in Deutschland

Nicht erst seit den aufrüttelnden Ergebnissen der im Jahr 2000 durchgeführten PISA-Untersuchung (Baumert u. a., 2001) werden hohe Erwartungen an die Qualität der schulischen Bildung in Deutschland formuliert. Eltern, Politiker sowie Vertreter/innen von Wirtschaft und Zivilgesellschaft sehen Schulen heute stärker als je zuvor in der Pflicht, junge Menschen zu qualifizieren, damit sie an der Gestaltung der Gesellschaft der Zukunft aktiv und produktiv, gestaltend und kritisch mitwirken können. Um derartigen Forderungen gerecht zu werden – und vor dem Hintergrund der Befunde aus internationalen Vergleichsstudien, gab es in der Vergangenheit bereits groß angelegte Projekte zur Unterrichtsentwicklung, wie etwa SINUS (Prenzel, Friedrich

& Stadler, 2009). Eine Besonderheit dieses Projekts war die Kooperation zwischen Schulen zur Entwicklung von Unterrichtskonzepten, die auf aktuelle Problemlagen im Bildungssystem Bezug nahmen. Der Modellversuch HoriZONtec, über den im Folgenden berichtet wird, weist einige Gemeinsamkeiten mit dem SINUS-Projekt auf: So lag ein Schwerpunkt bei der Entwicklung der Projekte auf deren Passung in den aktuellen Lehrplan für die bayerischen Gymnasien, um die Integration von Lehrplanstoff in die Projektphasen zu ermöglichen.



Ziele von HoriZONTec

Der Zielrahmen dieses Projekts wurde durch weit gesteckte und anspruchsvolle Anforderungen bestimmt (vgl. Aktionsrat Bildung, 2015), wie etwa der Förderung überfachlicher Kompetenzen (z. B. Umgang mit Unsicherheit, Perspektivenübernahme, selbst gesteuertes Lernen). Diese Zielsetzung erscheint umso relevanter, betrachtet man gesellschaftliche Herausforderungen, denen sich Deutschland in der nahen Zukunft stellen muss, wie etwa den demografischen Wandel oder den drohenden Mangel an gut ausgebildeten Fachkräften. Zur Bewältigung dieser Anforderungen ist es wichtig, möglichst vielen jungen Menschen qualitätsvolle schulische Bildung zuteilwerden zu lassen.

Dies sind nur einige wenige Schlaglichter, die den Bezug zwischen gesellschaftlichen Herausforderungen und der Notwendigkeit deutlich machen, Schulunterricht anregend, anspruchsvoll und zukunftsfähig zu gestalten. Dieser Zielsetzung war das Projekt HoriZONTec verpflichtet, dessen Ansatz und Ergebnisse der vorliegende Beitrag aus bildungswissenschaftlicher Perspektive betrachtet und reflektiert.

Dabei wählen wir die folgende Vorgehensweise: Zuerst gehen wir ausführlicher auf den Ansatz des Projekts HoriZONTec ein. Sodann beschreiben wir kurz unser Verständnis der Rolle als wissenschaftlicher Begleitung des Projekts. Schließlich werfen wir einige Schlaglichter auf Ergebnisse des Projekts HoriZONTec, die aus unserer Sicht besonders erfreulich und erwähnenswert sind. Im Ausblick des Beitrags reflektieren wir die Möglichkeit, diesen Ansatz im breiteren Maßstab zu übertragen.

2.1 Das Projekt HoriZONTec aus bildungswissenschaftlicher Perspektive

Inhaltliche und methodisch-didaktische Ausgestaltung

In dem vom Bildungspakt Bayern initiierten Modellversuch HoriZONTec wurden verschiedene Schwerpunkte gesetzt: Die teilnehmenden Gymnasien, die sich zuvor mit ihren Projektideen

beworben hatten und von einer Jury ausgewählt worden waren, griffen im Schulunterricht der Klassenstufen 8–10 (11) Themen auf, die heute und in der Zukunft brisante gesellschaftliche Herausforderungen thematisierten, wie z. B. den Umgang mit Wasser oder mit Lebensmitteln als (über)lebenswichtige Ressourcen. Dabei stand vor allem die Idee im Fokus, vielversprechende Konzepte für die Nutzung der naturwissenschaftlichen Vertiefungs- und Profilstunden zu entwickeln. Diese Konzepte sollten zugleich relativ große Spielräume für thematische Schwerpunktsetzungen und für vielfältige Unterrichtszugänge erlauben. So sollten Schülerinnen und Schüler angeregt werden, mögliche Konsequenzen aktueller Entwicklungen, Entscheidungen und Handlungsweisen in der Zukunft zu reflektieren und als Ausgangspunkt schulischen Lernens zu nutzen. Neben ihrer gesellschaftlichen Brisanz waren die Themen im Projekt HoriZONTec durch einen naturwissenschaftlich-technologischen Schwerpunkt sowie durch starke Bezüge zur alltäglichen Lebenswelt der teilnehmenden Schüler/innen konkret erfahrbar.

- So verfolgten alle teilnehmenden Schulen im Rahmen von HoriZONTec einen fächerübergreifenden Ansatz – d. h., die angelegten inhaltlichen Schwerpunkte wurden aus der Perspektive verschiedener Schulfächer heraus thematisiert. Dadurch sollte die Etablierung fächerübergreifender Arbeitsstrukturen in den Schulen gefördert und die Zusammenarbeit in den Kollegien gestärkt werden.
- Um fächerübergreifendes Arbeiten zu unterstützen, wurden im Rahmen des Projekts auch entsprechende schulorganisatorische Rahmenbedingungen geschaffen; so wurden die Stundenpläne der teilnehmenden Gymnasien so gestaltet, dass fachübergreifender Unterricht in größeren Zeiteinheiten stattfinden konnte.

- Ein weiteres Merkmal des Projekts war die Verstärkung der Handlungsorientierung in den entsprechenden Unterrichtseinheiten sowie die projekt- und produktorientierte Gestaltung des Unterrichts.
- Darüber hinaus zielte das Projekt HoriZONTEc auf die Entwicklung von Unterrichtskonzepten, die von den teilnehmenden auf andere Schulen übertragbar sein sollten. Um möglichst günstige Voraussetzungen für eine Verbreitung und Verwertung der Projekte auch an anderen Schulen zu schaffen, lag deshalb besonderes Augenmerk auf der nachvollziehbaren, aber doch differenzierten Dokumentation der Projekte.

Vergleich mit Hattie-Studie

Reflektiert man diese Konzeption vor dem Hintergrund aktueller theoretischer und empirischer Befunde aus dem Bereich der Bildungsforschung, so zeigt sich, dass im Rahmen des Projekts HoriZONTEc ein äußerst vielversprechender Ansatz gewählt wurde: Verschiedene, im Modellversuch

umgesetzte didaktische Prinzipien weisen der aktuellen, viel beachteten Metastudie von Hattie (Hattie, 2008) zufolge große bis sehr große Wirksamkeit auf: Große Effektstärken wurden dort etwa für den Faktor herausfordernde Ziele ($d = 0,56$) nachgewiesen. Noch größere Werte zeigten sich für die Faktoren problemlösender Unterricht ($d = 0,61$) und reziprokes Lernen ($d = 0,74$). Die Bedeutsamkeit dieser Faktoren wird plausibel, wenn man sich vor Augen führt, dass der Effekt der innerhalb eines Schuljahres stattfindenden Instruktion in der Größenordnung von $d = .40$ bis $d = .50$ liegt.

So betrachtet setzt der Modellversuch HoriZONTEc auf instruktionale Maßnahmen, die allesamt die Wirksamkeit schulischen Unterrichts positiv beeinflussen: Viele der darin entwickelten Unterrichtseinheiten haben problemlösenden Charakter, etwa wenn Fragen zur Stadtentwicklung – wie etwa städtischer Wohnraum, Ökologie und Mobilität – mit einem klaren Fokus auf die Realisierbarkeit der entwickelten Ideen behan-



Handlungsorientierung: Schülergruppen am Gymnasium Kirchheim bearbeiten ein Problem auf unterschiedliche Art und Weise.



Teamarbeit: Johannes Almer (Ph) und Thomas Gerl (B) bei der Arbeit mit einem Schülerteam (LTG Prien)

delt und diskutiert werden. Außerdem stellten die in diesem Rahmen entwickelten Projekte die Schüler durchaus vor herausfordernde Ziele, u. a. weil ihnen in den meisten Projekten große Spielräume zu eigenverantwortlicher Gestaltung zur Verfügung standen. Hier kommt auch der positive Effekt reziproken Lernens zum Tragen, bei dem Schüler/innen explorative kognitive Strategien anwenden, wie etwa Zusammenfassen, Fragestellungen formulieren, Vorhersagen treffen oder wechselseitig Lehr-Lern-Funktionen übernehmen. Indem die Schüler/innen eine aktivere Rolle übernehmen, ihre Vorgehensweisen weitgehend selbst bestimmen sowie ihre Strategien und Ergebnisse präsentieren, findet ein produktiver Rollenwechsel zwischen Lehrpersonen und Schülern statt. Dies kommt auch in der Tatsache zum Ausdruck, dass viele Schüler/innen die Ergebnisse ihrer Arbeiten im Rahmen des Projekts auch im Rahmen öffentlicher Veranstaltungen präsentierten.

Fächerübergreifender Ansatz und Teamarbeit

Aus Perspektive der Bildungsforschung sind zwei weitere Gestaltungsmerkmale des Projekts HORIZONTec besonders hervorzuheben – nämlich der fächerübergreifende Charakter sowie die Arbeit in Teams. Durch die Orientierung an fachübergreifenden, gesellschaftlich relevanten Fragestellungen werden Schüler/innen angeregt, Themen nicht aus engen, fachlich geprägten Perspektiven, sondern von ihrer lebensweltlichen Bedeutsamkeit her zu betrachten. Zudem wird dadurch vernetztes und problemorientiertes Denken gefördert. Bei fächerübergreifenden Projekten bietet sich zudem die Chance, die Bedeutung wie die Grenzen disziplinärer Herangehensweisen herauszuarbeiten. Dadurch entwickeln die Schülerinnen und Schüler ein Verständnis für Disziplinen oder Fächer, der aber auch für Überlegungen hinsichtlich zukünftiger Studien- und Berufsperspektiven hilfreich ist. Ebenso zu betonen ist die kooperative Anlage der Projekte, die teilweise in Teams aus Schüler/innen bearbeitet wurden. Dies trug zu einer Stärkung von Teamgeist und

Persönlichkeitsentwicklung bei und stellte zudem eine schlüssige Vorbereitung auf die P- und W-Seminare der gymnasialen Oberstufe dar.

Zudem fand umfangreiche Teamarbeit auch auf der Ebene der Lehrpersonen statt, was durch die Bündelung von Fachunterrichts- und Profilstunden mehrerer Fächer ermöglicht wurde. So wurden auch auf der Ebene der Lehrpersonen größere Freiräume geschaffen, um Unterricht schülerzentriert und produktorientiert zu gestalten und in hohem Maße selbsttätiges Lernen zu ermöglichen.

Bevor wir genauer auf die Ergebnisse des Modellversuchs eingehen, reflektieren wir im folgenden Abschnitt unsere Rolle als wissenschaftliche Begleitung des Modellversuchs.

2.2 Rolle der wissenschaftlichen Begleitung

Unsere Aufgaben als wissenschaftliche Begleitung des Projekts HoriZONTEc waren von vier Arbeitsschwerpunkten geprägt, die sich mit den Stichworten Konzeption, Beratung, Dokumentation und Evaluation beschreiben lassen.

Projektkonzeption

Im Hinblick auf die Konzeption des Projekts waren wir maßgeblich an der Ausarbeitung der genauen Formulierung der Projektziele sowie an der Entwicklung der gemeinsamen Rahmenbedingungen beteiligt, auf die sich alle am Projekt teilnehmenden Gymnasien verpflichteten. Dabei waren in der konzeptionellen Phase des Projekts die Kolleginnen Dr. Jutta Möhringer, Dr. Johanna Ray und Dr. Katharina Müller beteiligt.

Beratung

Im Bereich der Beratung sahen wir unsere Hauptaufgabe darin, Entscheidungen im Projekt durch wissenschaftlich fundierte Impulse und Reflexionsanstöße mitzugestalten. In dieser Hinsicht brachten wir bildungswissenschaftlichen Input zu verschiedenen Themen ins Projekt ein, so etwa zur Frage, wie sich im Kontext von Gruppen- oder Projektarbeiten erbrachte Leistungen

von Schüler/innen sinnvoll bewerten lassen. Weiterhin entwickelten wir Verfahren zur internen, formativen Evaluation der Projektarbeit und stellten wissenschaftlich anerkannte und etablierte Messinstrumente zur Verfügung, z. B. zu motivationalen Zuständen und zu Unterrichtswahrnehmungen. Nicht zuletzt stellten wir Kontakte zu Kolleg/innen aus den Fachdidaktiken her, die die Projektentwicklung etappenweise auch inhaltlich begleiteten, z. B. zu Fragen der Nachhaltigkeit.

Dokumentation

Hinsichtlich der Dokumentation der im Projekt entwickelten Unterrichtskonzepte und -materialien lag unser Arbeitsschwerpunkt zunächst auf der Entwicklung von Vorgaben für die Vertreter/innen der beteiligten Schulen. Unser erstes Ziel dabei war es, die an den Schulen jeweils involvierten Lehrpersonen anzuregen, ihre (teils impliziten) Überlegungen bei der Gestaltung der Projekte zu explizieren. So sollten die Projekte für die einzelnen Schulen bzw. für die dort aktuell (und zukünftig) tätigen Kollegien verfügbar gemacht werden. Außerdem war die Dokumentation als eine Maßnahme zur strukturierten Selbstreflexion über die Projekte gedacht. Als zweite Zielsetzung sollten dadurch möglichst günstige Voraussetzungen für die Übertragbarkeit der Projekte auf andere Schulen geschaffen werden. Zusammen mit der Projektleitung und mit den Vertreter/innen der beteiligten Schulen erarbeiteten wir deshalb einen an Leitfragen orientierten Dokumentationsbogen, der eine standardisierte, dennoch aber differenzierte Darstellung der verschiedenen Projekte erlaubte. Dieses Dokumentationsformat wurde über die Laufzeit des Projekts hinweg kontinuierlich weiterentwickelt, um möglichst präzise und informativ, gleichzeitig aber auch für Außenstehende gut lesbar zu sein. Weiterhin dienten die Dokumentationsbögen als Grundlage für die Evaluation der Projektergebnisse (siehe nächster Abschnitt).

Evaluation

Unser dritter Arbeitsschwerpunkt lag im Bereich der Evaluation der Ergebnisse des Projekts HoriZONTEc. Da diese aufgrund der thematischen Offenheit und institutionellen Vielfalt des Projekts nicht in einem klassischen Evaluationsdesign erledigt werden konnte, musste zunächst eine angemessene Form der Evaluation gefunden werden. Auch hierfür dienten die im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Projektdokumentationen als Grundlage, die zwischen den Schulen ausgetauscht und im Sinne einer Peer-Beurteilung bewertet wurden. Zudem dienten die Dokumentationen als Grundlage für eine

2.3 Darstellung der Ergebnisse des Modellversuchsprojekts

Im Folgenden werfen wir Schlaglichter auf die Produkte und Ergebnisse, die im Kontext des Projekts erarbeitet wurden. Dabei gehen wir von Oberflächenmerkmalen der Projekte hin zu einer Darstellung von tiefgreifenderen, pädagogisch-didaktischen Aspekten.

Zukunftsthemen mit Relevanz

Die Zusammenschau der im Rahmen von HoriZONTEc durchgeführten Projekte zeigt ein beachtliches Spektrum relevanter thematischer Schwerpunkte auf:



Zukunftsthemen mit Relevanz

formative Rückmeldung vonseiten der wissenschaftlichen Begleitung mit dem Ziel der Einhaltung gemeinsamer Standards. In summativer Hinsicht ist unsere Auswertung der Projektdokumentationen primär auf die Sammlung und kriteriengeleitete Beschreibung der im Projekt erzielten Ergebnisse gerichtet. Die Ergebnisse unserer diesbezüglichen Arbeit werden im nächsten Abschnitt dargestellt.

Dabei wird deutlich, wie hier alltagsnahe Konzepte als Ausgangspunkte verwendet und auf die verschiedenen, im Modellversuchsprojekt relevanten Kriterien hin kontextualisiert wurden: So stehen alle Unterrichtsprojekte im Zusammenhang mit aktuell und zukünftig brisanten gesellschaftlichen Herausforderungen. Außerdem erlauben alle Projekte aufgrund ihres übergeordneten Charakters multidisziplinäre Zugänge. Zwar liegt der Schwerpunkt durchwegs auf den MINT-Fächern. Wie aber noch deutlich werden wird, wurden diese in vielen Fällen mit

sprachlichen, künstlerischen oder gesellschaftswissenschaftlichen Zugängen erschlossen und kombiniert. Schließlich erlauben alle Projekte unmittelbare Anknüpfungspunkte an die Alltags- und Lebenswelten der Schüler/innen – zukunftsorientiert! Und alle sind von der Problemstellung weitgehend „offen“ gehalten, d. h., sie können zusammen mit den Schülerinnen und Schülern interessengeleitet zugeschnitten werden, und alle Themen sind mit relativ komplexen Fragestellungen verbunden, die weit über Fragestellungen hinausreichen, die im üblichen naturwissenschaftlichen Unterricht verfolgt werden.

Fächerübergreifender Unterricht: Beteiligte Fächer je Thema

Wie bereits erwähnt war es eine Zielsetzung des Projektes, aktuelle und relevante Themenstellungen aus fächerübergreifender Perspektive in den Blick zu nehmen. Aus der folgenden Tabelle wird ersichtlich, welche Fächer in den verschiedenen Schulen am Projekt beteiligt waren:

So lässt sich festhalten, dass an allen Schulen wenigstens zwei, im Durchschnitt aber fünf Fächer in die Projektarbeit einbezogen wurden. Vier Schulen hatten sogar sechs Fächer in die Projekte integriert. Gemäß dem vorgegebenen Fokus auf MINT-Fächer standen insgesamt die naturwis-

senschaftlichen Fächer im Vordergrund, an allen Gymnasien waren Chemie und Physik als Fächer beteiligt. Besonders erfreulich ist die Tatsache, dass neben den naturwissenschaftlichen Fächern an einigen Schulen auch Fächer wie Kunst, Geografie, Informatik, Deutsch, Englisch, Französisch, Wirtschaft und Religion bzw. Ethik einbezogen wurden.

Zeitlicher Umfang der Projektarbeiten

Das Potenzial der im Projekt HoriZONTEc erarbeiteten Unterrichtseinheiten lässt sich bereits abschätzen, wenn man einen Blick auf die folgende Aufstellung der Unterrichtsstunden wirft, die von den teilnehmenden Schulen in die Projektarbeit einbezogen wurden (Doppelstunden werden als zwei Stunden gezählt):

- Energetische 8samkeit (Gymnasium Kirchheim): ca. 55 Unterrichtsstunden
- Nach uns die Sintflut. Interdisziplinäre Untersuchungen zum Thema Wasser (Otto-Hahn-Gymnasium Marktredwitz): 80 Unterrichtsstunden + Exkursionstage

Tabelle 1: Überblick über die an HoriZONTEc beteiligten Fächer

	BIO	CHE	PHY	GEO	D	KU	ENG/ FRZ	REL/ ETH	WR	INFO/ ROBOTIK
Asam-Gym.	X	X	X	X	X	X				
Gym. Kirchheim		X	X							
Rupprecht-Gym.	X	X	X			X			X	X
Ludwig-Thoma-Gym.	X	X	X			X	X	X		
Willstätter-Gym.	X	X	X	X						
Otto-Hahn-Gym.	X	X	X	X		X	X		X	X

- Die Stadt – Lebensraum der Zukunft (Asam-Gymnasium München): 109 Unterrichtsstunden + Exkursionstage
- SINNsorik – Wahrnehmen durch Sensoren (Rupprecht-Gymnasium München): 65 Unterrichtsstunden + Exkursionstage
- NutriVISION – Die Zukunft der Lebensmittel (Willstätter-Gymnasium Nürnberg): ca. 80 Unterrichtsstunden + Exkursionstage.
- Mission2Mars (Ludwig-Thoma-Gymnasium Prien): ca. 81 Unterrichtsstunden + Projektwoche und Sonderveranstaltungen (ca. 2 Schultage)

Diese Angaben weisen darauf hin, dass die beteiligten Schulen bzw. die jeweiligen Lehrkräfte im Rahmen ihrer HoriZONTec-Projekte mitunter sehr tiefgreifende Veränderungen an ihrem Unterricht vornahmen. So stellten die im Kontext von HoriZONTec entwickelten Projekte keine punktuellen Interventionen mit Eventcharakter dar, sondern ermöglichten eine langfristige und intensive Umstellung schulischer Arbeitsweisen und Lernformen. Aufgrund des modularen Cha-

rakters der entwickelten Unterrichtseinheiten konnten die Konzepte in unterschiedlichen Klassen und Ausbildungsrichtungen unterschiedlich breit umgesetzt werden, angepasst an die jeweils aktuelle Situation.

Fokus Handlungsorientierung: Innovative Unterrichtsformen

Betrachtet man die Dokumentationen, dann lässt sich belegen, dass im Rahmen von HoriZONTec vielfältige innovative, schülerzentrierte Sozialformen innerhalb des regulären Unterrichts zum Einsatz kamen, so etwa Partner- und Gruppenarbeitsphasen, Schülerexperimente, Rollenspiele in Form von Podiumsdiskussionen oder auch Gruppenpuzzles. Einige Schulen entwickelten hier eigene Konzepte, die unterschiedliche Einzelformen zu einem orchestrierten, aus mehreren Formen bestehenden Gesamtkonzept zusammenfügten. Ein Beispiel dafür ist etwa die SOFA-Methode (Stationenbasiertes offenes fächerverschränktes Arbeiten), die im Willstätter-Gymnasium Nürnberg entworfen und eingeführt wurde.



Szenisches Lernen: Atombau in der Pausenhalle des Gymnasiums Kirchheim

Außerschulische Lernorte

Außerdem wurden in die Projekte systematisch auch außerschulische Lernorte mit einbezogen. So führten die Schüler/innen des Asam-Gymnasiums in München etwa Freilanduntersuchungen an der Isar durch, und zwar vor und nach dem Zulauf einer Kläranlage, um die Wasserqualität zu messen und zu vergleichen. In diesem wie auch in allen anderen Projekten des Modellversuchs ist bemerkenswert, dass die Exkursionen durchwegs als wichtige didaktische Bausteine in die Projektkonzepte der verschiedenen Gymnasien integriert waren. So bildeten sie den Kern handlungsorientierter Unterrichtsbausteine.

onen als Maßnahmen anzusehen, die zwar außerhalb des regulären Unterrichts an der Schule stattfinden, die jedoch die Art und Weise beeinflussen, in der sich die Schülerinnen und Schüler im Unterricht mit den Lerninhalten auseinandersetzen. Hierfür sind verschiedene Gründe zu nennen: Eine wichtige Voraussetzung motivierten Lernens ist die Wahrnehmung eines Lernstoffes als inhaltlich relevant (Prenzel, Kramer, & Drechsel, 2001). Ein solches Relevanzempfinden kann durch die beschriebenen Maßnahmen gefördert werden: Durch die Präsentation der Ergebnisse arbeiten die Schüler gezielt auf eine konkrete und für sie relevante Zielsetzung hin. Außerdem



An der Isar: Freilanduntersuchungen zur Wasserqualität (Asam-Gymnasium München)

Präsentationen

Eine weitere didaktische Maßnahme, die im Rahmen von HoriZONtec umfassend zum Einsatz kam, war die öffentliche Präsentation der Projektergebnisse, z. B. im Rahmen einer öffentlichen Konferenz, zu der auch die Eltern der Schülerinnen und Schüler eingeladen waren. Wie auch die Exkursionen sind diese öffentlichen Präsentati-

erhalten sie Wertschätzung und positive Rückmeldung für ihre Arbeit.

Durch didaktisch sinnvolle Exkursionen entwickeln die Schüler/innen auch ein stärkeres Empfinden für die Relevanz ihrer Arbeit über den schulischen Kontext hinaus. Die Schüler/innen erfahren dadurch, dass sie nicht lernen, um gute



An der Isar: Freilanduntersuchungen zur Wasserqualität (Asam-Gymnasium München)

Noten zu bekommen, sondern, um sich jetzt und in der Zukunft sinnvollen und relevanten Aufgabenstellungen zuzuwenden.

So wurden den Schüler/innen durch den im Rahmen von HoriZONTEc entwickelten Unterricht Räume eröffnet, in denen sie sich über einen längeren Zeitraum hinweg mit relevanten Themenstellungen beschäftigen konnten. Dabei konnten sich die Jugendlichen ausprobieren, indem sie kritische Fragen stellen und selbstständig nach Antworten suchen. Ein wichtiger Aspekt dabei war, dass dabei auch falsche Annahmen oder Schlussfolgerungen vorkommen konnten – ohne dass die Schülerinnen und Schüler dabei Angst vor negativen Konsequenzen haben mussten.

Einsatz innovativer Prüfungsformen

In Bildungsinstitutionen – wie etwa in Schulen oder in Universitäten – gibt es in vielen Bereichen gut etablierte Standards bzgl. der Gestaltung von Prüfungen, denen häufig eher pragmatische als pädagogische Erwägungen zugrunde liegen.

Nur selten wird dabei die Tatsache reflektiert, dass die Gestaltung von Prüfungen die Art der Lehr- und Lernprozesse, die zu ihrer Bewältigung führen sollen, maßgeblich beeinflusst. Wird etwa in einem schulischen Test lediglich die Reproduktion von Faktenwissen verlangt, so werden Schülerinnen und Schüler auch nicht darüber hinausgehen, relevante Inhalte möglichst 1 : 1 zu memorieren. Werden in einer Prüfung aber komplexere Aufgaben gestellt, die ein tieferes Verständnis des relevanten Stoffes voraussetzen – also Anwendungs- oder Transferaufgaben –, wird dies Lernende eher motivieren, sich intensiver mit einem Stoffgebiet auseinanderzusetzen (Schindler, 2015).

In den Unterrichtsmodulen, die im Projekt HoriZONTEc umgesetzt wurden, wurden verschiedene didaktische Schwerpunkte gesetzt, die auch im Bereich der Prüfungen ein Umdenken nahelegten: So hatten viele Unterrichtseinheiten problemlösenden Charakter. D. h., sie beinhalteten die Anforderung, konkrete Vorschläge für



Präsentation der Projektergebnisse: Schülerkongress am Willstätter-Gymnasium Nürnberg

die Lösung derzeit und zukünftig drängender Probleme zu erarbeiten, wobei auch Fragen der Realisierbarkeit von Lösungsansätzen eine Rolle spielten. So war es nur konsequent, dass im Projekt auch innovative Prüfungskonzepte zum Einsatz kamen.

In den teilnehmenden Gymnasien wurden reguläre Leistungserhebungen (Schulaufgaben, Stegreifaufgaben) durch alternative Formate ersetzt. So kamen etwa Portfoliomappen zum Einsatz, in denen die Schülerinnen und Schüler die Ergebnisse ihrer Auseinandersetzung mit einem Thema über einen längeren Zeitraum hinweg dokumentierten – z. B. in Form von Versuchsprotokollen – und diese in einer Mappe sammelten. Weiterhin wurden verschiedene Formen von Präsentationen genutzt, um die von den Schülerinnen und Schülern erbrachten Leistungen zu bewerten – z. B. selbst erstellte Poster oder auch

Kurzvorträge, in denen die Schülerinnen und Schüler ihre Geschäftsideen vorstellten.

Zusammenfassung und Ausblick

Laut des informellen Berichts eines Lehrers aus einem der HoriZONtec-Gymnasien war eine gängige Schülerbemerkung bei der Aufforderung zur ersten selbstständigen Forschungsarbeit: „Man kann doch heute gar nichts Neues mehr herausfinden. Es ist doch schon alles erforscht.“ Angesichts aktueller und zukünftiger gesellschaftlicher Herausforderungen erscheint diese Äußerung gerade aus dem Mund eines Gymnasiasten äußerst bedenklich. Deshalb ist die Zielsetzung des Modellversuchsprojekts HoriZONtec, eine intensivere Auseinandersetzung der Schüler/innen mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu fördern, hochgradig relevant. So erfahren Jugendlichen die Naturwissenschaften nicht als starre Gebilde aus festen Regeln und Ge-

setzen, in denen bereits alle Fragen geklärt sind, sondern als lebendige Wissenschaften, die zum Mitwirken einladen.

Wir stellen daher fest, dass nicht nur innerhalb des Projekts Zukunftsthemen fokussiert wurden, sondern dass die Anlage und Konzeption des Projekts selbst als zukunftsfähiges Modell anzusehen ist, weil sie verschiedenen Herausforderungen begegnet: Fächergrenzen wurden zugunsten einer Auseinandersetzung mit relevanten, alltagsnahen Problemstellungen aufgehoben. Dies motiviert Schüler/innen, indem ihnen klar wird, dass sie für ihr späteres Leben und nicht (nur) für die Schule lernen.

Gedanken zur Umsetzbarkeit

Eine weitere Perspektive ist die Betrachtung des Modellversuchs als eine Machbarkeitsstudie: Zwar erhielten die teilnehmenden Lehrpersonen

für die Entwicklungsarbeit eine Reduktion ihrer Lehrverpflichtung. Viele Lehrpersonen hatten die Projekte jedoch schon vor dem Start des Projekts in Eigenregie begonnen und hatten sich mit gut durchdachten Konzepten beworben, die im Kontext des Projekts nun deutlich erweitert und differenziert werden konnten. So bot der Modellversuch günstige Rahmenbedingungen für die initiale Entwicklung von Projekten.

Gleichzeitig wurden auch Möglichkeiten für die Weiterverbreitung der Projekte geschaffen: Alle Materialien liegen nun vor und sind online abrufbar. Da die Adaption der Materialien eine geringere zeitliche Hürde darstellt als deren initiale Entwicklung, ist zu hoffen, dass möglichst viele Schulen und Lehrpersonen die hier modellhaft entwickelten Ansätze nutzen und weiterentwickeln.

Literatur

Aktionsrat Bildung (Ed.). (2015). *Bildung. Mehr als Fachlichkeit.* Münster: Waxmann.

Baumert, J. (2001). PISA 2000: *Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich.* Opladen: Leske + Budrich.

Hattie, J. (2008). *Visible learning: A synthesis of meta-analyses relating to achievement.* London: Routledge.

Prenzel, M., Friedrich, A., & Stadler, M. (Eds.). (2009). *Sinus-Transfer. Von SINUS lernen – wie Unterrichtsentwicklung gelingt.* Seelze-Velber: Klett/Kallmeyer.

Prenzel, M., Kramer, K., & Drechsel, B. (2001). Selbstbestimmt motiviertes und interessiertes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung. In K. Beck & V. Krumm (Eds.), *Lehren und Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung* (S. 37–61). Opladen: Leske + Budrich.

Schindler, C. (2015). *Herausforderung Prüfen: Eine fallbasierte Untersuchung der Prüfungspraxis von Hochschullehrenden im Rahmen eines Qualitätsentwicklungsprogramms.* Dissertation, Technische Universität München, München.



Ludwig-Thoma-Gymnasium Prien
Jahrgangsstufe 8 NTG
adaptiert auch HuG, MuG, SG, WSG

„Mein Ehrgeiz ist es nicht, weiter als all die anderen Menschen vor mir zu gehen. Mein Ehrgeiz ist es, so weit zu gehen, wie ich glaube, dass es Menschen prinzipiell möglich ist.“

James Cook (1728–1779), einer der größten Seefahrer und Entdecker aller Zeiten

3.1.1 Überblick

Entdeckerlust und Forschertrieb, Hightech und wissenschaftliche Herausforderung bilden bei Mission2Mars den Rahmen für ein an den Fachlehrplänen orientiertes, interdisziplinäres Projekt der Fächer Biologie, Chemie und Physik.

Grundidee ist die von der NASA geplante Reise eines bemannten Raumschiffes zum Mars bis zum Jahr 2035. Neben den zu erwartenden wissenschaftlichen und methodischen Erkenntnissen stehen auch notwendige Hightech-Innovationen der Raumfahrttechnik im Fokus des Interesses. Der Gedanke eines Aufbruchs ins Weltall weckt den dem Menschen innewohnenden Pioniergeist und motiviert gleichermaßen Schüler und Lehrkräfte, sich an dem Projekt aktiv zu beteiligen.





Abb. 3.1-1: Themen und Unterrichtsmodule

Abbildung 3.1-1 zeigt die Themenkomplexe und Unterrichtsmodule, die den Kern des Projekts ausmachen und anhand derer die vorgegebenen Lehrplanthemen umgesetzt werden. Inwiefern der Lehrplan bei den einzelnen Einheiten umgesetzt wird, erläutert Kapitel 3.1.3.

Organisatorische Besonderheiten:

Die für die Jahrgangsstufe 8 vorgesehenen Profilstunden des NTG werden als Doppelstunden in den Stundenplan integriert. Dies ermöglicht zum einen, auch größere Forschungsvorhaben mit einer Gruppe anzugehen. Zum anderen können die beteiligten Physik- und Chemielehrer fächerübergreifende Themen in der Doppelstunde im Rahmen einer Teamteaching-Stunde im gesamten Klassenverband erarbeiten.

Grundstruktur des Projekts:

Kick-off / Take-off	Auftaktveranstaltung zur Vorstellung des Themas am Schuljahresbeginn
Projektarbeit	Verteilung lehrplankonformer Module und Unterrichtseinheiten über das Schuljahr hinweg (vgl. Abb. 3.1-2)
Vertiefung	Gemeinsame Veranstaltungen (Weihnachtsvorlesung, Projektwoche) als Ergänzung zur Thematik; Einbeziehung weiterer Fächer (Englisch, Religion/Ethik, Kunst); (siehe auch Good Practice-Beispiel S. 120)
Lessons Learned	Abschlussveranstaltung mit Präsentation der Projektergebnisse und Ausblick

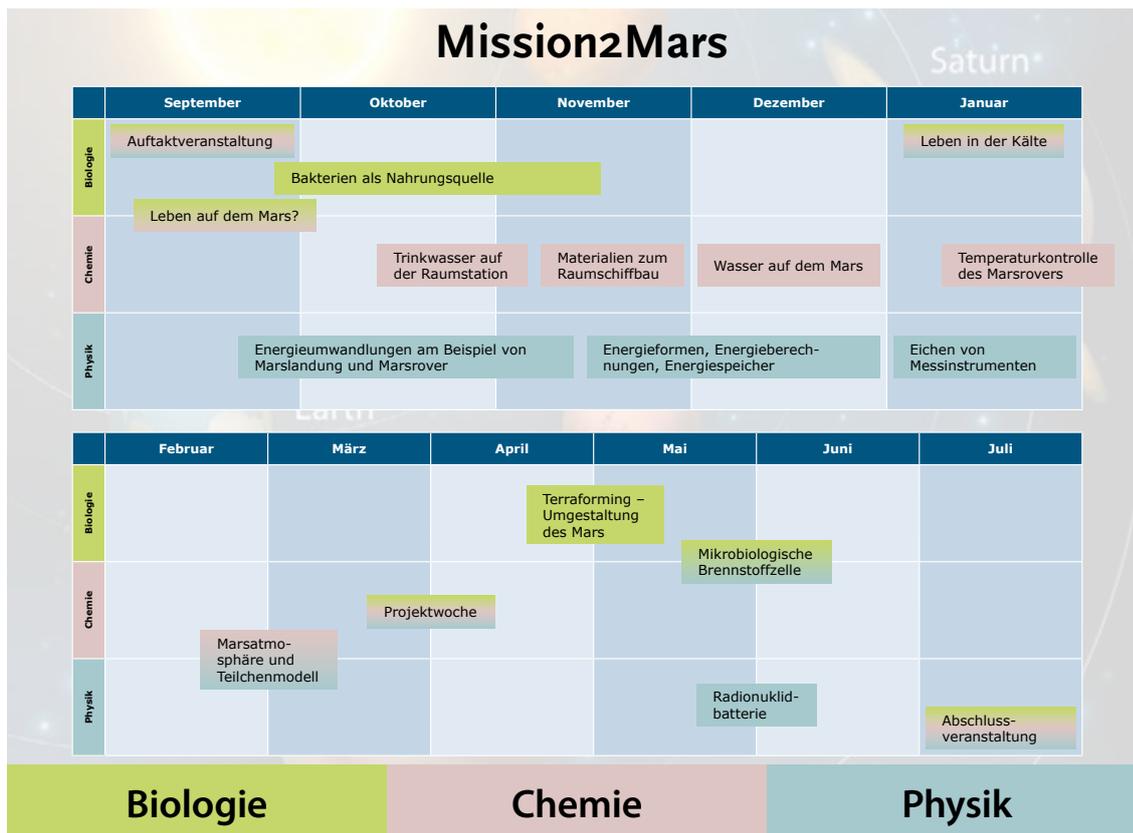


Abb. 3.1-2: Vorschlag zur Verteilung der Mission2Mars-Module über das Schuljahr

3.1.2 Erläuterungen zur Projektkonzeption

Anhand der sich aus dem Rahmenthema ergebenden naturwissenschaftlichen und gesellschaftswissenschaftlichen Fragestellungen sollen Schülerinnen und Schüler die Bedeutung der MINT-Fächer für zukünftige Projekte der Menschheit kennenlernen. Oberste Prämisse ist es dabei, Schülerinnen und Schüler für Naturwissenschaften und Technik zu interessieren oder gar zu begeistern.

Der Kern des Projekts lässt sich in folgenden fünf Punkten beschreiben:

- A) Ausrichtung des Unterrichts auf das Jahresmotto „Mission2Mars“
- B) Schwerpunktmäßige Festlegung auf einige konkrete projektbezogene Unterrichtsziele
- C) Neuausrichtung der Leistungserhebung durch produktiven Umgang mit Fehlern

- D) Verstärkte Handlungsorientierung im Rahmen der üblichen organisatorischen Möglichkeiten („High-Tech-Experimente zu Low-Cost-Preisen“)
- E) Gewährleistung einer möglichst niederschweligen Umsetzbarkeit

Im Folgenden sollen diese Überlegungen näher erläutert werden:

A) Das Jahresmotto „Mission2Mars“

Eine Möglichkeit, Schüler für einen Lerninhalt zu begeistern, ist die Einbindung des „Stoffes“ in einen schülernahen Kontext. Im vorliegenden Ansatz wird allerdings nicht nur die einzelne Unterrichtseinheit kontextualisiert, sondern mehrere Fächer werden ein ganzes Schuljahr an einem Jahresmotto ausgerichtet. Das heißt, möglichst viele Inhalte des gültigen Lehrplans der Jahrgangsstufe 8 (NTG) werden in den MINT-Fächern so unterrichtet, dass sowohl Basiskonzepte als

auch fachspezifische Inhalte unter dem Leitmotiv einer bemannten Reise zum Roten Planeten stehen. Dadurch erleben die Lernenden, wie ihnen ihr neu erworbenes Wissen und Können konkret hilft, zunächst unzugänglich scheinende Probleme nach und nach zu durchdringen und Lösungsansätze zu entwickeln.

Nun könnte man meinen, dass ein Mittelstufenschüler mit der Planung eines solchen Mammutprojektes wie einer Reise zum Mars heillos überfordert sein muss. Doch gerade weil allen Beteiligten klar ist, dass ein 13-Jähriger keine bemannte Marsmission in allen Details planen kann, ist dieses Rahmenthema für Schüler so wertvoll. Es stärkt nämlich nicht nur ihr Selbstvertrauen, wenn sie erkennen, zu welcher überraschenden Leistung sie bereits in der Jahrgangsstufe 8 fähig sind, sondern die Lernenden erfahren auch, wo das eigene Wissen und Können noch nicht ausreicht, um anstehende Herausforderungen zu meistern.

Aus pädagogischer und didaktischer Sicht macht diese Erfahrung der kumulativen Kompetenzerweiterung die Schüler neugierig darauf, immer weiter zu lernen, weil sie konkret vor Augen haben, welche Probleme sie auf ihrem Weg noch lösen müssen.

B) Hauptziele im Rahmen des Projekts

Fachlich

Vermittlung fundierter Kenntnisse in Bezug auf die Durchführung einer Marsmission durch

- Anknüpfung an die Lehrplaninhalte von Physik, Chemie und Biologie;
- Herstellen geeigneter fächerübergreifender Bezüge;
- Nutzung außerschulischer Lernorte sowie von Expertenwissen.

Motivatorisch

Wecken von Begeisterung für die Naturwissenschaften durch

- Wahl des motivierenden zukunftsorientierten Rahmenthemas;
- Durchführung zahlreicher Experimente und Schulung experimenteller Fähigkeiten;
- Praktizieren einer stärkenorientierten und möglichst unmittelbaren Feedbackkultur.

Methodisch-didaktisch

Erhöhung der Schüleraktivität durch

- Freies Experimentieren;
- Sorgfältige Dokumentation unter Nutzung verschiedener Aufzeichnungstechniken (Versuchsprotokoll, Video, Foto, ...);
- Präsentation von Projektergebnissen im Rahmen der schulischen Öffentlichkeitsarbeit.

Schulorganisatorisch

Verbesserung der Unterrichtsqualität durch

- Bessere Zusammenarbeit des Kollegiums über die Fachschaftsgrenzen hinweg;
- Verstärkung der Kommunikation und Entwicklung gemeinsamer, neuer Projektideen;
- Kollegiales Feedback.

C) Produktiver Umgang mit Fehlern im Rahmen der Leistungserhebung

Während das Jahresmotto den Rahmen für eine motivierende Jahresplanung liefert, sollen auch in der konkreten Einzelstunde und ganz besonders in der Aufgabenkultur neue Ideen zur Steigerung der Schülermotivation umgesetzt werden. Von besonderer Bedeutung ist dabei der wertschätzende Umgang mit Fehlern nicht nur im Unterrichtsgespräch, sondern vor allem auch bei der Leistungserhebung (siehe auch Good Practice-Beispiel S. 128).

Damit dies zum Ausdruck kommt, soll den Schülern gezeigt werden, dass oft der erste Entwurf nicht perfekt ist und man Gelegenheit bekommt, dieses Produkt weiter zu verbessern. Konkret gesprochen bedeutet dies für den Unterricht: Einige Leistungserhebungen werden erst NACH der Besprechung und einer Verbesserung bewertet, damit die von den Schülern eingearbeiteten Optimierungen bei der Notengebung berücksichtigt werden können. Dieses Vorgehen eignet sich besonders bei sehr offenen oder sehr komplexen Aufgabenstellungen, die im ersten Anlauf meist nicht perfekt bewältigt werden können.

Durch dieses Vorgehen ist die Motivation, sich mit der eigenen Arbeit auseinanderzusetzen, sehr hoch. Schülerinnen und Schüler erhalten die Möglichkeit zur selbstständigen Verbesserung und damit zu eigenverantwortlichem Lernen. Die ganz große Mehrheit der Schülerinnen und Schüler in den Modellklassen hat die Chance zu einer Verbesserung im doppelten Sinne (Ausarbeitung und Note) genutzt.

Dies ist ein wichtiger Schritt hin zu mehr Stärkenorientierung, da hier vermieden wird, Schülern lediglich ihre Fehler aufzuzeigen, die dann – wenn überhaupt – womöglich nur widerwillig verbessert werden.

D) Verstärkte Handlungsorientierung im Unterricht – Hightech-Experimente zu Low-Cost-Preisen

Bei jedem naturwissenschaftlichen Unterricht sind Experimente, insbesondere von den Schülern eigenständig durchgeführte Versuche, das zentrale Element, um die Motivation der Schüler zu steigern und den typischen naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg nachzuzeichnen. Aus diesem Grund wird auch beim Projekt Mission2Mars großer Wert auf die Einbindung von Experimenten gelegt (siehe Good Practice-Beispiel S. 114). So werden einerseits klassische Versuche in einen Mars-Kontext gestellt. Andererseits ist es jedoch ein wichtiges Anliegen, die Schüler auch

mit komplexeren, dem Rahmenthema zugeordneten Technologien vertraut zu machen, ohne die knappen Ressourcen der naturwissenschaftlichen Sammlungsetats übermäßig zu belasten. Im Projekt wurden deshalb gezielt Experimente entwickelt bzw. eingesetzt, die diesen Vorgaben Rechnung tragen. Sie finden sich auf der Projekt-homepage unter <http://www.horizontec.de/ludwig-thoma-gymnasium-prien/>.

E) Niederschwellige Umsetzbarkeit durch Nutzung des bestehenden organisatorischen Rahmens

Spätestens seit der Hattie-Studie ist bekannt, dass die organisatorischen Rahmenbedingungen, in denen der Unterricht stattfindet, nicht den entscheidenden Einfluss auf die Wirksamkeit des Unterrichts haben. Aus diesem Grund war es für das Ludwig-Thoma-Gymnasium ein wichtiges Ziel, die Ziele von HoriZONTEc unter möglichst umfassender Nutzung der bestehenden schulorganisatorischen Rahmenbedingungen zu erreichen.

Es wurden daher pragmatische Konzepte und Ideen entwickelt, wie der Fachunterricht, der ja klassischerweise in 45- oder 90-Minuten-Einheiten organisiert ist, so gestaltet werden kann, dass die Schüler trotz des umfangreichen Jahresmottos die Ziele des Lehrplans erreichen und die relevanten Inhalte nachhaltig vermittelt werden. Dementsprechend liegt der Hauptfokus der Mission2Mars nicht auf der Veränderung struktureller Voraussetzungen des Schulbetriebs, sondern auf einer Qualitätssteigerung innerhalb des vorgegebenen organisatorischen Rahmens. Die vorgestellten Unterrichtseinheiten sind alle innerhalb von Einzel- oder Doppelstunden zu bewältigen. Das Konzept ist deshalb auch auf andere Schulen im Ganzen oder in Teilaspekten leicht übertragbar.

Bakterien als Nahrungsquelle für Astronauten

Um die Lebensfunktionen der Astronauten über einen langen Zeitraum aufrechterhalten zu können, müssen sie sich entsprechend ernähren. Dabei gelten folgende Werte für den täglichen Energiebedarf und den Anteil den die verschiedene Nährstoffe darin haben sollten¹:

	Energiebedarf	Anteil Kohlenhydrate	Anteil Fett	Anteil Eiweiß
Mann	2500 kcal	Ca. 50%	Ca. 25%	Ca. 22%
Frau	2000 kcal			

Um die Versorgung der Astronauten zu gewährleisten werden verschiedene Methoden diskutiert. Zum einen können konservierte Lebensmittel von der Erde mitgenommen werden, zum anderen könnte die Nahrung direkt auf dem Flug selbst hergestellt werden und so Gewicht und Platz gespart werden. Um energiereiche Nahrungsmittel während des Fluges zu erzeugen, ist es erforderlich mit Hilfe von Sonnenlicht energiearme Verbindungen in energiereiche Nahrungsmittel durch Fotosynthese autotropher Lebewesen umzuwandeln. Als Nahrungsquelle kämen z.B. Sojabohnen oder fotosynthetisch aktive Spirulina-Bakterien in Frage, die vom afrikanischen Volk der Kanembu oder den südamerikanischen Atzteken als Nahrungsquelle genutzt wurden. Folgende Tabelle zeigt die Zusammensetzung der jeweiligen Lebewesen und welche Biomasse auf einem Quadratmeter Fläche täglich nachwächst.

	Bild ^{2,3}	Energieinhalt	Anteil Kohlenhydrate	Anteil Fett	Anteil Eiweiß	Biomasseproduktion pro Fläche und Tag ^{4,5}
Spirulina-Bakterien ⁶		3,67 kcal/g	20 %	4 %	60 %	8,2 g/m ²
Sojabohnen ⁷		4,16 kcal/g	29 %	17 %	35 %	0,96 g/m ²

Aufgaben

1. Formuliere die Reaktionsgleichung der Fotosynthese und definiere mit Hilfe deines Buches den Begriff „autotroph“!
2. Berechne, wie viel Platz in Quadratmetern in einem Raumschiff nötig wäre, um die Besatzung des Raumschiffes aus zwei Männern und zwei Frauen jeden Tag ausreichend mit allen Nährstoffen und Energie zu versorgen! Gehe dabei davon aus, dass sie sich nur von Spirulina-Bakterien oder Sojabohnen ernähren und gib auf Grundlage dieser Berechnungen an, für welche der beiden Nahrungsquellen sich die Ingenieure vermutlich entscheiden würden!
3. Zeichne eine Versuchsanordnung mit deren Hilfe sich Spirulina-Bakterien kultivieren lassen! Recherchiere hierfür im Internet nach den idealen Lebensbedingungen dieser Bakterien!
4. Diskutiere mit deinem Banknachbarn, welche Vor- und Nachteile sich bei einer solchen Form der Ernährung bei einer Mars-Reise vermutlich ergeben! Sucht nach Lösungsmöglichkeiten und notiert die wesentlichen Aspekte eurer Diskussion ins Heft!

Abb. 3.1-3: Arbeitsblatt aus der Unterrichtseinheit zum Thema „Bakterien als Nahrungsquelle für Astronauten“

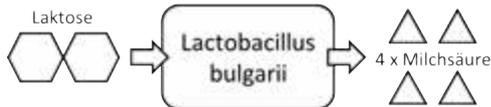
Thema: Joghurt als leckere Eiweißquelle

Material:	5 Reagenzgläser, Spatel, Brutschrank, Thermometer, pH-Indikatorpapier, Naturjoghurt (mit Bakterien), Esslöffel
Chemikalien:	Vollmilch

Material 1: Rezept für die Herstellung von Natur-Joghurt¹

Für die Herstellung von 8 Portionen Milch benötigen Sie 1 Liter Vollmilch. Erhitzen Sie zunächst die Milch auf maximal 40°C. Mischen Sie dann ein eisen großes Stück Natur-Joghurt zu der lauwarmen Milch und verrühren Sie vier Esslöffel Milchpulver in der Milch mit einem Schneebesen. Verteilen Sie das Gemisch dann gleichmäßig auf acht verschließbare Gläser und stellen Sie diese für ca. 24 Stunden in den auf 40°C vorgeheizten Backofen. Wenn der Joghurt fertig ist, stellen Sie ihn vor dem Servieren einige Stunden in den Kühlschrank, das schmeckt besser.

Material 2: Stoffwechsel-Weg der Joghurt-Bakterien *Lactobacillus bulgaricus*



Material 3: pH-Wert-Indikatorpapier

Der pH-Wert ist ein Maß für den „Säuregrad“ einer Substanz. Er wird auf einer Skala zwischen 0 und 14 angegeben, wobei Werte kleiner als 7 eine saure Umgebung anzeigen. Sind die Werte größer als 7 bezeichnet man die Umgebung als alkalisch. Ist der Wert exakt 7, so bezeichnet man dies als „neutral“.

Der pH-Wert kann näherungsweise über eine Farbskala eines Indikatorpapiers bestimmt werden. Dieses Papier zeigt unterschiedliche Farben in Abhängigkeit vom Säuregrad der Umgebung.

Aufgaben

1. Unterstreiche in Material 1 alle für die Joghurt Herstellung unbedingt notwendigen Zutaten!
2. Plane je ein Experiment um herauszufinden, welche Bedeutung die jeweilige Zutat für die Joghurt-Herstellung hat! *Tipp 1: Es lohnt sich ein Vergleich der Eigenschaften Konsistenz, Geruch, pH-Wert vor und nach dem Erwärmen. Tipp 2: Es lohnt sich nicht zu viele Bedingungen gleichzeitig zu verändern.*
3. Führe die Experimente durch und dokumentiere deine Beobachtungen in einem Versuchsprotokoll!
4. Bei einer Mission2Mars ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Rakete und ihr Inhalt möglichst wenig Masse hat. Deshalb überlegen Forscher, ob die Astronauten auf Ihrer Reise Joghurt möglicherweise nicht aus Milch sondern aus Milchpulver herstellen können. Plane ein Experiment, um zu zeigen ob dies gelingen kann und führe das Experiment im Anschluss praktisch durch! Dokumentiere deine Beobachtungen in einem Versuchsprotokoll!

Abb. 3.1-4: Arbeitsblatt aus der Unterrichtseinheit zur Joghurtherstellung im Rahmen des Lehrplanthemas „Vermehrung der Bakterien“

3.1.3 Lehrplaneinbettung

Eine besondere Qualität aller Unterrichtseinheiten ist die unproblematische Einordnung in die Lehrpläne der jeweiligen Fächer Biologie, Chemie und Physik. So enthält z. B. das Modul „Bakterien als Nahrungsquelle“ in Biologie die gesamten Inhalte des im Lehrplan vorhandenen Kapitels „Bakterien“, nur eben in einem neuen Kontext und mit neuen Arbeitsformen, wie das untenstehende Beispiel zeigt.

Lehrplanthemen in Biologie B 8.1

- Bau einer prokaryotischen Zelle: Zellwand, Membran, Organisation der genetischen Information
- Vermehrung der Bakterien durch Zweiteilung, Vermehrungsdynamik
- Ernährungsformen und Stoffwechselformen im evolutionären und ökologischen Zusammenhang: heterotroph, autotroph, anaerob, aerob

Umsetzung im Rahmen von Mission2Mars

- Aufbau von Bakterien (Anschlussthema an die Einheit „Leben auf dem Mars?“ – Wie könnten solche einfachen Zellen aussehen?)
- Joghurtherstellung (Joghurt aus Milchpulver?)
- Bakterien als Nahrungsquelle für Astronauten (Spirulina)
- Mikrobiologische Brennstoffzelle (Energieversorgung bei der Marsmission)

Zwei Arbeitsblätter aus diesem Modul sollen illustrieren, in welchem Rahmen die Umsetzung erfolgt.

Folgende Tabelle soll weitere ausgewählte Lehrplanbezüge im Kurzüberblick verdeutlichen:

Modul	Lehrplanbezug
Bakterien als Nahrungsquelle	B 8.1 Bakterien
Leben auf dem Mars?	B 8.1 Kennzeichen von Lebewesen
Wasser auf dem Mars	C 8.1 Vom Stoffgemisch zum Reinstoff
Marsatmosphäre und Teilchenmodell	C 8.1 Luft als Stoffgemisch
Trinkwasser auf der Raumstation	C 8.1 Vom Stoffgemisch zum Reinstoff
Elemente und Verbindungen auf dem Mars	C 8.1 Chemische Verbindung/Chemisches Element
Materialien zum Raumschiffbau	C 8.1 Kenneigenschaften von Reinstoffen
Energieumwandlungen am Beispiel von Mars-landung und Marsrover	Ph 8.1 Mechanische Energieformen
Temperaturkontrolle des Marsrovers	C 8.1 Reaktionsenergie
Terraforming	Ph 8.3 Umwelt und Zukunftsfragen
Mikrobiologische Brennstoffzelle	B 8.2 Ernährungsstrategien Ph 8.3 Energieumwandlungen

3.1.4 Hinweise zur Umsetzung des Konzepts

Die Konzeption von Mission2Mars hat das Ziel, Schülerinnen und Schüler altersgemäß mit der umfassenden Problematik einer bemannten Marsmission vertraut zu machen und möglichst viele Aspekte daraus zu beleuchten. Um eine möglichst flexible Umsetzbarkeit zu gewährleisten, ist das Projekt modular konzipiert. Es können theoretisch nur einzelne Unterrichtseinheiten durchgeführt werden oder es kann das gesamte fächerübergreifende Projekt mit allen Zusatzveranstaltungen realisiert werden. Da die Module inhaltlich nicht aufeinander aufbauen, müssen die ausgewählten Einheiten lediglich in den Kontext des Rahmenthemas gestellt werden. In der Regel sind keine weiteren organisatorischen Maßnahmen zu treffen. Aber natürlich entwi-

ckeln die einzelnen Module im Zusammenhang mit der Durchführung des kompletten Konzepts eine größere Wirkung.

Folgende organisatorische Rahmenbedingungen und Voraussetzungen haben sich als hilfreich erwiesen:

- Den Kern des Projekts bildet ein motiviertes Lehrerteam, bestehend aus den jeweiligen Biologie-, Chemie- und Physiklehrkräften der teilnehmenden Klassen. Weitere Fachschaften können hinzugezogen werden.
- Für die Durchführung der Experimente reichen im üblichen Rahmen ausgestattete Sammlungen in Biologie, Chemie und Physik aus. Für einzelne Experimente sind mög-

Unterrichtseinheit: Wasser auf dem Mars

Didaktische Analyse von OStRin Kristina Reicheneder
unter Verwendung von Materialien II von OStR Hollweck und StR Broll

Zusammenfassung

Diese Unterrichtseinheit über 6 Stunden (Schülerübung und Unterricht) setzt unterschiedliche Lerninhalte aus dem Chemieunterricht der 8. Klasse in einen größeren, kontextbezogenen Zusammenhang. Das im Unterricht erworbene Wissen wird in der Schülerübung angewendet, wobei die Schüler sowohl eigene Lösungsstrategien entwickeln als auch komplexere Experimente selbstständig organisieren müssen. Im Rahmen dieser Unterrichtseinheit soll das eigenständige Arbeiten der Schüler, sowie Fehleranalyse und kritische Reflexion gefördert werden. Die Bedeutung der Chemie zur Lösung zentraler und zukunftsorientierter Probleme steht dabei immer in Vordergrund.

Schlagwörter: Marsmission, Wasser als knappe Ressource, Aggregatzustände, Trennmethode, Verbindungen und Elemente, PSE, chemische Reaktion, Energie

Didaktische Analyse

Lehrplanbezug

Stoffe und Reaktionen, Kenneigenschaften (Aggregatzustände) von Stoffen, Stoffgemisch und Reinstoff, Reaktionsenergie, chemische Reaktion – Analyse:
Die Durchführung bietet sich im November/Dezember an.

Lernziele

- Motivation durch aktuelles Forschungsvorhaben auf dem Mars (kontextbezogenes Arbeiten)
- Interesse an Naturwissenschaft stärken
- Förderung der Lesekompetenz
- Verwendung der chemischen Fachsprache
- Erkenntnisgewinn
- Experimentier-Kompetenz, selbstständige Planung und Durchführung und Protokollierung eines Experiments
- Protokollführung
- Beobachtung
- Sicherung und Wiederholung, Anwendung von Grundwissen
- Arbeiten im Team
- Bewertung und Beurteilung

Unterrichtssequenz

Die geplante Unterrichtseinheit umfasst 6 Unterrichtsstunden, die sich auf eine Unterrichtsstunde, eine einstündige Schülerübung und zwei doppelstündige Schülerübungen verteilen. Sie lassen sich im Rahmen des gesamten Projekts dem Modul - Versorgung und Entsorgung – zuordnen und setzen sich wie folgt zusammen:

Abb. 3.1-5: Didaktische Analyse

Dritte Unterrichtseinheit: doppelstündige Schülerübung

III. Recycling von Wasser

**Begrenzte Ressourcen erfordern Recycling –
ISS-Raumstation: Gewinnung von Trinkwasser aus Urin
(150615_ITG_Wasser_Recycling_Material_3)**

Lehrplanthema: Stofftrennung

Umsetzung: Selbstständige Versuchsplanung, -aufbau und -durchführung durch die Schüler (Lesekompetenz, Erkenntnisgewinn, Experimentier-Kompetenz, Protokollführung, Bewertung)

Vorbereitung des Lehrers: Urinherstellung: Apfelsaft, Wasser, Zucker, Salz und Harnstoff mischen



Abb. 1: Urin

Zu Beginn der Stunde erhalten die Schüler ein Arbeitsblatt mit Informationen über die Wasserknappheit bzw. bedarf auf Mars, Raumfahrt und Erde. In Gruppen werden zunächst allgemeine Fragen zur effizienten Nutzung von Rohstoffen diskutiert und fixiert. Ein dann folgender Zeitungsbericht "Die neue Wasseraufbereitungsanlage der Nasa" bildet die Grundlage für den Forschungsauftrag der Schüler: „Stelle aus Urin Trinkwasser her“!
Nach dieser Einführung überlegen sich die Schüler zunächst, schriftlich, anhand einer Versuchsskizze einen Versuchsaufbau um diesen Auftrag zu erfüllen.



Abb. 2: Versuchsskizze eines Schülers

Abb. 3.1-6: Schülerübung „Destillation“

licherweise Einkäufe erforderlich. Es wurde bei der Planung aber stets darauf geachtet, dass die Experimente vergleichsweise billig zusammenzustellen sind.

- Für einen gewinnbringenden Verlauf der Experimente in den Physik- und Chemieübungen ist es günstig, die Profilstunden des NTG für geteilte Klassen in den Übungen zu verwenden, die in Doppelstunden abgehalten werden. So sind längere Phasen freien Experimentierens, größere Forschungsvorhaben und ein kritischer Umgang mit Fehlern und Irrwegen möglich (z. B. organisiert in Team-teaching-Stunden).
- Die Sonderveranstaltungen gehen teilweise etwas über die Stundenplangrenzen hinaus: Einführungsveranstaltung (4 Schulstunden), Weihnachtsvorlesung (2 Stunden), Projekttag (eine ganztägige Exkursion und ca. 3 Doppelstunden), Abschlussveranstaltung (4 Stunden).

Eine gemeinsame Besprechungsstunde der beteiligten Lehrkräfte zur Koordination der Aktivitäten ist hilfreich und im Schnitt ca. einmal im Monat empfehlenswert.

3.1.5 Struktur der Unterrichtsmodule

Zu allen Modulen können auf www.horizontec.de die Dokumentationen abgerufen werden. Sie bestehen in der Regel aus einer didaktischen Analyse, die die Zielsetzungen, die Struktur der Unterrichtseinheit, den Lehrplanbezug sowie Vorschläge zur Leistungserhebung beschreibt. Zusätzlich werden Arbeitsblätter, Versuchsanleitungen und Filmmaterial bereitgestellt.

Einige Auszüge aus der Unterrichtseinheit „Wasser auf dem Mars“:

3.1.6 Sonderveranstaltungen

Auftaktveranstaltung

Die Idee einer gemeinsamen Auftaktveranstaltung zum Projekt „Mission2Mars“ für die beteiligten 8. Klassen verfolgt das Ziel, die Schüler zunächst auf die Thematik einer bemannten Marsmission einzustimmen und für die geplanten Unterrichtseinheiten zu dieser Thematik zu motivieren. Einen aktuellen Bezug liefert die Landung des Mars-Rovers „Curiosity“, sodass auf Bild- und Nachrichtenmaterial zurückgegriffen werden kann.

Der Mars bietet durch seine äußeren Bedingungen von den Planeten unseres Sonnensystems die besten Voraussetzungen für die Entstehung von Leben und die Entfernung zur Erde lässt auch die Vorstellung einer bemannten Raumfahrt nach heutigen Maßstäben der Technik in näherer Zukunft zu. Aus diesem übergeordneten Ziel – der Untersuchung, ob es auf dem Mars Leben gab oder gibt, bzw. ob er in der Lage ist, Leben zu beherbergen – leiten sich u. a. einige konkrete fachliche Fragen ab:

- Entdeckung/Erforschung kohlenstoffhaltiger organischer Verbindungen
- Untersuchungen zu chemischen Elementen, die als Grundbausteine des Lebens gelten (Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff, Phosphor und Schwefel)
- Auftreten und Verteilung von Wasser und Kohlenstoffdioxid
- Analyse der Zusammensetzung der Marsatmosphäre
- Untersuchung der Möglichkeit zur Fortbewegung auf dem Mars
- Technologische Voraussetzungen zur Landung von größeren Rovern auf dem Mars

Der Aufbau erfolgt dann eigenständig mithilfe von den zur Verfügung gestellten Laborgeräten. Den Schülern steht die Wahl des Aufbaus frei. Der Lehrer wirkt hier als Beobachter oder gegebenenfalls bei schwächeren Schülergruppen, die mit der offenen Arbeitsweise überfordert sind, als Berater. Während des Experimentierens muss der Lehrer mit voller Aufmerksamkeit die jeweilige Durchführung der einzelnen Gruppen überwachen und eventuell vorher einschreiten. Die Schüler dürfen während des Experimentierens mit Erlaubnis der Lehrkraft Fotos machen oder Filme drehen.



Abb. 3 bis 6: Schüler beim offenen Experimentieren mit selbstentwickelten Versuchsaapparaturen

Abb. 3.1-7: Schülerübung „Destillation“

Leistungsmessung

Alle Unterlagen werden von den Schülern in einem Schnellhefter gesammelt und am Ende der Unterrichtssequenz benotet. Für deren Bewertung werden folgende Kriterien herangezogen: Äußere Form, vollständiges Protokoll, Qualität der Versuchsskizzen, Ausdruck und Rechtschreibung, Verwendung von Fachbegriffen und Inhalt der weiterführenden/bewertenden Antworten. Der Notendurchschnitt des Portfolios von 2,62 ist vergleichbar mit dem einer herkömmlichen Stegreifaufgabe von 2,82.

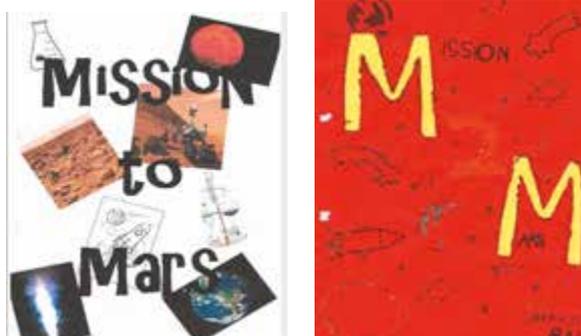


Abb. 11+12.: Deckblatt Portfolio

Literaturverzeichnis

- (1) ISB Bayern: Chemie Jgst. 8 - Lehrplan für das Gymnasium in Bayern. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. München (2009).
- (2) owner-answers-mars@quest.arc.nasa.gov; http://mars.jpl.nasa.gov/MPE/science/apxs_comparison.html
- (3) <http://www.focus.de/wissen/weltraum/raumfahrt/>
- (4) Nasa/Michigan Technological University

Abb. 3.1-8: Leistungsmessung im Portfolio



Abb. 3.1-9: Screenshot aus der Homepage <http://www.horizontec.de/ludwig-thoma-gymnasium-prien/>

Neben diesen technologisch-wissenschaftlichen Zielen einer Marsmission stehen auch noch weitere grundsätzliche Fragen und Probleme einer bemannten Raumfahrtmission, wie die Finanzierung oder logistische und medizinische Heraus-

Projektwoche

Die fächerübergreifende Projektwoche steht für die Jahrgangsstufe 8 ganz im Zeichen der Mission2Mars. Beteiligt sind alle 8. Klassen, die die Weltraumfahrt nun nicht mehr nur aus dem na-

	<h3>TECHNISCHE VORAUSSETZUNGEN FÜR EINE MARSMISSION</h3>
<p>Im Laufe des Schuljahres seid ihr zu Experten für eine Marsmission geworden. Euer letzter Forschungsauftrag ist es nun konkrete Antworten auf die Fragen zu finden, die ihr euch zu Beginn der Mission gestellt habt. Geht dazu folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kreist auf dem Plakat die Fragen ein, die ihr jetzt beantworten könnt und nummeriert sie nach folgendem Schema: T1, T2,..... 2. Notiert unter Angabe der Fragennummer (T1, T2,...) auf den blauen Zetteln die Antworten. Denkt dabei daran, was ihr alles in Physik, Biologie, Chemie und den Projekttagen mit dem Vortrag und dem Besuch im deutschen Museum erfahren, gelernt und experimentiert habt. 3. Streicht die Fragen durch, die ihr wirklich nicht beantworten könnt. <p>Im Anschluss präsentiert ihr eure Antworten.</p>	

Abb. 3.1-10: Kleiner Arbeitsauftrag im Rahmen der Abschlussveranstaltung

forderungen. Ein Teil dieser Fragen sollte, neben der Vorstellung wichtiger Rahmenbedingungen für das Schulprojekt an sich, Inhalt der Auftaktveranstaltung sein.

turwissenschaftlichen Blickwinkel betrachteten, sondern sich auch mit ihren Lehrern in Englisch, Religion, Ethik und Kunst mit dem Thema beschäftigen. Ein zentrales Ereignis in dieser Woche ist eine Wissensrallye durch das Deutsche Museum in München (vgl. S. 120).

Abschlussveranstaltung

Ziel der Abschlussveranstaltung ist es, den Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit zu geben, am Ende der Marsmission die Ergebnisse zu resümieren, zu reflektieren und in Zusammenhang mit den eigenen Fragen aus der Auftaktveranstaltung zu setzen. Ferner ist es wichtig, die Schülerinnen und Schüler für die Übertragbarkeit der Problemstellungen und -lösungen der Mission2Mars auf die zukünftigen Herausforderungen hier auf unserem Blauen Planeten zu sensibilisieren. Exemplarisch ist die Problematik der zukünftigen Energieversorgung zu nennen. Schließlich soll das „Missionsjahr“ einen runden Abschluss für alle Beteiligten erhalten.

3.1.7 Qualitätssicherung und Erfahrungen Qualitätssicherung bei der Entwicklung von Unterrichtsmaterialien

Bei der Entwicklung von Unterrichtsmaterialien hat sich folgendes System gut bewährt: Ein Lehrer entwickelt Unterrichtsmaterial und legt dieses VOR der Durchführung einem Fachkollegen vor. Dieser analysiert die Idee und den Umsetzungsweg und macht Verbesserungsvorschläge, die eingearbeitet werden.

NACH der Durchführung der Unterrichtseinheit fließen die gewonnenen Erfahrungen in die weitere Optimierung des Materials und Ablaufs ein, bevor die umfangreiche Dokumentation der Unterrichtseinheit erfolgt. Mit dieser „Anleitung“ haben im Anschluss Fachkollegen auch anderer Schulen die Unterrichtseinheiten ausprobiert und weiteres Feedback zur Verbesserung geliefert.

Bewertung des Projektes durch eine beteiligte Lehrkraft:

„Mein Resümee ist überwiegend positiv: Neben der Tatsache, dass schon eine ganze Menge gelaufen und auch wie geplant geklappt hat, begeistert mich die Möglichkeit des Austauschs mit Kolleginnen und Kollegen auch über die Fächergrenzen hinaus.“

Zudem ist es erstaunlich, welche Ergebnisse die Schüler beim selbstständigen Experimentieren in Bezug auf eine offene Fragestellung erzielen können. Dies erstreckt sich auch auf die anschließend aufwändig gestalteten Präsentationen der Ergebnisse des Experimentierens. Das zeigt mir, dass die Schüler motiviert und interessiert waren, selbstständig eine Antwort auf die offene Fragestellung zu finden. Ein weiterer Gewinn war die Begegnung mit anderen Schulteams im Rahmen der Vollversammlungen, aus denen man mit vielen Anregungen nach Hause gegangen ist. Grundsätzlich bin ich gespannt, wie sich unsere Ideen in Zukunft weiterentwickeln, und hoffe, dass wir uns alle eine gewisse Kritikfähigkeit erhalten, um im Interesse des Projektes die wichtigen Ziele von HoriZONtec gemeinsam weiterzuverfolgen.“

Qualitätssicherung bei fachsystematischen Aspekten

Da die Unterrichtseinheiten weitgehend lehrplankonform konzipiert wurden, können die entsprechenden Inhalte auch zur Leistungserhebung herangezogen werden. Neben den klassischen Formaten der großen und kleinen Leistungsnachweise wurden auch die Qualität der Portfolios mit den Dokumentationen der Experimente und spezielle Präsentationen zu Experimenten für die Leistungsbeurteilung herangezogen.

Ein stichprobenartiger Vergleich einzelner Leistungserhebungen aus der Projektarbeit mit klassischen Verfahren aus der Notengebung (Stegreifaufgaben) lieferte dabei folgendes Bild:

Es ergeben sich grundsätzlich bessere Ergebnisse in den Leistungserhebungen zu den projektorientierten Unterrichtsphasen im Rahmen von Mission2Mars. Teilweise sind die Unterschiede zu den nicht projektbezogenen Leistungen sehr groß.

Die exakten Gründe für das bessere Abschneiden der HoriZONtec-Schüler zu eruieren und differenziert darzustellen, ist nur bedingt möglich. Im Hinblick auf die Aussagen der Schülerinnen und

Schüler zu Mission2Mars im Allgemeinen liegt jedoch die Vermutung nahe, dass das motivierende Kontextthema auch zu einer Steigerung der Leistungsmotivation geführt hat.

Weiterhin ist anzunehmen, dass das Format der Leistungserhebungen im Rahmen von Mission2Mars, in denen fachliche Leistungen meist in Kombination mit kommunikativen Kompetenzen gezeigt werden müssen, Schülerinnen und Schülern besser gerecht wird.

Mit hoher Wahrscheinlichkeit kann man davon ausgehen, dass die guten Leistungen auch in Zukunft die Motivation der Jugendlichen sowie deren Interesse für Naturwissenschaften positiv beeinflussen.

Bewertung durch die Schulleitung:

„Das Projekt ‚HoriZONTec‘ hat für die Schul- und Unterrichtsentwicklung am Ludwig-Thoma-Gymnasium einen zentralen Stellenwert. Die Zusammenarbeit zwischen den Fachschaften Biologie, Chemie und Physik wird intensiviert. Fächerübergreifende Projekte gibt es zwar bereits an der Schule, hier wird aber in besonderer Intensität und vor allem über einen sehr langen Zeitraum fächerübergreifend gearbeitet, sodass ganz neue Impulse in das Schulleben einfließen können. Darüber hinaus wird aber auch die kollegiale Unterrichtshospitation in das Schulleben eingeführt, für uns ein wichtiges qualitatives Element der Unterrichtsentwicklung.“

3.1.8 Anknüpfung an die Jahrgangsstufe 8

Auch die Ausweitung des Projekts auf weitere Fächer ist gelungen. So beteiligte sich z. B. die Fachschaft Wirtschaft & Recht mit einem Planspiel (ECOStartup®) für die 10. Klassen im Rahmen der Projektwoche und mit einem P-Seminar mit dem Arbeitstitel „Unternehmensführung in Theorie und Praxis“. Durch die Umsetzung des Planspiels in zwei Semestern und einen theoriegeprägten sowie einen praxisorientierten Durchlauf mit Unterstützung durch Unternehmer soll den Schülern weit mehr als nur ein Einblick in betriebswirtschaftliche Zusammenhänge geboten werden. Ein weiterer Ertrag der bisherigen Projektarbeit

ist die Vermarktung eines Experimentierkoffers zur Mikrobiologischen Brennstoffzelle in Zusammenarbeit mit der Firma Deloitte. Im Rahmen eines P-Seminars wurde dieser Koffer bis zur Marktreife entwickelt und dann tatsächlich vertrieben (siehe Good Practice-Beispiel S. 130).

Bewertung durch die beteiligten Schüler:

„Was war aus deiner Sicht bisher gut am HoriZONTec-Projekt ‚Mission2Mars‘, was war nicht so gut/schlecht?“ (jeweils Mehrfachnennungen)

Positiv

- Man lernt viel Neues und es macht viel Spaß, mit andern Mitschülern etwas zu erarbeiten und Ergebnisse vorzutragen.
- Es ist eine andere Art von Unterricht. Das finde ich gut, da Schule somit abwechslungsreicher ist.
- Man kann selbst Ideen einbringen.
- Mehr Interesse an den Naturwissenschaften
Man bekommt Noten, es gehört zum Schulplan.

Negativ

- Nur ein Jahr lang
- Solche Projekte sind einmalig und werden in den nächsten Klassen vermutlich nicht fortgesetzt.
- Fachwissen musste man sich selbst aneignen.

Originalaussage eines Schülers:

„Tolle Idee, der Jugend die naturwissenschaftlichen Fächer näherzubringen und den ‚normalen Unterricht‘ mit der Übung in Verbindung zu bringen. Allgemein finde ich, dass dieses Projekt den Schülern und mir sehr viel Spaß macht und so auch den naturwissenschaftlich nicht so begabten Schülern den Spaß an Bio, Physik und Chemie vermittelt.“



Otto-Hahn-Gymnasium Marktredwitz
Jahrgangsstufe 8 – 10 (11) NTG
adaptiert auch HuG, MuG, SG, WSG

3.2.1 Überblick

Das Projekt „Nach uns die Sintflut“ beschäftigt sich mit dem Thema Wasser, und damit mit einer der kostbarsten Ressourcen für unsere Zukunft. Während die Fächer Geografie, Französisch und Biologie v. a. die Bedeutung sauberen Trinkwassers in den Mittelpunkt rücken, beschäftigen

sich die Fächer Chemie, Kunst und Informatik mit anwendungsorientierten Aspekten, wie z. B. der Verwendung von Wasser beim Wäschewaschen.

Die Schülerinnen und Schüler lernen an praktischen Fragestellungen, die sich aus dem Lehrplan ergeben, wie vielfältig die Problematik der Ressource Wasser ist. Über das Fach Wirtschafts- und Rechtslehre wird dem Themenbereich eine weitere Facette hinzugefügt – die Bedeutung wirtschaftlichen und unternehmerischen Handelns bei der Lösung von Zukunftsfragen, die sich etwa im Spannungsfeld Wassernutzung/Gewässergüte bewegen.





Abb. 3.2-1: Themen und Unterrichtsmodule

Methodische Umsetzung: „Milestone Matching“

Das in Abbildung 3.2-1 aufgefächerte Themenfeld wird durch eine innovative Form der Unterrichtsorganisation umgesetzt, die im Folgenden als „Milestone Matching“ bezeichnet wird. Eine genauere Erläuterung zum Hintergrund des Begriffes liefert Good Practice Beispiel S. 107.

jeder Projektgruppe ist es, einen „Meilenstein“, also ein Projektteilziel zu erreichen (vgl. Abb. 3.2-1). Dies können Forschungsergebnisse, Erkenntnisse oder Produkte sein, welche dann die Schnittstellen für weitere Projektgruppen sind, die fächerübergreifend oder sogar jahrgangsstufenübergreifend zusammenarbeiten.

Verschiedene Projektgruppen arbeiten dabei gemeinsam an einem übergeordneten Ziel. Ziel

Dies geschieht in folgender Grundstruktur:

Grundstruktur des Projekts:

Kick-off / Take-off	Das Fach Geografie (Jahrgangsstufe 10) setzt den Startpunkt für das Rahmenthema.
Projektarbeit	Verteilung lehrplankonformer Module und Unterrichtseinheiten über das Schuljahr hinweg
„Matching“ der Teilziele	Austausch der Ergebnisse verschiedener Arbeitsgruppen in gemeinsamen Unterrichtsstunden
Lessons Learned	„Wasserkongress“ am Schuljahresende – Präsentation aller Ergebnisse und Ausblick

Abstract

Forschen in der Profilstunde! Ausgehend von einem vorgegebenen Waschversuch können die Schülerinnen und Schüler Experimente eigenständig verändern und Fragestellungen im Experiment klären. Eine spannende Zusammenarbeit zwischen dem Wahlfach Robotik und den Chemikern führte zu einem Waschroboter, mit dem sich standardisierte Waschversuche durchführen ließen.

Waschmaschine weckt Forschergeist



Schüler der Klasse 12a entnehmen die Bestandteile der getriggert Waschmaschine unter Leitung von Elektrofachlehrermeister Armin Blum.



Waschroboter

Eigentlich wollten die Schüler aus Marktredwitz die Mythen um Heilwässer aufklären. Umso überraschter waren die jungen Forscher als sie feststellten, dass das Heilwasser aus der Luisenquelle in Bad Alexandersbad die Wirkung eines Oxi-Reinigers beschleunigte. Durch die jahrgangsstufenübergreifende Zusammenarbeit mit den Schülern aus der Jahrgangsstufe 9, die das Heilwasser chemisch untersuchten, konnte dieser Effekt auf den hohen Eisengehalt zurückgeführt werden. Durch die Kooperation beider Jahrgangsstufen können spannende Alltagsfragen rund um das Thema „Waschen“ im Experiment beantwortet werden.

Wasser aus der Luisenquelle als Fleckenentferner



Schüler der HORIZONTec-Forschergruppe des Otto-Hahn-Gymnasiums können nachweisen, dass das Wasser aus der Luisenquelle die Waschwirkung eines handelsüblichen Oxi-Reinigers verstärkt.

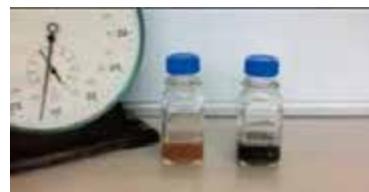


Bild: nach 5 min konnte der Oxi-Reiniger mit Luisenquellwasser den Traubensaft stärker entfärben als in der Vergleichsprobe

- fachschaftsübergreifend sowie jahrgangsübergreifend zu arbeiten.
- in einem Hauptthema einen „Roten Faden“ nachzuverfolgen, der alle Teilprojekte miteinander verbindet.
- die Ergebnisse einzelner Projektgruppen anderen beteiligten Projektklassen zur Verfügung zu stellen, damit diese damit weiterarbeiten konnten („Milestone Matching“).
- alle Ergebnisse auf einem Wasserkongress am Ende des Schuljahres vorzustellen und so ein Gesamtbild zu schaffen.
- durch diese Vorgehensweise alle übergeordneten Ziele von HORIZONTec zu erreichen (vgl. Kap. 1).

An dem folgenden konkreten Beispiel (gemäß Abb. 3.2-2) soll verdeutlicht werden, wie Milestone Matching und die fächerübergreifende Zusammenarbeit funktionieren:

Geografie, Jahrgangsstufe 10:

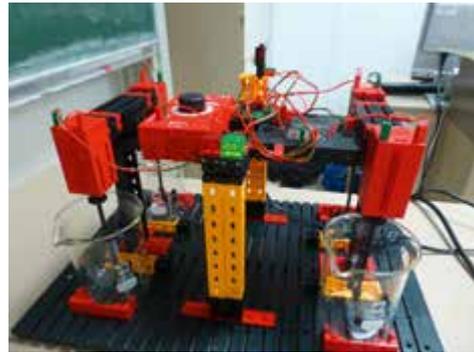
Das Fortschreiten des globalen Klimawandels ist ein Problem, dem sich unsere Gesellschaft tagtäglich stellen muss. Ein wesentlicher Aspekt in diesem Zusammenhang ist die Verfügbarkeit der Ressource Wasser in verschiedenen Regionen der Erde. Die Zukunftsfrage „Wie können in Zukunft möglichst alle Menschen Zugang zu sauberem Trinkwasser erhalten?“ eröffnet das Rahmenthema, mit dem sich die Schülerinnen und Schüler dann (mindestens) ein Jahr lang beschäftigen werden.

Die Schülerinnen und Schüler sind nach dem Abschluss dieser Einheit „Experten“ auf dem Gebiet des Klimawandels. Jedoch ergeben sich im Verlauf des Projekts Problemstellungen, die nicht ohne Weiteres gelöst werden können. Offen bleibt z. B. die Frage, wie man die Gewässergüte beurteilt und die Inhaltsstoffe analysiert. Daher bedient man sich des Wissens anderer Jahrgangsstufen und Fächer. Die Schüler der 10. Klasse Geografie wandten sich nun an die Schü-

ler der Jahrgangsstufe 9, die sich in Chemie der Analyse von Wasser widmen.

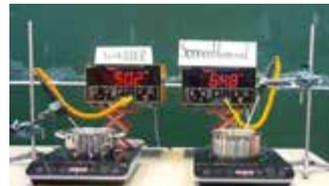
Modellbeschreibung

Waschroboter



Bei dem von den Schülern so getauften „Waschroboter“ handelt es sich im Prinzip um ein Rührgerät, das gleichzeitig in vier verschiedenen Reagenzgläsern ein voreingestelltes Rührprogramm durchführt. Die Bauweise ist recht simpel: Der gesamte obere Teil, an dem die vier Motoren und der Controller befestigt sind, wird von oben auf die Grundplatte gestellt, in der in vier Aussparungen bereits die Reagenzgläser stehen. Durch einen Tastendruck wird das Rührprogramm gestartet. Zwei Lampen zeigen dabei den Betriebszustand an. Das von den Schülern beantragte Programm rührt in einem „Vorwaschgang“ zunächst kurz mit niedriger Geschwindigkeit rechts- und linksrum, dann mit

Abb. 3.2-6: Aus dem Robotik-Modul



Beobachtung: Man erkennt nach kurzer Zeit, dass – trotz identischer Wärmeenergiezufuhr – die Temperatur des Sonnenblumenöls viel schneller ansteigt, als die des Wassers. (Hinweis: Dabei ist darauf zu achten, den Versuch zu beenden, bevor der Rauchpunkt des Öls erreicht ist.)

Erklärung: Offensichtlich führt die zugeführte Energie bei Wasser in deutlich geringerem Maße zu einer Erhöhung der Bewegung der Wasserteilchen. Die Energie muss also in anderer Form im Wasser gespeichert werden.

Bedeutung für das Gesamtprojekt (Milestonematching): Um die durch den Versuch erlangte Erkenntnis besser zu verstehen, wird das von der 10. Klasse erarbeitete Modell des Wassermoleküls verwendet. Aufbauend darauf erkennen die Schüler in welchen weiteren Formen die zugeführte Energie vom Wassermolekül gespeichert werden kann.

Durch den Versuch wird den Schülern auch sehr anschaulich deutlich, welche hohen Energiemengen nötig sind, um Wasser zu erhitzen. Daraus ergibt sich die Erkenntnis, dass Energiesparen beim Waschvorgang vor allem durch Waschen bei niedrigeren Temperaturen und durch Wassersparen erreicht werden kann.

Abb. 3.2-7: Aus dem Physik-Modul zur „Wärmekapazität“

Chemie, Jahrgangsstufe 9:

Die Schülerinnen und Schüler beschäftigen sich mit der Analyse von unterschiedlichen Gewässerproben aus der Region. Im Falle der Modellschule wurde auch eine nahe gelegene eisenhaltige Heilquelle untersucht, von der sich im weiteren Projektverlauf herausstellte, dass sie in Verbindung mit handelsüblichen Oxireinigern eine besonders gute Waschwirkung erzielt.

Chemie, Jahrgangsstufe 10:

Parallel zum Analytik-Modul führen Schüler der Jahrgangsstufe 10 Waschversuche mit Oxireinigern durch. Dies ist die Schnittstelle, an der die soeben erwähnte wissenschaftliche Erkenntnis zur Waschwirkung möglich wurde: Aufgrund der Daten der Gewässeranalyse konnten nun Rückschlüsse auf das unterschiedliche Waschverhalten verschiedener Wasserproben gezogen werden. Beide Projektgruppen kamen in Zusammenarbeit zu dem Schluss, dass der hohe Eisengehalt die Reaktion beschleunigt. Das neue Ziel dieser Gruppen war es, für eine bessere Ver-

lässlichkeit der Ergebnisse die Waschversuche zu standardisieren.

Physik und Robotik, Jahrgangsstufe 8:

Um handlungsorientierten und schülerzentrierten Unterricht zu ermöglichen, wird zusammen mit einem Elektromeister eine Waschmaschine zerlegt. Dabei erfahren die Schüler wichtige Details über die Funktion und die Programmsteuerung einer Waschmaschine.

Diese Erkenntnisse setzen die Klassen gemeinsam um. Auf Anweisung der Chemieklassen konstruieren und programmieren die Schüler im Wahlkurs Robotik (evtl. auch Physik/Informatik) ein Modell einer Waschmaschine, mit dem die Waschversuche nun standardisiert (konstante Rührgeschwindigkeit) durchgeführt werden können. Im Physikunterricht wird die Wärmekapazität des Wassers thematisiert. Auf dieser Grundlage werden Möglichkeiten zum energie- und ressourcenschonenden Waschen diskutiert.

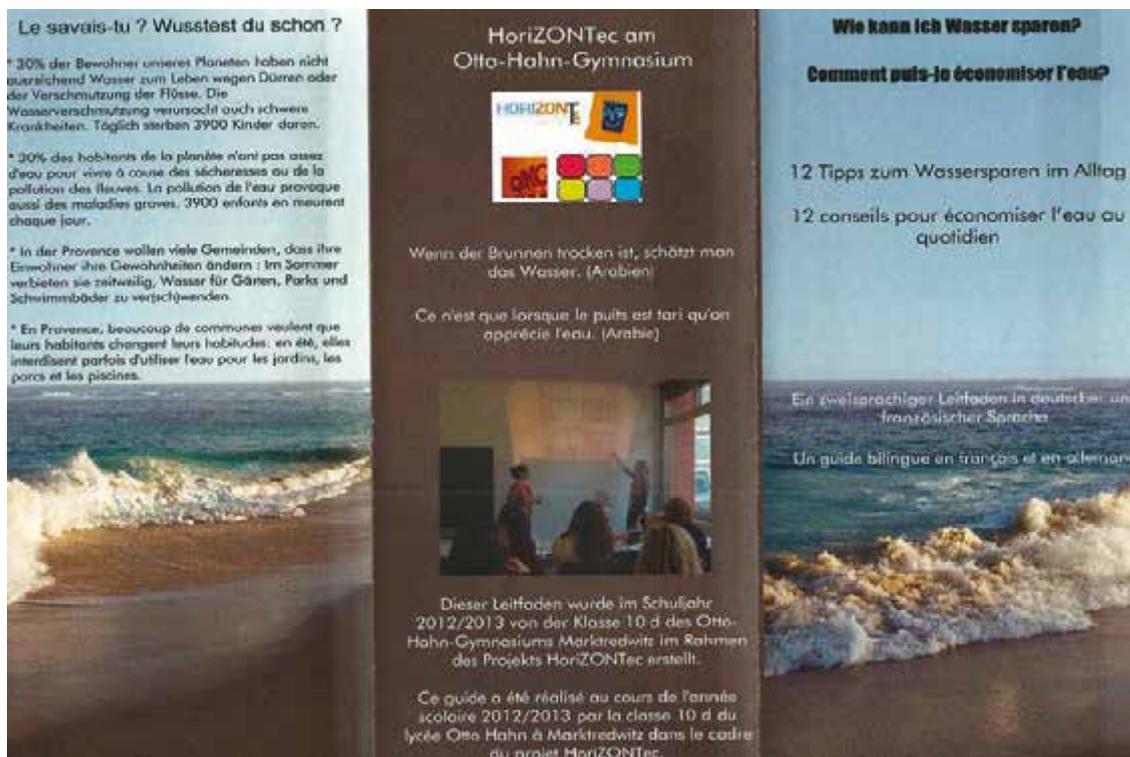


Abb. 3.2-8: Flyer – zweisprachiger Wasserspar-Guide

Biologie, Jahrgangsstufe 10:

Das Fach Biologie beschäftigt sich ebenfalls mit dem Thema Gewässergüte. Diese wird anhand von Bioindikatoren bestimmt, und zwar vor und nach dem Zulauf einer Kläranlage. Die dadurch gewonnenen Ergebnisse werden mit den Projektgruppen des Faches Chemie ausgetauscht.

Französisch, Jahrgangsstufe 10:

Im Fach Französisch erarbeiten die Schülerinnen und Schüler einen zweisprachigen WassersparGuide und stellen einen internationalen Vergleich über das Umweltbewusstsein mithilfe von Befragungen an der Partnerschule in Frankreich auf.

Kunst, Jahrgangsstufe 9:

Schließlich gehen die Schülerinnen und Schüler im Fach Kunst auf den ästhetischen Aspekt des Wassers ein, z. B. mit Bildern aus Unterwasserkameras und einer Ausstellung beim Wasserkongress.

Wasserkongress:

Kernstück des Milestone Matching ist der Wasserkongress am Schuljahresende, bei dem alle Projektergebnisse gebündelt vorgestellt werden. Bei diesem Kongress sind auch Gäste und Partner aus Politik, Industrie und Wirtschaft anwesend.

Durch die öffentlichkeitswirksame Präsentation der Ergebnisse erfahren die Schülerinnen und Schüler ihre Arbeit als sinnvoll und relevant. Dies kann einen wichtigen Beitrag zur Persönlichkeitsentwicklung und zum Aufbau von Selbstkompetenz leisten (siehe auch Good Practice-Beispiel S. 139).

3.2.3 Lehrplaneinbettung und Projektsteuerung durch Schülerfragen

Die Lehrplanthemen vieler Fächer und Jahrgangsstufen beinhalten Anknüpfungsmöglichkeiten ans Thema Wasser. Die Verlaufsschemata (Abb. 3.2-2 und 3.2-3) verdeutlichen dies. Somit ist es möglich, den jeweiligen Lehrplaninhalt stets als Teil des Gesamtprojekts zu behandeln und einen „Meilenstein“ daraus zu „basteln“. An einigen exemplarisch ausgewählten Modulen soll dies verdeutlicht werden:

Jahrgangsstufe 9, Chemie: Analytik – Inhaltstoffe natürlicher Gewässer – Projektsteuerung durch Schülerfragen und Lehrplanbezug

Von Beginn an wird das Projekt mit der Lebenswelt der Schüler verknüpft. Aus diesem Grund wird eine Exkursion zu unterschiedlichen Quellen und Seen in der Region durchgeführt, um dort Wasserproben zu nehmen, die im Labor

Fragestellungen der Schüler und deren Einordnung in den Lehrplan:

Fragestellungen der Schüler	Bezug zum Lehrplan
Warum sollte man das Teichwasser und das „Kein Trinkwasser“ nicht trinken?	C(NTG) 9.1 und 9.2 Qualitative und quantitative Analytik
Ist es gefährlich, das Wasser zu trinken?	C(NTG) 9.1 und 9.2 Qualitative und quantitative Analytik
Worin unterscheiden sich die Gewässer?	C(NTG) 9.1 und 9.2 Qualitative und quantitative Analytik
Wie hoch ist der Eisengehalt in den Proben?	C(NTG) 9.1 und 9.2 Qualitative und quantitative Analytik
Gibt es Lebewesen in den Proben?	B 10.3 Grundlegende Wechselbeziehungen zwischen Lebewesen
Wie kann man sich das vorstellen, dass Eisen im Wasser enthalten ist?	C(NTG) 9.3 Wasser als Lösungsmittel

untersucht werden. Die Schüler können sich umfassend mit dem Thema beschäftigen, da sie Standorte ökologisch bewerten und von den unterschiedlichen Quellen Geschmacksproben nehmen.

Die Schüler haben an dieser Stelle die Möglichkeit, aktiv an der Projektsteuerung teilzunehmen: Fragestellungen, welche sie auf der Exkursion formulieren, sind die Basis für die anschließenden Untersuchungen im Labor. Daraus ergeben sich neue Problemstellungen, die weitere Teilprojekte nach sich ziehen können (vgl. Tab. S. 46).

Im Anschluss an die Exkursion klären die Schüler im Rahmen einer Lernumgebung ihre zuvor gestellten Fragen. Die Lernumgebung besteht aus einer Versuchsanleitung, einem Netbook mit Internetzugang sowie allen benötigten Chemikalien. So können die Schüler selbst experimentieren, recherchieren und ihre Ergebnisse diskutieren. Die Schüler können die auf der Exkursion gemachten Erfahrungen, wie z. B. den metallischen Geschmack der Luisenquelle mithilfe von Leitfähigkeitsmessung und Eisenionennachweis im Labor erklären. Um herauszufinden, ob Lebewesen in den Proben vorhanden sind, werden diese mikroskopiert. Der Fund von Algen im Teichwasser kann von den Schülern mit dem

nachgewiesenen Phosphatgehalt in Verbindung gebracht werden.

Nach der Durchführung der Wasseranalyse hat die Klasse Expertenwissen über die genommenen Wasserproben und der erste Meilenstein im Projekt wurde erreicht. Da dieses Wissen für die Auswertung der Waschversuche in der Jahrgangsstufe 10 sehr große Bedeutung hat, ergibt sich hier eine jahrgangsübergreifende Schnittstelle für Schülerinteraktion.

Jahrgangsstufe 10, Chemie: Waschversuche – Tenside und Wasser – Lehrplanbezug und Spiralprinzip

Die Schüler lernen Fette als möglichen Bestandteil von Flecken kennen und beschäftigen sich mit Vollwaschmittel und Oxireiniger als waschaktive Substanzen. Durch Erstellen von Computermodellen der Moleküle können Schlussfolgerungen über deren physikalische Eigenschaft getroffen werden.

Der Vergleich von Vollwaschmittel und Oxireiniger verdeutlicht das Struktur-Eigenschafts-Konzept. Durch die unterschiedliche Wirkungsweise interagieren die waschaktiven Substanzen mit Fleckentypen unterschiedlich gut. Dieser Basisversuch ermöglicht es den Schülern, selbstständig neue Testreihen anzusetzen:

Aktion der Schüler	Bezug zum Lehrplan
Nachweis eines Reaktionsproduktes des Oxireinigers	C(NTG) 9.1 Qualitative Analytik
Reaktion des Oxireinigers mit Essigsäure	C(NTG) 10.2 Carbonsäuren in Natur, Alltag und Technik
Vergleich der Wirkungsweise von Oxireiniger und Vollwaschmittel	C(NTG) 10.3 Fette als Biomoleküle C 11.4 Fette und Tenside
Einfluss der Wasserqualität auf die Waschwirkung eines Oxireinigers	C(NTG) 9.1 Qualitative Analytik C 11.7 Reaktionsgeschwindigkeit
Einfluss der Temperatur auf die Wirkung eines Oxireinigers	C 11.7 Reaktionsgeschwindigkeit

Wie aus der Tabelle ersichtlich wird, benötigen die Schüler für diese Versuche Grundlagen aus der Jahrgangsstufe 9 und es erfolgt ein Vorgriff auf Lehrplaninhalte der Jahrgangsstufe 11. Die Testreihe ist auf nachhaltiges Lernen nach dem Spiralprinzip ausgerichtet, um ein tiefgreifendes Verständnis des Sachverhaltes anzubahnen.

Zusammenarbeit mit außerschulischen Partnern

Das Projekt legt sehr viel Wert darauf, einen Bezug zur Berufswelt herzustellen. Das OHG arbeitet sehr eng mit der Firma Scherdel (Automobilzulieferer) und dem Landesamt für Umwelt in Hof zusammen. In Anknüpfung an das Analytikmodul in der Jahrgangsstufe 9 wurde beim Was-

Weitere Lehrplanbezüge im Kurzüberblick:

Zerlegen einer Waschmaschine; Wärmekapazität des Wassers	Ph 8.2 Wärmelehre/innere Energie
Zweisprachiger Wasserspar-Guide	F 10.1, 10.2, 10.3 Sprachmittlung, Texterstellung, interkulturelles Lernen
Nach uns die Sintflut?	Geo 10.5 Globale Herausforderungen
Das Bad in der Kunst	Ku 9.3 Architektur und Design

3.2.4 Hinweise zur Umsetzung des Konzepts

Die positive Wirkung dieses Projektes liegt in der einfachen Realisierbarkeit. Durch das „Milestone Matching“ ist es freigestellt, ob sich z. B. nur zwei oder auch mehrere Fachschaften zusammenschließen, ob jahrgangsübergreifend gearbeitet wird oder ob lediglich eine horizontale Vernetzung stattfindet. Wichtig ist aber, dass ein gemeinsames, ambitioniertes Projektziel verfolgt wird und arbeitsteilig daran gearbeitet wird.

Darüber hinaus werden – besonders in den „Matching“-Stunden – flexible Unterrichtsformen wie z. B. „Schüler lehren Schüler“ oder „Teamteaching“ ermöglicht. Für die Projektphasen mit den „Matching“-Stunden werden – je nach Fach bzw. Jahrgangsstufe und Ausbildungsrichtung – z. B. Intensivierungsstunden oder Profilstunden verwendet. Dadurch, dass die einzelnen Jahrgangsstufen nicht das ganze Schuljahr über mit der Projektarbeit beschäftigt sind, gibt es keine Probleme bei der Umsetzung aller nicht projektbezogenen Lehrplanziele und -inhalte. Mithilfe eines Portfolios als Schulaufgabenersatz (vgl. Kap. 3.2.5) kann nachhaltiges und ganzheitliches Lernen unterstützt werden.

serkongress von Herrn Dr. Peter Taubmann von der Firma Scherdel der Bearbeitungsprozess des „chemischen Entgratens“ erläutert. Bei diesem Vorgang können für den Menschen schädliche Ionen ins Abwasser gelangen. Diese müssen vorher entfernt werden. Um die Qualität des Wassers zu überprüfen, müssen genau wie bei den Schülerversuchen Proben gezogen und analysiert werden.

Welchen Einfluss Abwässer auf die Umwelt haben, wurde mit Unterstützung des Landesamts für Umwelt genauer untersucht. Anhand von Bioindikatoren werden die Gewässer in Güteklassen eingeteilt. Die Schüler lernen die Arbeitsweise und den Tätigkeitsbereich von Biologen am Landesamt für Umwelt kennen – und damit, dass sich deren Arbeit gar nicht so sehr von der eigenen Projektarbeit unterscheidet.

3.2.5 Portfolio-Arbeit und Leistungserhebungen

Ein großes Ziel des Projektes ist es, den Schülern einen nachhaltigen Lernprozess zu ermöglichen. Des Weiteren soll die Begeisterung für das naturwissenschaftliche Arbeiten signifikant gesteigert

werden. Um dies zu unterstützen, kann (im Rahmen der rechtlichen Möglichkeiten) eine Schulaufgabe in der Jahrgangsstufe 9 und der Jahrgangsstufe 10 durch ein Portfolio ersetzt werden (siehe auch Good Practice-Beispiel S. 122). Darin werden z. B. auch Exkursionen protokolliert und neue Erkenntnisse notiert. Dies wertet Fachvorträge und Exkursionen auf.

Das Portfolio dient auch als Experimentiertagebuch. Fragestellungen sowie Hypothesen werden aufgestellt, verifiziert oder widerlegt. Durch diese Form der Leistungsbeurteilung können neben dem Faktenwissen auch Kompetenzen bewertet werden. Ein entscheidender Faktor bei der Bewertung der Schülerportfolios ist es, dem Schüler die Möglichkeit zu geben, sich nach der ersten Korrektur zu verbessern. Dazu wird das Portfolio ein zweites Mal eingesammelt und die Verbesserungsanstrengungen des Schülers fließen in die Gesamtnote ein. Durch das Portfolio können die Schülerleistungen über einen langen Zeitraum nachvollzogen werden, ohne den sonst immanenten Notendruck auszuüben.

3.2.6 Qualitätssicherung, Erfolge und Ausblick auf die Oberstufe

Vor Beginn des Projektes wurde eine Befragung durchgeführt. Diese prüfte u. a. die Einstellung zum naturwissenschaftlichen Unterricht sowie eine Einschätzung zu dessen Bedeutung für das spätere Leben. In dieser ersten Erhebung waren die Schüler motiviert, jedoch wurde die Frage, ob das bisher Gelernte in ihrem späteren Berufsleben eine Rolle spielen würde, meist verneint. Nach der Durchführung des Projektes wurden die Schüler erneut befragt. Durch die Praxisrelevanz des Projektes, in dem sie viele Sachverhalte aus ihrer Lebenswelt untersucht und analysiert hatten, fand offenbar ein Umdenken bei vielen statt. Die Schüler erkannten, wie wichtig die Naturwissenschaften und deren Erzeugnisse für das alltägliche Leben sind.

Als Beleg für dieses Umdenken kann auch die Tatsache gewertet werden, dass die naturwissen-

schaftlichen Fächer in der Oberstufe von HORIZONTec-Schülern häufiger belegt wurden. Auch die Teilnehmerzahlen an naturwissenschaftlichen Wettbewerben (im Wesentlichen „Jugend forscht“) konnten gesteigert werden.

Auf reges Interesse stießen auch fächerübergreifend arbeitende P-Seminare in der Jahrgangsstufe 11. Nachdem bereits im Wirtschaftsunterricht der Jahrgangsstufe 10 mit dem Planspiel „EcoStartup®“ eine Unternehmensgründung simuliert worden war, setzten die P-Seminare die Gründung eines solchen Schülerunternehmens um. In Zusammenarbeit von Chemie und Wirtschafts- und Rechtslehre wurde – auf der Basis der im Wasserkongress gewonnenen Erkenntnisse – ein Waschmittel produziert und vertrieben (siehe auch Good-Practice-Beispiel S. 132). Ökonomisches Denken und naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinn gehen hier Hand in Hand und ergänzen sich gegenseitig.

Mittlerweile wurde die Methode des „Milestone Matching“ auch an weiteren Themenbeispielen (z. B. „Energie“) mit positiven Erfahrungen erprobt. Sie ist als Arbeitsweise und Propädeutikum für die Oberstufenseminare uneingeschränkt zu empfehlen.





Asam-Gymnasium München
Jahrgangsstufe 10 NTG

3.3.1 Überblick

Der Trend zur Verstädterung ist ein weltweites Phänomen. Auch viele bayerische Schülerinnen und Schüler sind durch das Leben in Städten und in städtischen Einzugsgebieten geprägt. Entwicklungen in gesellschaftlicher und in technischer Hinsicht verlaufen in Städten oft dynamischer.

Daraus folgt, dass wichtige Herausforderungen für die Zukunft hier schneller und deutlicher erkennbar werden:

Wie kann der Energiebedarf auch weiterhin gedeckt werden, und dies auf verträgliche und nachhaltige Weise? Auf welche Weise wird Mobilität in Zukunft gewährleistet und organisiert? Aus welchen Materialien müssen energieeffiziente Fahrzeuge bestehen? Wie müssen in Zukunft Häuser gebaut werden und worauf muss bei Stadtplanung Rücksicht genommen werden? Wie können Naturräume weiterhin in Städten eingebunden und geschützt werden? Wie wirkt sich der Klimawandel auf das Leben in Ballungsräumen aus?





Abb. 3.3-1: Themenfelder zu „Die Stadt – Lebensraum der Zukunft“

Die genannten und weitere zukunftsbezogene Fragestellungen werden im Projekt „Die Stadt – Lebensraum der Zukunft“ durch die Schülerinnen und Schüler bearbeitet. Abbildung 3.3-1 zeigt die gewählten Themenfelder und Unterrichtsmodule. Die Beschäftigung mit solchen zukunftsrelevanten Fragestellungen ist besonders dann motivierend, wenn der Schwerpunkt nicht (nur) auf die Betonung von Gefahren und Risiken gelegt wird, sondern wenn sie als Herausforderungen und Chancen begriffen werden.

Im Zentrum steht die Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen in den Fächern Biologie, Chemie und Physik. Diese werden in experimentell ausgerichteten Modulen (z. B. „Carbonfasern“, „Thermographie und Wärmedämmung“, „Mikroklima“) bearbeitet. In weiteren, über das Schuljahr verteilten Modulen der Fächer Deutsch, Kunst und Geografie wird der Blick

u. a. durch Einbeziehung von literarischen und künstlerischen Aspekten geweitet. Da die Module gleichmäßig über das Jahr verteilt sind (vgl. Abb. 3.3-2), ist das Thema immer in mindestens einem Fach, meistens jedoch in zwei oder mehr Fächern präsent. Dies unterstützt eine vertiefte und kontinuierliche Auseinandersetzung mit dem Zukunftsthema und bahnt Entscheidungen an, die für den Unterricht am Schuljahresende relevant sind.

Durch den modularen Aufbau ist trotz der Mitwirkung vergleichsweise vieler Fächer Übersichtlichkeit und Flexibilität gewährleistet. Module können ergänzt, geändert (oder auch weggelassen) werden, ohne die Grundidee zu beeinflussen.

Ein Verschlinkung ist jedoch nur anzuraten, wenn das Konzept auf die Ausbildungszweige adap-

Die Stadt der Zukunft

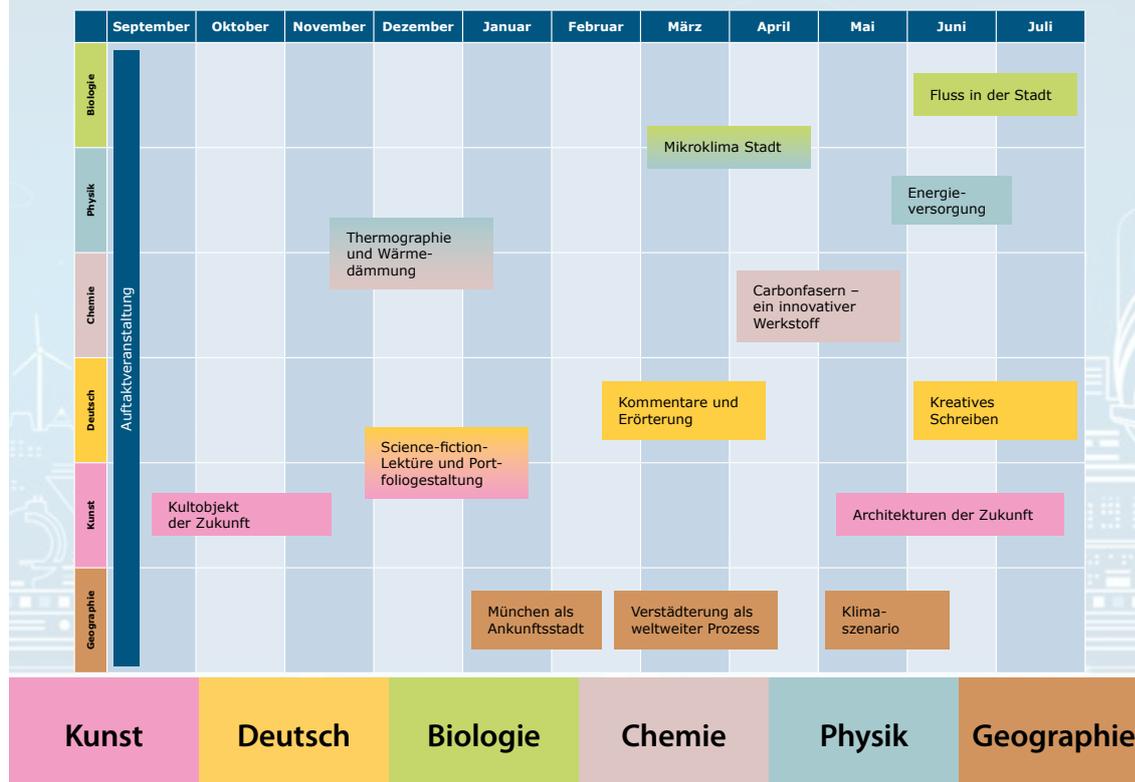


Abb. 3.3-2: Vorgeschlagene zeitliche Anordnung der HorizONTec-Module

Grundstruktur des Projekts:

Kick-off	Auftaktveranstaltung zur Vorstellung des Themas am Schuljahresbeginn
Aufgreifen des Themas in Kunst und Deutsch	Aufwerfen utopischer Fragestellungen zum Leben in den Städten der Zukunft
Naturwissenschaftliches Kernprojekt	Die naturwissenschaftlichen Module (oberer Teil der Abb. 3.3-2) liefern über das Schuljahr verteilt wesentliche Erkenntnisse zu Ökologie und Energieeffizienz von Gebäuden.
Vertiefung	Weiten des Blickwinkels durch weitere Module in Deutsch und Geografie
Lessons Learned	Modellhafter Bau einer Zukunftsstadt im Modul „Architekturen der Zukunft“; Abschlussveranstaltung mit Präsentation der Projektergebnisse und Ausblick

tiert wird, die nicht naturwissenschaftlich-technologisch ausgerichtet sind. Die Chemie- und Physikmodule können dann aufgrund fehlender Profilstunden meist nur mit Einschränkungen durchgeführt werden. Eine Beschäftigung mit

der Stadt der Zukunft ist dennoch möglich, da die übrigen vier Fächer ohne Einschränkung arbeiten können.

3.3.2 Erläuterungen zur Projektkonzeption

Die Wahl des Rahmenthemas „Die Stadt – Lebensraum der Zukunft“

Das Rahmenthema ist vergleichsweise weit gesetzt und damit recht offen. Der Vorteil dabei liegt darin, dass man sehr viele unterschiedliche Fragestellungen behandeln kann, in diesem Fall bedeutende Megathemen wie „Energie“, „Mobilität“ und „Ökosystem“, die vor allem in den naturwissenschaftlichen Fächern relevant sind. Die Schüler des Asam-Gymnasiums München leben überwiegend in einem stark verdichteten Ballungsraum und sind dadurch geprägt. Die Beschäftigung mit dem Thema „Stadt“ war für sie stets sehr einleuchtend.

Durch den weiten Rahmen wird aber auch eine Offenheit für alle Fächer erzeugt. So werden im Geografie-Unterricht Entwicklungen der „Verstädterung weltweit“ und ein „Klimaszenario“ betrachtet. Und selbst architektonische, städteplanerische, künstlerische, literarische und kulturelle Aspekte von Zukunftsstädten fließen durch die Fächer Deutsch und Kunst in das Gesamt-szenario mit ein.

Naturwissenschaftliches Kernprojekt

Im Zentrum der Gesamtkonzeption steht ein naturwissenschaftliches Kernprojekt, in dessen Rahmen technisch und ökologisch relevante Zukunftsthemen in den Fächern Biologie, Chemie und Physik behandelt werden.

Das Kernprojekt ist in Module gegliedert. Manche Module werden nur von einem Fach durchgeführt (z. B. „Carbonfasern“ in Chemie), andere werden von zwei Fächern gemeinsam durchgeführt (z. B. „Mikroklima in der Stadt“ in Physik und Biologie). Die Module erstrecken sich stets über mehrere Wochen. Prägend für alle ist ihr hoher experimenteller Anteil. Die unterrichtliche Umsetzung erfolgt sowohl in „normalen“ Unterrichtsstunden als auch in den Profilstunden. Zwingende organisatorische Voraussetzung sind auf jeden Fall aber Profilstunden in geteilten (oder sehr kleinen) Klassen in den Fächern Chemie und Physik.

Im Gegensatz zu konventionellen Übungsstunden in den Fächern Chemie und Physik, in denen in der Regel jede Woche thematisch voneinander abgegrenzte Experimente durchgeführt werden, arbeiten die Schülerinnen und Schüler hier an Kleinprojekten über einen längeren Zeitraum. Bei der Auswahl an Themen für diese Kleinprojekte ist darauf geachtet worden, dass technisch interessante und innovative Themen mit einbezogen werden.

3.3.3 Organisatorische Überlegungen

Projektkoordination

Zur inhaltlichen und organisatorischen Abstimmung ist es wichtig und empfehlenswert, großes Augenmerk auf die Projektkoordination zu legen.

Naturwissenschaftliches Kernprojekt		
Module		
Chemie	Physik	Biologie
1. Wärmedämmung und Thermographie 2. Carbonfasern	1. Thermographie und Wärmedämmung 2. Mikroklima in der Stadt	1. Mikroklima in der Stadt 2. Der Fluss in der Stadt

Abb. 3.3-3: Naturwissenschaftliches Kernprojekt

- Ein Projektleiter übernimmt koordinierende Tätigkeiten.
- In (regelmäßigen) Treffen der Projektlehrer werden die Zeitpläne und die Inhalte aufeinander abgestimmt. Diese Treffen dienen auch dazu, sich gegenseitig über die Unterrichtsinhalte zu informieren und fortzubilden.

Organisatorische und finanzielle Rahmenbedingungen

- Für die naturwissenschaftlichen Module sind Profilstunden in geteilten (oder sehr kleinen) Klassen notwendig. Denn nur so können die umfangreichen Phasen, in denen die Schüler selbst experimentieren, ermöglicht werden.
- Es werden im Großen und Ganzen nur gängige Materialien und Geräte benötigt. Eine Ausnahme bilden die Thermographie-Kamera und die Carbonfaser-Materialien. Deren Anschaffung kostet einmalig ca. 1000 €.

Naturwissenschaftlicher Vormittag

Im Rahmen des Schulversuches wurde die Organisationsform „Naturwissenschaftlicher Vormittag“ konzipiert und erprobt. Der Biologie-, Chemie- und Physikunterricht findet in zwei gekoppelten Klassen am selben Vormittag statt, und zwar jeweils doppelstündig. Falls nun jeweils dieselben Lehrer in beiden Klassen unterrichten, ergeben sich dadurch interessante organisatorische Möglichkeiten (siehe auch: Best Practice-Beispiel S. 118).

Naturwissenschaftlicher Vormittag 3 Lehrer in 2 Klassen		
Stunde:	Klasse 10a	Klasse 10b
1	Physik	Biologie
2	Physik	Biologie
3	Chemie	Physik
4	Chemie	Physik
5	Biologie	Chemie
6	Biologie	Chemie

Abb. 3.3-4: Naturwissenschaftlicher Vormittag



Abb. 3.3-5: Wärmebildkamera

3.3.4 Exemplarische Vorstellung des fächerübergreifenden Unterrichtsmoduls „Thermographie und Wärmedämmung“ (C/Ph)

Häuser der Zukunft werden sich durch eine hohe Energieeffizienz auszeichnen. Dies erreichen sie unter anderem durch den Einsatz geeigneter Wärmedämmstoffe. Die Qualität dieser Dämmung kann durch den Einsatz von Thermographiekameras untersucht werden.

Im Rahmen des fächerübergreifenden Moduls „Thermographie und Wärmedämmung“ der Fä-

cher Physik und Chemie werden diese Aspekte erarbeitet. Das Modul umfasst insgesamt 15 – 20 Unterrichtsstunden.

Die Schüler erlernen zu Beginn die Grundlagen von Thermographie und Wärmedämmung und den chemischen Aufbau von Polymerisationskunststoffen. Sie stellen den Dämmstoff Styropor selbst her und recherchieren zum Thema „Wärmedämmung“.

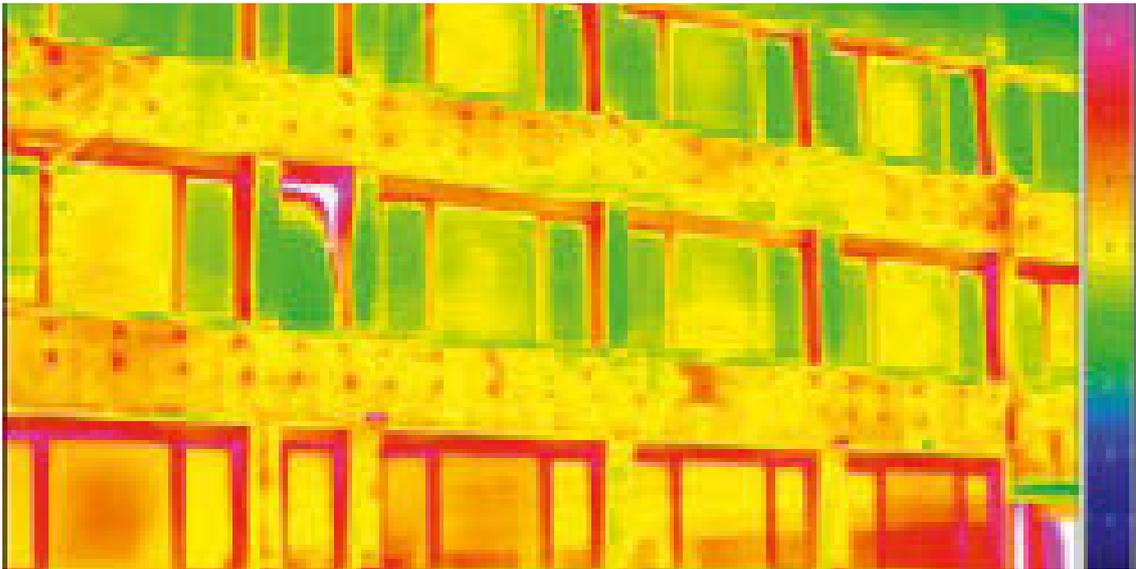


Abb. 3.3-6: Aufnahme eines Flügels des Asam-Gymnasiums: Rot eingefärbte Bereiche stellen Bereiche des größten Wärmeverlusts dar.

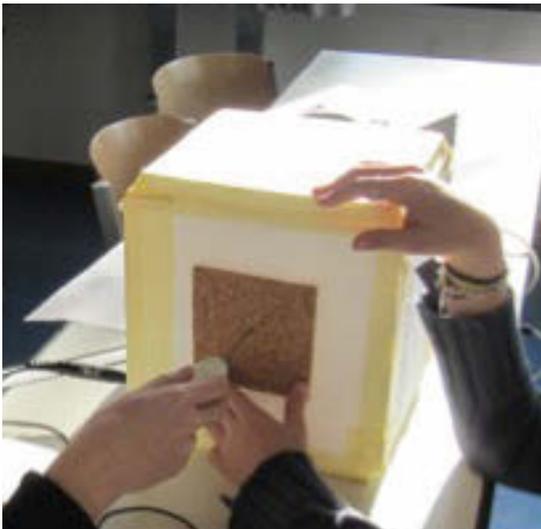


Abb. 3.3-7: Bau einer Styroporbox zur Messung der Dämmfähigkeit verschiedener Stoffe

Danach führen sie Temperaturmessungen an Gebäudeteilen der Schule durch, berechnen die Dämmfähigkeit dieser Gebäudeteile und beschäftigen sich mit der Interpretation von Infrarotbildern. An einem kalten Wintermorgen erstellen sie Thermographie-Aufnahmen des Schulhauses und unterziehen diese einer digitalen Bearbeitung. Danach konzipieren und bauen sie eine Apparatur (Styropor-Box), mit deren Hilfe sie die Dämmfähigkeit von Materialien experimentell selbst ermitteln können. Eine Podiumsdiskussion zum Thema „Wärmedämmung“ schließt das Modul ab.

Es wird deutlich, dass die Tätigkeiten der Schülerinnen und Schüler ebenso variantenreich sind wie die

gewonnenen Lernprodukte. Selbsttätigkeit steht im Mittelpunkt. Das Thema wird außerdem nicht nur von der rein technisch-naturwissenschaftlichen Seite betrachtet, sondern es werden auch gesellschaftlich relevante Aspekte mit einbezogen.

Der unterrichtliche Ablauf dieses Moduls ist in der folgenden Übersicht dargestellt. Viele der Inhalte können sowohl vom Chemie- als auch vom Physik-lehrer durchgeführt werden, was eine hohe Flexibilität ermöglicht.

Stunden-zahl	Inhalt	CÜ/ PÜ	Ph	C
2	Einführung in Wärmetransport und Thermographie Übung: Interferenz an einer CD Übung: Versuche zum Wärmetransport	x	x	
1-2	Vom Monomer zum Polymer (Grundlagen der Kunststoffherstellung)			x
1	Herstellung von Styroporkugeln Übung: Herstellung von Styroporkugeln	x		x
1-2	Grundlagen der Wärmedämmung: Internetrecherche Arbeitsblatt: Internetrecherche zur Dämmung		x	x
1	Temperaturmessungen an Gebäudeteilen und Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten Übung: Bestimmung der U-Werte für das Schulgebäude	x	x	x
1	Einführung in die Auswertung von Infrarotbildern Präsentation: Interpretation von Thermographiebildern Arbeitsblatt: Interpretation von Thermographiebildern Arbeitsblatt: Funktionsweise einer Thermographiekamera		x	x
2	Anfertigen thermographischer Aufnahmen mit der Wärmebildkamera		x	x
1-2	Digitale Auswertung der Infrarotbilder des Schulgebäudes		x	x
1-2	Konzeption und Bau einer Apparatur für die Messung der Dämmfähigkeit von (Dämm-)Stoffen Übung: Bauanleitung für eine Apparatur zur Bestimmung des U-Werts	x	x	x
1	Bestimmung des U-Wertes von Dämmstoffen mithilfe der selbstgebauten Apparaturen Übung: Bestimmung des U-Werts verschiedener Dämmstoffe	x	x	x
1-2	Podiumsdiskussion zum Thema Gebäudedämmung Arbeitsblatt: Rollenbeschreibungen für Podiumsdiskussion		x	x

3.3.5 Kurzbeschreibung weiterer Module

Obwohl bei HorizONTEc die Förderung des naturwissenschaftlichen Unterrichts im Mittelpunkt steht, spielen bewusst auch andere Fächer eine große Rolle. Durch das weite Rahmenthema ist dies problemlos möglich. Dazu kommt, dass die Lehrpläne der 10. Jahrgangsstufe für die Fächer Geografie, Deutsch und Kunst hervorragende Anknüpfungspunkte bieten. Die Bezüge sollen hier kurz umrissen werden.

Geografie

Modul „Verstädterung“

Um die Jahrhundertwende vom 20. zum 21. Jahrhundert lebten erstmals mehr als die Hälfte der Menschen in Städten. Experten gehen davon aus, dass dieser Prozentsatz weiter ansteigen wird bis auf etwa 75% um das Jahr 2050. Die Stadt wird also mehr und mehr zum Lebensraum der Zukunft mit den verschiedensten Herausforderungen: Landflucht in China oder Indien, innerstädtische Slums beispielsweise in Mumbai, Ballungsräume wie Tokio mit der ständigen Gefahr von Naturkatastrophen bei gleichzeitiger Raumnot, soziale und ethnische Segregation in US-amerikanischen Städten oder die Integration von Migranten in München.

Die Schülerinnen und Schüler begreifen Verstädterung als weltweiten Prozess. Exemplarisch wird das Leben in einem innerstädtischen Slum (Mumbai, Indien) und in einer modernen Megacity (Tokio) betrachtet. Wie kann man der Raumnot sinnvoll begegnen und wie kann der Schutz vor Naturgefahren gelingen? Erweitert wird das Thema um die hochaktuelle Frage, wie Migranten in den Ankunftsstädten integriert werden können.

Modul „Klimaszenario“

Die Auswirkungen des Klimawandels werden vor allem auch in den Städten zu spüren sein. Eine zu dichte Bebauung, die keine Frischluftzufuhr mehr ermöglicht, oder etwa ein geringer Anteil an Grünflächen machen die Stadt zunehmend

zur Hitzefalle. Das Risiko für Herz-Kreislauf-Probleme steigt – und das vor allem für die insgesamt immer älter werdende Bevölkerung. Mithilfe der Szenariotechnik entwickeln die Schüler mögliche Extremszenarien für das Stadtklima in München im Jahr 2050, um anschließend darüber zu diskutieren, wie negative Entwicklungen verhindert und positive Entwicklungen gefördert werden könnten. Im Raum steht aber auch die Frage, wie man sich an die veränderten Umweltbedingungen anpassen kann, falls die globale Erwärmung nicht mehr aufzuhalten ist.

Deutsch

Modul „Science-Fiction – Portfolioarbeit zu einer Lektüre“

Wie wird die Stadt der Zukunft aussehen? Wie werden die Menschen wohnen, wie werden sie sich fortbewegen? Solche und weitere Fragen zur „Stadt der Zukunft“ wurden auch vor über hundert Jahren schon gestellt. Auf besonders prägnante und fantasievolle Weise haben Science-Fiction-Autoren in ihren Romanen utopische Antworten gegeben, die heute teilweise gar nicht mehr so utopisch klingen.

Zum Einstieg in das Thema „Stadt der Zukunft“ lesen und bearbeiten die Schüler einen Science-Fiction-Roman. Die gewählte Methode ist die Portfoliomethode, wobei bei den Arbeitsaufträgen an die Schüler darauf geachtet wird, vor allem auch die Bezüge zum Kontext-Thema herauszuarbeiten. Oft sind utopische Ideen nichts anderes als (noch versponnen wirkende) technische Problemlösungen. Der Bezug zu den naturwissenschaftlichen Modulen wird den Schülern dadurch zu einem frühen Zeitpunkt im Schuljahr verdeutlicht.

Literaturauswahl

Eine Reihe von Science-Fiction-Romanen ist hinsichtlich ihrer Brauchbarkeit für den Unterricht untersucht worden. Als besonders gut geeignet haben sich die folgenden Romane erwiesen:

Stanislaw Lem: Der futurologische Kongress

- Entstehung von Megacities
- Gewaltige Gebäudedimensionen: Wohngebäude sind hinsichtlich Infrastruktur, Energieversorgung und Abfallrecycling autark.

Isaac Asimov: Die Stahlhöhlen

- Energieversorgung: Atomenergie
- Mobilität: Mittels Laufbändern
- Überbevölkerung
- Riesige „Kuppelstädte“
- Keine Landwirtschaft; es werden stattdessen Hefekulturen in riesigen Anlagen gezüchtet

Weitere Empfehlungen:

Herbert W. Franke, Ypsilon Minus; P. K. Dick: Bladerunner / Träumen Androiden von elektrischen Schafen?

Kunst

„Titelseite Portfolio Science-Fiction“

Parallel zur Lektüre der Science-Fiction-Romane im Fach Deutsch gestalten die Schülerinnen und Schüler die Titelseite des Portfolios, wobei sie sich mit den Hauptmotiven des Romans und deren symbolischer Darstellung beschäftigen.

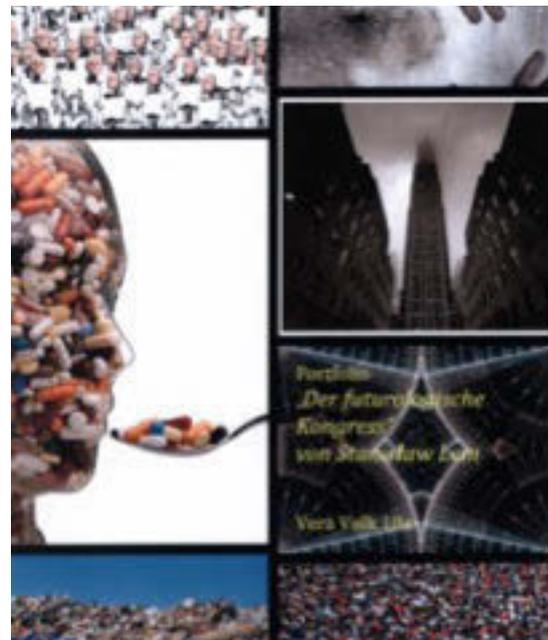


Abb. 3.3-8: Deckblätter zu von den Schülern gestalteten Portfolios



Abb. 3.3-8: Deckblätter zu von den Schülern gestalteten Portfolios

„Kultobjekt der Zukunft“

Die Schülerinnen und Schüler finden eine geeignete Darstellung eines Kultobjekts aus ihrer Lebenswelt in Kombination mit einer gezeichneten Stadtutopie unter Beachtung der Bildkomposition und zentralperspektivischer Darstellung.

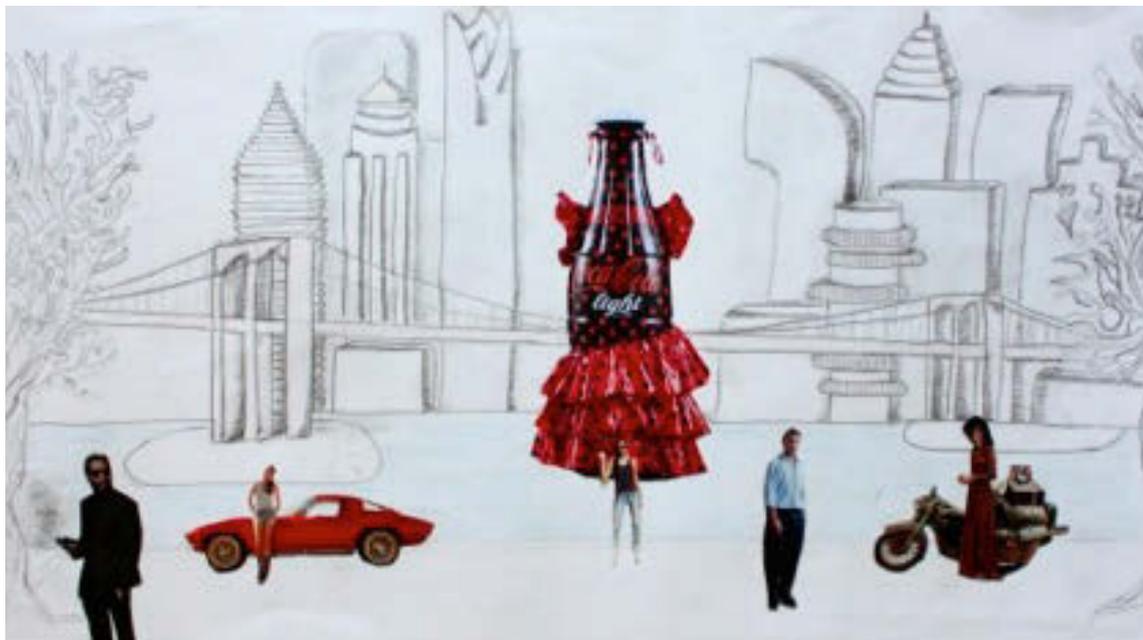


Abb. 3.3-8: Deckblätter zu von den Schülern gestalteten Portfolios

„Innenraumgestaltung“

Die Schüler beschäftigen sich mit der Innengestaltung von Wohnräumen in einer Stadt der Zukunft.



Abb. 3.3-9: Schülerarbeiten zur Innenraumgestaltung

„Architekturen in der Zukunft“

Die Schüler entwerfen und bauen ein Architekturmodell bezogen auf die Stadt der Zukunft. In dieses Modul – es wird am Ende des Schuljahres bearbeitet – fließen die Ideen und Erkenntnisse aller beteiligten Fächer – speziell auch des na-



Abb. 3.3-10. Skizze und Modell eines Zukunftshauses

turwissenschaftlichen Kernprojekts – ein. Es kann gewissermaßen eine Synthese aus utopischen Gedanken und naturwissenschaftlichen Notwendigkeiten hergestellt werden. Aus den gesammelten Modellen der Schüler wird eine Zukunftsstadt zusammengestellt.

3.3.6 Lehrplaneinbettung

	Modul	Lehrplanbezug
Chemie	Gebäudedämmung	Kohlenwasserstoffe: Alkene (vom Monomer zum Polymer)
	Carbonfasern	Die anorganische Seite des Kohlenstoffs: Kohlenstoffmodifikationen
Physik	Gebäudedämmung	Kohlenwasserstoffe: Alkene (vom Monomer zum Polymer)
	Carbonfasern	Die anorganische Seite des Kohlenstoffs: Kohlenstoffmodifikationen
	Gebäudedämmung	Kohlenwasserstoffe: Alkene (vom Monomer zum Polymer)
Biologie	Mikroklima	Grundlegende Wechselbeziehungen zwischen Lebewesen, Bedeutung und Gefährdung von Ökosystemen
	Fluss in der Stadt	Grundlegende Wechselbeziehungen zwischen Lebewesen (Aufbau und Merkmale eines Ökosystems der gemäßigten Breiten an einem konkreten Beispiel)

	Modul	Lehrplanbezug
Geographie	Verstädterung	Die neuen Wirtschaftsmächte Indien und China im Vergleich: Bevölkerungsprobleme: Bevölkerungsverteilung, Bevölkerungswachstum, Wanderungen, Bevölkerungspolitik
	Klimaszenario	Globale Herausforderungen: globaler Umweltschutz: Ursachen und Folgen weltweiter Umweltbelastungen am Beispiel des anthropogenen Treibhauseffekts
Deutsch	Science-Fiction – Portfolioarbeit zu einer Lektüre	Beschäftigung mit der Literatur der Gegenwart
	Kommentare und Erörterungen	Erörtern von Sachverhalten aus dem weiteren Erfahrungsbereich sowie von Problemen von allgemeiner Bedeutung in freieren Formen
	Kreatives Schreiben von Science-Fiction-Texten	Gestaltendes Arbeiten, produktiver Umgang mit Sprache und Literatur
Kunst	Kultobjekt der Zukunft	Kommunikation und Medien: Corporate Design
	Titelseite Portfolio Science-Fiction	Lebenswelten: Lebensentwürfe Jugendlicher
	Innenraumgestaltung	Bildnerische Studie
	Modell: Haus der Zukunft	Architektur und Design: Städtebau und Gestaltung im öffentl. Raum

3.3.7 Erfahrungen aus den Projektjahren

- Die Schülerinnen und Schüler empfinden das beschriebene Projekt als „echtes“ Projekt, da durch die Vielzahl an Modulen in verschiedenen Fächern eine große, abwechslungsreiche Kontinuität entsteht.
- Durch das Zusammenwirken vieler Lehrkräfte und vieler verschiedener Fächer entsteht ein Zusammengehörigkeitsgefühl.
- Die Rückmeldungen der Schüler zum Naturwissenschaftlichen Vormittag waren überwiegend positiv.
- Leistungsstärkere Schüler profitieren mehr vom Projektunterricht als leistungsschwächere. Doch auch Letztere bekommen in besonderem Maße die Möglichkeit, Handlungskompetenzen zu erwerben, die in der Oberstufe von Bedeutung sind. Im Hinblick auf den fachlichen Lernerfolg müssen ihnen jedoch gesonderte Hilfestellungen angeboten werden.
- Der Projektunterricht im Rahmen eines solchen Jahresthemas ist eine gelungene Vorbereitung auf die Seminarfächer in der Oberstufe.



Rupprecht-Gymnasium München
Jahrgangsstufe 9
alle Ausbildungsrichtungen

3.4.1 Überblick

Sinne sind unverzichtbare Werkzeuge des Menschen und der Tiere zur Wahrnehmung ihrer Umwelt. Während Tiere jedoch nur auf ihre Sinne angewiesen sind, gelingt

es dem Menschen, sein Wahrnehmungsspektrum mithilfe technischer Sensoren zu erweitern. Der omnipräsente Einsatz von Sensoren in der realen Welt schafft authentische Kontexte mit Alltagsbezug, aus denen heraus sich neue Fragestellungen ergeben, wie Sensoren in Zukunft das Leben der Menschen begleiten können. Diese Herangehensweise soll Jugendliche für naturwissenschaftlich-technologische Fragestellungen begeistern. Durch die geschickte Nutzung technischer Systeme können wir aktuellen und zukünftigen Herausforderungen intelligent begegnen. Der sich beschleunigende technische Fortschritt und die damit einhergehenden Entwicklungstendenzen verstärken die Zukunftsrelevanz des Themas.





Abb. 3.4-1: Themen und Unterrichtsmodule

Der Themenkreis Sinne und Sensoren eignet sich in besonderer Weise für die Umsetzung der Ziele von HoriZONTec. Neben der bereits angesprochenen Alltags- und Zukunftsrelevanz bietet die horizontale Vernetzung sechs unterschiedlicher Fächer (vgl. Abb. 3.4-1) hervorragende Möglichkeiten für einen handlungsorientierten, produktorientierten Unterricht.

Die Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 9 entwickeln eine umfassende, fächerübergreifende Perspektive auf aktuelle und zukünftige Herausforderungen, die mit dem Thema Sensorik verknüpft sind.

Das Unterrichtsprojekt „SINNsorik – Wahrnehmen durch Sensoren“ ist modular aufgebaut. Es

Grundstruktur des Projekts:

Kick-off	Bearbeitung eines Einführungsmoduls – Eröffnung des Rahmenthemas
Projektarbeit	Durchführung von fünf weiteren naturwissenschaftlichen Modulen – verteilt über das Schuljahr (vgl. Abb. 3.4-2)
Weiterentwicklung des Projekts	Einbeziehung ökonomischen Denkens in den Modulen der Fächer WR, Ku und Inf: Entwicklung von Produkt- und Geschäftsideen
Lessons Learned	Abschlusspräsentation



Abb. 3.4-2: Empfohlene zeitliche Staffelung der Module

findet lehrplanmäßiger Unterricht in den einzelnen Fächern statt, in dem der Fokus so oft wie möglich auf das Rahmenthema gerichtet wird. Die Anlage des Projekts gibt den Fachlehrerinnen und -lehrern die Flexibilität, entweder eine Kombination der wesentlichen Kernmodule durchzuführen (vor allem SG, MuG, HuG, WSG, siehe Kapitel 3.4.5) oder das gesamte Projekt in den Unterricht zu integrieren (empfohlen für NTG unter Einbeziehung der Profilstunden). Einen möglichen zeitlichen Ablauf des Projekts zeigt Abbildung 3.4-2.

Kurzüberblick über die Module:

Kick-off/Einführungsmodul: In diesem einführenden Modul wird fächerübergreifend gearbeitet. Ziel ist es, ein fachlich fundiertes Verständnis der Begriffe „Sinne“ und „Sensorik“ zu entwickeln. Thematisch setzen sich die Schülerinnen und Schüler mit der Aufnahme, Weiterleitung und Verarbeitung von Information in natürlichen Systemen und in der Technik vergleichend auseinander. Sie erhalten einen ersten Überblick, wie

Sinne und Sensoren unser derzeitiges Leben mitbestimmen und können – auf der Basis bereits bekannter Sensoren – Zukunftsperspektiven für weitere Sensorprodukte und deren Anwendung entwickeln.

Wahrnehmung und Sinnesleistungen:

Das Modul hat einen biologischen Schwerpunkt. Die Schülerinnen und Schüler setzen sich intensiv mit der Wahrnehmung und Sinnesleistung des Menschen auseinander.

Bionik:

Anhand besonderer Beispiele aus der Natur stellen die Schülerinnen und Schüler fest, dass Sinnesleistungen auch Vorbilder für die Technik sein können. Hier knüpft das eher biologische Modul „Wahrnehmung und Sinnesleistungen“ an die Physik an und ist damit ein guter Verknüpfungspunkt für fächerübergreifenden Unterricht.



Abb.3.4-3 Verschiedene technische Sensoren, von links: Versuch mit einem Metalldetektor, Seifenspender auf Basis eines IR-Sensors, Windstärke-Sensor

Infrarotsensorik in Natur und Technik:

Infrarotstrahlung ist für Menschen nicht einfach wahrnehmbar. Im Alltag werden deshalb technische Infrarotsensoren, die eine präzise Erfassung dieser Strahlung ermöglichen, vielfach eingesetzt. Auch bei verschiedenen Tierarten entwickelte sich ein Infrarotsinn, der ihnen Überlebensvorteile verschafft. Das beschriebene Modul besitzt einen physikalischen Schwerpunkt. Im Mittelpunkt stehen der Bau eines Sensor-Grundmodells sowie Anwendungen von IR-Sensoren in Natur und Technik.

Stoffen auf der Spur:

Das Projekt SINNSorik knüpft in diesem Modul an die Lehrplaninhalte des NTG-Zweiges in Chemie an, speziell an den Themenkomplex der Qualitativen Analytik. Am Beispiel der Entdeckung des Kohlenstoffdioxid-Gases begeben sich die Schülerinnen und Schüler auch auf wissenschaftshistorische Wege. Durch Alltagsbezüge wird ihnen die Notwendigkeit von Nachweismethoden für Stoffe bewusst, die der Mensch nicht einfach durch seine Sinne wahrnehmen kann.

Elektrische und magnetische Sensorik:

Die Jugendlichen lernen verschiedene Beispiele für elektrische und magnetische Sensoren ken-

nen. Im Vordergrund stehen das selbsttätige Erarbeiten und die Präsentation fachlicher und methodischer Kenntnisse durch die Schülerinnen und Schüler.

Bewegungslehre – Messen und Interpretieren:

Es werden Anregungen für die Analyse verschiedener Bewegungsabläufe mithilfe von Sensoren gegeben.

Produkt- und Geschäftsideen:

Zunächst reflektieren die Schülerinnen und Schüler, welchen technischen Herausforderungen unsere Gesellschaft in Zukunft gegenübersteht und welche davon durch Sensortechnologie gelöst oder vereinfacht werden können. Anschließend entwickeln die Jugendlichen hierzu schrittweise ein fiktives oder reales Sensorprodukt, welches zu einer Geschäftsidee ausgebaut wird. Hierzu erstellen die Schülerinnen und Schüler einen Businessplan und gestalten ein Werbeplakat. Im NTG-Zweig veranschaulichen sie das physikalische Wirkprinzip ihres Sensors in einer geeigneten Form.

Arbeiten mit Datenbanken:

Die Schülerinnen und Schüler des NTG-Zweiges erstellen im Team auf der Basis fiktiver Geschäfts-

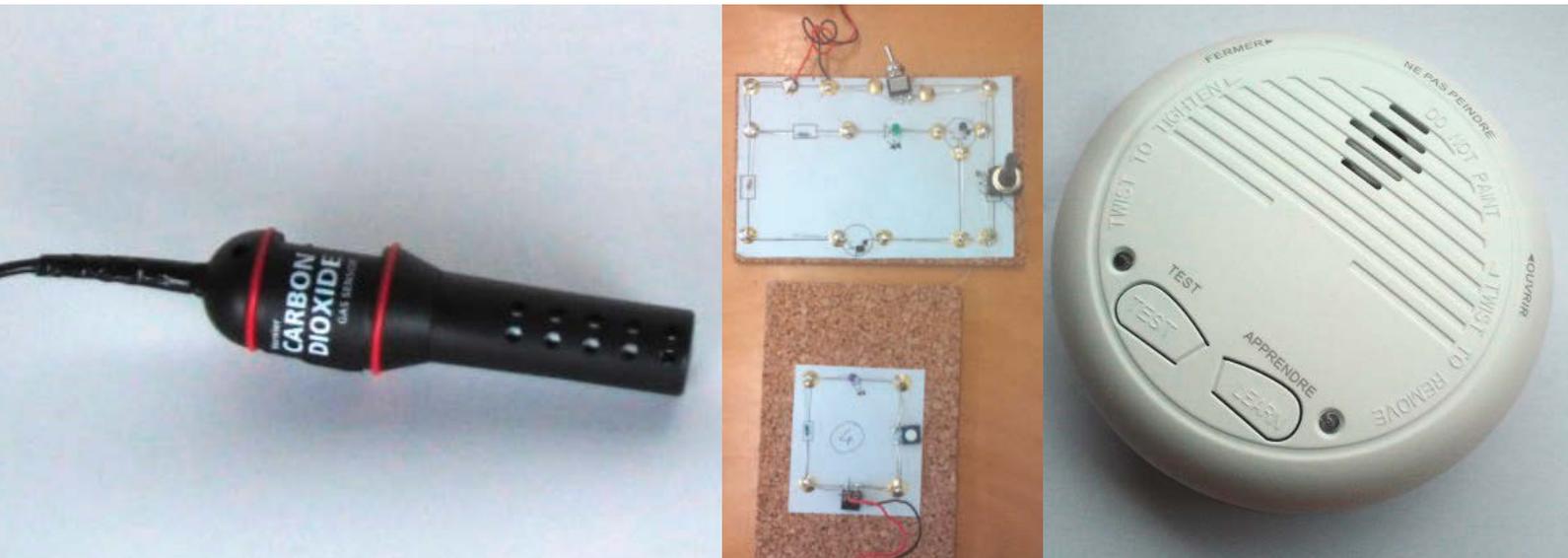


Abb.3.4-3 Verschiedene technische Sensoren, von links CO₂-Sensor, IR-Sender- und Empfängermodell, Rauchmelder auf Basis eines IR-Sensors

daten passend zu ihrer Produktidee eine Datenbank- anwendung.

3.4.2 Organisatorische Überlegungen

Für die Umsetzung des Unterrichtsprojektes empfiehlt sich die Orientierung an den nachfolgenden organisatorischen Rahmenbedingungen:

Lehrkräfteteam

Um dem fächerübergreifenden Charakter des Projekts gut Rechnung tragen zu können, sollte sich ein Lehrkräfteteam von Kollegen der verschiedenen Fächer finden. Für eine reduzierte Projektversion (vgl. Kap 3.4.5), insbesondere in den Nicht-NTG-Ausbildungsrichtungen, erweist sich ein Team aus einer Biologie-, einer Physik-, einer Kunst- und einer Wirtschafts- und Rechtslehrkraft als ideal. In naturwissenschaftlich-technologischen Klassen ist das Hinzuziehen der Informatik- und der Chemielehrkraft wünschenswert.

Stundenplan

Der projektbezogene Unterricht nutzt neben den gemäß Stundentafel festgelegten Unterrichtsstunden, in denen die unterschiedlichen Fächer zu festen Zeiten durch die jeweiligen Lehrkräfte

unterrichtet werden, auch flexible Elemente:

Am besten hat es sich bewährt, zumindest einmal in der Woche zwei bis drei Unterrichtsstunden der beteiligten Fächer hintereinanderzustellen (z. B. Ph, C und B in drei aufeinanderfolgenden Stunden), sodass projektbezogenes Arbeiten über den 45-Minuten-Takt hinaus möglich wird. Die Fachlehrkräfte wechseln sich in der Betreuung der Projektarbeit ab (gemäß Stundenplan). In manchen Projektphasen erweist sich auch der Unterricht durch ein Lehrerteam als besonders günstig. Dies kann in jedem Einzelfall durch Tauschstunden organisiert werden. Es hat sich jedoch bewährt, im Stundenplan der Fachlehrkräfte während der Dreistundeneinheit entsprechend komplementäre Freistunden vorzusehen, sodass Teamteaching jederzeit unkompliziert möglich ist.

Eine weitere Flexibilisierung kann episodisch erfolgen: Bei Bedarf kann beispielsweise in einer Woche die Biologielehrkraft und in der nächsten Woche die Physiklehrkraft die Klasse unterrichten; in der dritten Woche mag sich wiederum das Teamteaching durch ein Lehrerteam verschiedener Fächer anbieten. So wird neben einer geeigneten, an den Projektverlauf angepassten

Förderung auch der fächerübergreifende Fokus gewährleistet.

Außerdem ist es sinnvoll, im Stundenplan die Profilstunden der Fächer Physik und Chemie der naturwissenschaftlich-technologischen Klassen parallel zu legen, damit in diesen Stunden mit einer halben Klasse schülerzentriert gearbeitet werden kann. Im Idealfall wird in Biologie und Chemie die gleiche Lehrkraft eingesetzt.

Räume und Ausstattung

An der Schule sollten für Rechercharbeiten ein Computerraum mit Internetanschluss und für die Durchführung der experimentellen Versuche naturwissenschaftliche Übungsräume zur Verfügung stehen. Soll auch – wie am Rupprecht-Gymnasium München – das computergestützte Planspiel „EcoStartup®“ durchgeführt werden, ist sicherzustellen, dass die IT-Ausrüstung im Computerraum den Anforderungen der vom Planspiel eingesetzten Software genügt. Für die Lötarbeiten müssen Lötstationen vorhanden sein. Darüber hinaus werden an die Ausstattung der Schulen keine besonderen Voraussetzungen gestellt.

Ob weitere finanzielle Mittel benötigt werden, hängt davon ab, in welchem Umfang das Unterrichtsprojekt durchgeführt wird. Verzichtet man z. B. auf die Anschaffung vergleichsweise kostspieliger Sensoren (z. B. CO₂-Sensoren), wie sie in der Maximalvariante für das NTG benötigt werden, hält sich der finanzielle Bedarf in einem eher geringen Rahmen; die notwendigen Materialien können in der Regel kostengünstig bei entsprechenden Anbietern bestellt werden. Viele Materialien (wie z. B. Lötstationen) können in der Regel in mehreren Klassen und Jahrgangsstufen eingesetzt werden, sodass sich eine Anschaffung lohnt.

3.4.3 Lehrplanbezug

Die folgende Übersicht verdeutlicht die Einbettung relevanter Lehrplaninhalte der Jahrgangsstufe 9 in das Projekt „SINNsorik - Wahrnehmen durch Sensoren“.

Physik

Die Projektthematik ist in allen großen Teilbereichen des Lehrplans verankert:

- Atome (Aufnahme und Abgabe von Energie, z. B. IR-, Licht- und UV-Sensoren; Radioaktivität, z. B. Geiger-Müller-Zählrohr als Sensor)
- Elektrik (elektrisches und magnetisches Feld; Induktion, z. B. Seismometer)
- Kinematik und Dynamik geradliniger Bewegungen (z. B. Lichtschranke und Ultraschallsensor)
- Profilbereich am NTG (Halbleiter und Mikroelektronik, z. B. LEDs, Signalverstärker und intelligente Sensorschaltungen; Neurobiologie, Medizinphysik und weitere Anwendungen der Atom- und Kernphysik, z. B. Pulsoximetrie und Kernspintomograph als Sensor)

Biologie

Die Signalverarbeitung beim Menschen ist ein Schwerpunktthema der Jahrgangsstufe 9. Dabei werden v. a. die Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung durch Nerven- und Sinnesorgane und die nur durch das Zusammenspiel beider Systeme mögliche Wahrnehmung thematisiert. Zusätzlich werden evolutionäre Zusammenhänge angesprochen.

Chemie (NTG)

Eine natürliche Anknüpfung an den Lehrplan des Faches Chemie ist durch die qualitativen Analysemethoden gegeben. Hierbei kann das Thema „Nachweis von Stoffen“ günstig mit dem Projekt verknüpft werden.

Wirtschaft und Recht

Im Fach Wirtschaft und Recht betrachten die Schülerinnen und Schüler wirtschaftliches und rechtliches Handeln aus der Perspektive eines Unternehmens (Lehrplanthema „Wirtschaftliches und rechtliches Handeln in Unternehmen“). Nach der Entwicklung eines eigenen Sensorprodukts erhalten sie durch Schülerfirmen anhand praxisnaher Fallbeispiele ein Bewusstsein für Gestaltungsmöglichkeiten und Chancen, aber auch für Risiken des unternehmerischen Handelns.

Kunst

Im Kunstunterricht entwickeln und konzipieren die Jugendlichen im Team eigene Werbekampagnen für ihre Produktidee (Lehrplanthema „Kommunikation und Medien: Werbung und Photographie“).

Informatik (NTG)

Im Fach Informatik erfolgt die Verankerung im Themenbereich „Datenmodellierung und Datenbanksysteme“, insbesondere im Bereich „Komplexeres Anwendungsbeispiel“. Die Schülerinnen und Schüler des naturwissenschaftlich-technologischen Ausbildungszweiges erstellen am Ende des Schuljahres im Rahmen eines Projekts eine komplexere Datenbank. Dabei wird ihnen durch die Bearbeitung eines praxisbezogenen Beispiels (z. B. Lagerbestand, Kundendatei passend zu ihrer fiktiven Schülerfirma) ermöglicht, den Modellierungsvorgang kritisch zu reflektieren. Ziel dieses informationstechnischen Projekts ist es auch zu erfahren, wie eine gestellte Aufgabe in einem vorgegebenen, zeitlich begrenzten Rahmen im Team gelöst werden kann.

3.4.4 Projektdokumentation durch ein Portfolio

Alle Schülerinnen und Schüler legen während des Projekts eine fächerübergreifende Portfoliomappe an, in welche Arbeitsblätter, Mitschriften und Projektergebnisse abgelegt werden.

Die Unterrichtsmaterialien zu den einzelnen Modulen und eine ausführliche Beschreibung zum Ablauf finden sich auf der Homepage <http://www.horizontec.de/rupprecht-gymnasium-muenchen/>. Diese Materialien bilden gleichzeitig die Grundlage für das Schülerportfolio.

Eine Auswahl der Materialien zeigt die Zusammenstellung in Abbildung 3.4-4.

Im weiteren Projektverlauf entwickeln die Schülerinnen und Schüler eigene Ideen für innovative Sensorprodukte, die unser Leben in Zukunft erleichtern sollen. Folgende Ideen wurden im Rahmen eines Businessplans ausgearbeitet (Auswahl):

Im weiteren Projektverlauf entwickeln die Schülerinnen und Schüler eigene Ideen für innovative Sensorprodukte, die unser Leben in Zukunft erleichtern sollen. Folgende Ideen wurden im Rahmen eines Businessplans ausgearbeitet (Auswahl):

- Alarmanlage zur Einbruchsicherung: Ausstattung von (Wohn-)Häusern mit Lichtschranken, die bei Unterbrechung einen Alarm auslösen;
- Tsunamisensor: Einsatz eines Seismometers (Induktionssensor) zur Registrierung von Druckwellen;
- Sensorschuh: Einsatz von Sensoren in der Kleidung, um z. B. Haustüren ohne Schlüssel öffnen zu können; Erleichterung insbesondere für ältere und mobilitätseingeschränkte Personen im privaten Wohnbereich;
- City-Cleaner: Über die Stadt verteilte Desinfektionsspender mit IR-Sensoren, um die Krankheitsausbreitung in Ballungsräumen einzudämmen;
- Selbst steuernde Autos: Einsatz unterschiedlichster Sensoren zur Realisierung des „fahrerlosen“ Autos;
- Armbanduhr mit Messfunktion: Bestimmung von Blutwerten über Lichtabsorption, um die Ernährungsgewohnheiten zu optimieren.

3.4.5 Empfehlungen für die Umsetzung

Das Unterrichtsprojekt wurde am Rupprecht-Gymnasium zum ersten Mal im Schuljahr 2012/2013 sowohl im NTG als auch im SG der Jahrgangsstufe 9 durchgeführt und innerhalb der beiden darauf folgenden Schuljahre weiterentwickelt.

Durchführung des Projektes in verschiedenen Ausbildungsrichtungen der Jahrgangsstufe 9

Während die Unterrichtsmodule im naturwissenschaftlich-technologischen Gymnasium mit Profilbereich vollumfänglich eingesetzt werden können, wird für den Einsatz in allen anderen Ausbildungsrichtungen eine reduzierte und an die jeweiligen Gegebenheiten angepasste Variante empfohlen: In diesen muss beachtet werden, dass für die Schüler keine Profilstunden vorgesehen sind. Eine mögliche Alternative zum doch recht zeitaufwändigen Bau eines Sender-Empfänger-Modells ist, diesen praktischen Teil im Rahmen einer Exkursion bei einem externen Partner (z. B. einem industriellen oder universitären Partner) oder an einem naturwissenschaftlichen Vor- oder Nachmittag in der Schule durchzuführen. Außerdem entfällt der Informatikteil des Projektes.

Durchführung des in einer Kurzversion

Folgende Module können als Kern des Unterrichtsprojekts gesehen werden:

- Einführung und Projektaufakt
- Infrarotsensorik bzw. magnetische Sensorik
- Produkt- und Geschäftsidee

In diesen Basismodulen werden die Fächer Biologie und Physik vernetzt und zukunftssträchtige Sensorprodukte werden entworfen. Über die Fächer Kunst und Wirtschafts- und Rechtslehre werden diese Ideen in den Kontext ökonomischer Zusammenhänge gestellt – eine Verknüpfung, die den Schülern vor Augen führt, dass die Lösung von Zukunftsfragen immer auch Entscheidungsfreude und ein gewisses Risikobewusstsein beinhaltet.

Dieses Basiskonzept lässt sich im Rahmen einer Kurzversion in einer überschaubaren Anzahl von Unterrichtsstunden in allen Ausbildungsrichtungen durchführen und ist deshalb auch für ein erstes Kennenlernen des Projekts geeignet. In weiteren Schuljahren kann das Unterrichtsprojekt dann auch systematisch erweitert werden.

Anpassungen des Unterrichtsablaufs in den Fächern Physik, Biologie und Wirtschaft/Recht (gilt für alle Zweige)

Im Physikunterricht sollte mit dem Themenbereich „Atome“ begonnen werden, damit die Schülerinnen und Schüler beim Start des Unterrichtsmoduls „Infrarotsensorik in Natur und Technik“ bereits erste Kenntnisse zu Spektren und Photonenenergien besitzen.

Im Biologieunterricht ist es sinnvoll, zunächst einen Überblick über das Nervensystem zu geben und die Besprechung der Sinnesleistungen vorzuziehen. Eine Erweiterung dieser Thematik kann an passender Stelle erfolgen: Natürliche und technische Sensoren können verglichen werden, das Ersetzen und Unterstützen von menschlichen Sinnen durch technische Sensoren oder auch das Vorbild der Natur für technische Entwicklungen können thematisiert werden (Modul Bionik).

Teile des Moduls „Produkt- und Geschäftsideen“ können erst durchgeführt werden, wenn im regulären Wirtschafts- und Rechtsunterricht der Jahrgangsstufe 9 die Lehrplankapitel „Entscheidungen bei der Gründung eines Unternehmens“, „Typische Geschäftsprozesse im Unternehmen“ und „Das Rechnungswesen als Grundlage unternehmerischen Handelns“ behandelt wurden. Da dies meist erst am Ende des Schuljahres der Fall ist, bietet es sich an, die Blöcke „Rechtliches Handeln der privaten Haushalte“ und „Wirtschaftliches und rechtliches Handeln in Unternehmen“ zu tauschen, um frühzeitig die Grundlagen für das Arbeiten mit dem Modul zu ermöglichen.

SINNSORIK **HORIZONT**
HOBISOW

BESONDERE SINNE ALS VORBILD FÜR DIE TECHNIK



KURZBESCHREIBUNG UND ZIELSETZUNG:

In der 9. Jahrgangsstufe beschäftigen sich die SuS hauptsächlich mit den Vorgängen der Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung beim Menschen. Ihnen soll in dieser Unterrichtseinheit Gelegenheit gegeben werden über den Tellerrand zu blicken und besondere Sinne, die der Mensch nicht besitzt, kennenzulernen. Viele dieser Sinne dienen auch der Vorlage für Entwicklungen in der Technik. Hier ist ein guter Verknüpfungspunkt für fachübergreifenden Unterricht gegeben.

Lernziele:

- Die SuS können besondere Sinnesleistungen mit Beispielen nennen, die der Mensch nicht besitzt.
- Die SuS kennen verschiedene technische Entwicklungen, bei denen es Vorbilder in der Natur gibt.

Dauer: wenige Minuten - 1 Unterrichtsstunde je nach Intensität

HINWEISE:

Die Beschäftigung mit „besonderen Sinnen“, die man in der Natur finden kann, kann auf verschiedenste Art und Weise geschehen. Im Folgenden werden verschiedene Varianten für den Einsatz im Unterricht vorgestellt und können je nach zur Verfügung stehender Zeit gewählt werden:

Variante 1: „Mein Tier kann ...“ – Kurzreferate

Nach dem Motto „Mein Tier kann ...“ stellen SuS ihr Tier mit seinen besonderen Fähigkeiten ihren Mitschülern vor. Die Ergebnisse der Referate können gemeinsam auf dem AB festgehalten werden.

Variante 2: Unterrichtseinsteige und Zusatzinformationen im Unterricht durch den Lehrer

Der Lehrer spricht im laufenden Unterricht besondere Sinne an und setzt diese Informationen zu motivatorischen Zwecken ein. Dies kann sowohl im Biologie- als auch im Physikunterricht geschehen und ermöglicht die fachübergreifende Sicht auf dieses Thema.



Abb. 3.4-4: Arbeitsblätter und Materialien aus dem Unterrichtsprojekt

SINNSORIK **HORIZONT**
HOBISOW

BAU VON IR-SENDER UND -EMPFÄNGER ALS GRUNDMODELL EINES SENSORS



KURZBESCHREIBUNG UND ZIELSETZUNG:

In diesen Unterrichtseinheiten sollen die SuS schrittweise die Kernbausteine Sender und Empfänger eines IR-Sensors kennenlernen und bauen.

Dauer: ca. 4 Unterrichtsstunden

DIDAKTISCHE UND METHODISCHE HINWEISE:

Für das Bauen des Senders und Empfängers sind zwei Doppelstunden günstig. Vorteilhaft ist weiterhin eine Teilung der Klasse, sodass jeweils etwa die Hälfte der Klasse betreut werden kann. Die Arbeiten finden in Gruppen statt. Wenn möglich, sollte dabei in Zweiergruppen gearbeitet werden. Sollte die Ausstattung mit Lötstationen nicht ausreichend sein, kann die Gruppengröße auch entsprechend größer gewählt werden. In diesem Fall sollte darauf geachtet werden, dass sich die SuS beim Lötten geeignet abwechseln.

Lernziele:

- Die SuS kennen die Funktionsweise von IR-Sender und -Empfänger.
- Die SuS kennen die Eigenschaften von NIR-Strahlung (Nahes Infrarot).
- Die SuS erweitern ihre Methodenkompetenz im naturwissenschaftlichen Arbeiten durch praktische Lötarbeit.



Abb. 3.4-4: Arbeitsblätter und Materialien aus dem Unterrichtsprojekt

SINNSORIK **HORIZONT**
HOBISOW

BESONDERE SINNE ALS VORBILD FÜR DIE TECHNIK

Besondere Sinne in der Natur **Anwendungen in der Technik**

Wärmeortung durch IR-Strahlung

Beispiele:

Die Grubenotter kann mit Hilfe des Grubenorgans ihre Beute auffinden.

Beispiele:

Eine Wärmebildkamera (Thermographie) in Helikoptern ermöglicht das Auffinden von Personen.

Echoortung durch Ultraschall

Beispiele:

Die Fledermaus und der Delfin können durch Ultraschall ihre Beute finden und sich orientieren.

Beispiele:

In der Schifffahrt wird die Echoortung zur Orientierung genutzt und in modernen Fahrzeugen als elektronische Einparkhilfe.

Orientierung durch Magnetfelder

Beispiele:

Viele Zugvögel orientieren sich mit Hilfe des Magnetfeldes der Erde.

Beispiele:

Der Mensch nutzt das Erdmagnetfeld mittels Kompass zur Orientierung.

Elektrosinn und Elektroortung

Beispiele:

Einen aktiven Elektrosinn besitzen der Zitteraal und der Messerfisch zur Orientierung und zum Kommunizieren. Einen passiven Elektrosinn findet man bei Hai und Rochen, die damit ihre Beute aufspüren können.

Beispiele:

Es gibt viele Ideen, diesen Elektrosinn in der Technik zu kopieren. Ideen für Anwendungen liegen im Bereich von neuartigen Abstandssensoren und Sensoren, die Materialfehler aufspüren können oder Hautkrankheiten detektieren.

Einige Sinnesleistungen, die der Mensch nicht besitzt, dienen als Vorlage für Entwicklungen in der Technik (> Bionik).



Abb. 3.4-4: Arbeitsblätter und Materialien aus dem Unterrichtsprojekt

SINNSORIK **HORIZONT**
HOBISOW

DER RAUCHMELDER

Feueralarm! Ein greller Pfeifton erfüllt den Raum. Ein kleiner Sensor an der Zimmerdecke, der Rauch registriert hat, macht sich nun lautstark bemerkbar – dies ist ein Rauchmelder.

Hinweis: Verwendet für alle schriftlichen Bearbeitungen die beiliegenden Blätter!

Arbeitsauftrag

Betrachtet die geöffnete Rauchkammer. Welche Grundbestandteile erkennt ihr? Welche Aufgaben könnten diese Bestandteile im Rauchmelder haben? Stellt Vermutungen auf und notiert diese! Notiert auch eine Vermutung über das physikalische Funktionsprinzip des Rauchmelders.

Modellexperiment

Einen Rauchmelder könnt ihr mit einem IR-Sender und einem IR-Empfänger modellhaft nachbauen, indem ihr als Vereinfachung anstelle von Rauchpartikeln kleine Aluminiumkügelchen verwendet.

Material: IR-Sender, IR-Empfänger mit eingebautem Summierer anstelle der LED, Aluminiumfolie

Durchführung:

Ordnet den IR-Sender und -Empfänger so an, wie es in der Rauchkammer des Rauchmelders der Fall ist. Stellt ein Hindernis so auf, dass das Licht der IR-LED nicht auf den Empfänger trifft. Formt aus der Aluminiumfolie kleine Kügelchen. Lasst die Kügelchen in den Bereich zwischen Sender und Empfänger fallen.

Arbeitsaufträge

- Beurteilt eure zu Beginn getroffenen Vermutungen über die Bestandteile des Rauchmelders und dessen Funktionsprinzip. Verbessert die Vermutungen mit Hilfe der Beobachtungen aus dem Modellexperiment! Notiert eure Ergebnisse!
- Holt Euch erst jetzt vom Pult das Infoblatt zum Rauchmelder. Lest das Blatt aufmerksam durch und legt es zurück auf das Pult. Fasst anschließend das Funktionsprinzip mit eigenen Worten in wenigen Sätzen schriftlich auf dem beiliegenden Blatt zusammen. Erstellt dazu passende Skizzen.

Aufgaben

- Erläutert, ob ein Rauchmelder theoretisch auch mit sichtbarem Licht funktionieren würde.
- In der Praxis verwendet man für Rauchmelder IR-LED's mit einer bestimmten Energie. Recherchiert und notiert, warum dies der Fall ist.
- Überlegt euch, wie ein gezielter, großflächiger Einsatz von Rauchmeldern in der Zukunft helfen kann, Schäden für Menschen, Tiere und Sachen zu vermeiden. Notiert eure Ergebnisse!



Abb. 3.4-4: Arbeitsblätter und Materialien aus dem Unterrichtsprojekt

DER REGENSENSOR

Kaum beginnt es zu regnen, beginnt auch der Scheibenwischer mit seiner Arbeit, und das ganz automatisch, als „wüsste“ er, dass es regnet.

Viele Fahrzeuge sind inzwischen mit Regensensoren ausgestattet, um die Scheibenwischeranlage zu steuern. Das Funktionsprinzip eines Regensensors nutzt die unterschiedliche Reflexion und Brechung von Licht an der Grenzfläche verschiedener Stoffen. Geht nämlich Licht von einem optisch dichteren in einen optisch dünneren Stoff über, so wird ein Teil des Lichts an der Grenzfläche zwischen den Stoffen reflektiert, der andere Teil vom Lot weggebrochen (siehe Abb. 1). (Beachte: Glas ist optisch dichter als Wasser und Wasser ist optisch dichter als Luft.)

Ab einem bestimmten Einfallswinkel – dieser wird auch Grenzwinkel der Totalreflexion genannt – wird das Licht totalreflektiert. (Wenn ihr euch nicht mehr an das Prinzip der Totalreflexion erinnert, dann holt euch das Schulbuch zur 7. Jahrgangsstufe vom Pult und lest dort nach!) Dieser Grenzwinkel der Totalreflexion hängt von den beiden Stoffen ab, die an der Grenzfläche aufeinandertreffen. An der Grenzfläche Glas – Luft tritt Totalreflexion bereits ab einem Einfallswinkel von ca. 42° auf. An der Grenzfläche Wasser – Luft dagegen erst bei ca. 49° und an der Grenzfläche Glas – Wasser erst bei ca. 62° (siehe Abb. 2). Diese Tatsache ist entscheidend für die Funktionsweise des Regensensors.

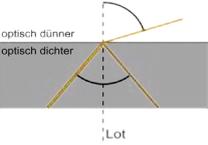


Abbildung 1

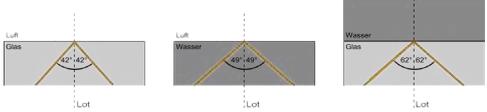


Abbildung 2

Hinweis: Verwendet für alle schriftlichen Bearbeitungen die beiliegenden Blätter!

Arbeitsauftrag

Stellt mit Hilfe obiger Informationen Vermutungen über das physikalische Funktionsprinzip eines Regensensors auf. Fertigt dazu passende Skizzen auf dem beiliegenden Blatt an. Notiert dort auch eure Vermutungen!

Abb. 3.4-4: Arbeitsblätter und Materialien aus dem Unterrichtsprojekt

ARBEITEN MIT DATENBANKEN



KURZBESCHREIBUNG UND ZIELESETZUNG:

In diesem optionalen Modul wird eine Verbindung zum Fach Informatik hergestellt. Der Lehrplan fordert dort am Ende der 9. Klasse die Erstellung einer Datenbank, bei der die Schüler ihr bisheriges Wissen zu diesem Thema anwenden und vertiefen sollen. Neben den fachlichen Kompetenzen sollen die Schüler außerdem ihre Erfahrungen mit dem Arbeiten im Team erweitern.

Lernziele:

- Die SuS wenden ihre Kenntnisse zum Erstellen eines Klassendiagramms an und vertiefen dabei ihr bisheriges Wissen.
- Die SuS wenden ihre Kenntnisse zum Erstellen eines Tabellenschemas an und vertiefen dabei ihr bisheriges Wissen.
- Die SuS wenden ihre Kenntnisse zur Umsetzung eines Tabellenschemas in eine relationale Datenbank am Computer an und festigen dabei ihr bisheriges Wissen.
- Die SuS sammeln Erfahrungen zur Projektarbeit und zum Arbeiten im Team.

Dauer: 10 Unterrichtsstunden

DIDAKTISCHE UND METHODISCHE HINWEISE:

Bei der Modellierung und der Umsetzung der Datenbank am Computer arbeiten die Schüler in Gruppen. Dabei ist es sinnvoll, die Gruppenzusammensetzung aus dem Modul **PRODUKT- UND GESCHÄFTSPLAN** beizubehalten, da die jeweilige Datenbank inhaltlich mit dem bisherigen Sensorprodukt dieser Gruppe in Verbindung stehen soll.

Abb. 3.4-4: Arbeitsblätter und Materialien aus dem Unterrichtsprojekt



Jahrgangsstufen 8 – 10 NTG
adaptiert auch HuG, MuG, SG, WSG

3.5.1 Überblick

Nahrungsmittel und ihre Produktion sind zu einer wichtigen globalen Zukunftsfrage geworden. Unsere Kaufentscheidungen und die sich wandelnden Essgewohnheiten haben Auswirkungen auf die ganze Welt. Kulturlandschaften verändern sich, vorhandene Artenvielfalt geht zugunsten gewinnbringender Monokulturen verloren, immer mehr moderne Agrartechnologien kommen zum Einsatz und ersetzen traditionelle landwirtschaftliche Produktionsweisen.

Dabei bleibt eine grundsätzliche Zukunftsfrage bestehen: Wie kann die Ernährung einer stetig wachsenden Weltbevölkerung sichergestellt werden, und dies unter den Aspekten eines ökologischen, ökonomischen und sozialen Nachhaltigkeitsgedankens?

Unter dieser Leitfrage erwerben die Schüler die Kompetenz, selbstständig zu recherchieren, zu forschen und zu präsentieren. Über verschiedene didaktische Ansätze (Schülerforschung, Expertenunterricht, Kreatives Arbeiten, ...) werden sie so zu einem differenzierten Urteil und zu selbstständigem Arbeiten geführt.





Abb. 3.5-1: Didaktische und thematische Konzeption des Projekts (*SOFA-Methode: Stationenbasiertes, offenes, fächerverschränktes Arbeiten)

Die thematische Konzeption (vgl. Farbcode in Abb. 3.5-1) ist eng mit der didaktischen Konzeption verknüpft. Jede Jahrgangsstufe hat sowohl inhaltlich als auch methodisch-didaktisch andere Schwerpunkte (vgl. zentrale Kategorien in Abb.

3.5-1). Das Konzept ist in jeder Ausbildungsrichtung realisierbar. Sicherlich ist der Raum, den es im naturwissenschaftlich-technologischen Gymnasium einnehmen kann, wesentlich größer als in anderen Zweigen. Dabei ist es besonders ziel-

Grundstruktur des Projekts:

Kick-off	Jahrgangsstufe 8 Geographie und Physik: In den Modulen „Heiße Kiste“, „Coole Sache“ und „Lebensmittel aus aller Welt“ werden die Thematik und die Zielsetzungen des Projekts vorgestellt. Dies bietet die Basis für das künftige Arbeiten an selbst gewählten Themen.
Selbstständiges Arbeiten an Lebensmittelthemen (farbig gekennzeichnete Module)	In den Jahrgangsstufen 8 – 10 arbeiten die Schülerinnen und Schüler an selbst gewählten Themen, die jeweils einen Bezug zu den Fachlehrplänen in B, C, Ph und/oder Geo aufweisen. Der methodische Ansatz ist jeweils unterschiedlich.
Lessons Learned	Beim jahrgangsübergreifenden Schülerkongress am Schuljahresende präsentieren die Arbeitsgruppen ihre jeweiligen Ergebnisse.

führend, wenn das Konzept über volle drei Jahre durchgeführt wird, damit die im ersten Jahr erworbenen Kompetenzen immer wieder trainiert, angewendet, erweitert und ausgebaut werden können. Eine Projektklasse durchläuft also im Idealfall einen kompletten Zyklus von Jahrgangsstufe 8 bis Jahrgangsstufe 10.

Der zeitliche Umfang der einzelnen Module schwankt zwischen einem Monat und einem halben Jahr. Es werden im Wesentlichen die Profilstunden für die individuelle Arbeit an den Themen genutzt. Jedoch werden im Rahmen der organisatorischen Möglichkeiten auch die Stunden des jeweiligen Fachunterrichts sowie einzelne Projekttag einbezogen. Abb. 3.5-2 veranschaulicht die Verteilung der Module über die drei Schuljahre hinweg.

3.5.2 Erläuterungen zur Projektkonzeption

Wissenschaftspropädeutisches und projektorientiertes Arbeiten – wie es von Schülerinnen und Schülern in den Seminarfächern verlangt wird – erfordert selbstständige Hypothesenbildung, Versuchsplanung, ergebnisoffenes Forschen, Recherchieren und Teamgeist. Durch NutriVISION sollen die Schülerinnen und Schüler gezielt an eine solche Arbeitsweise herangeführt werden.

Ausgangspunkt für die konzeptionellen Überlegungen war die Wahrnehmung folgender Diskrepanz:

Wenn Schülerinnen und Schüler im naturwissenschaftlichen Unterricht experimentieren, wird sehr oft ein Niveau erreicht, auf dem sie mehr oder weniger vorgegebene Versuche nachbauen. Die Verlaufs- und Ergebnisdokumentation

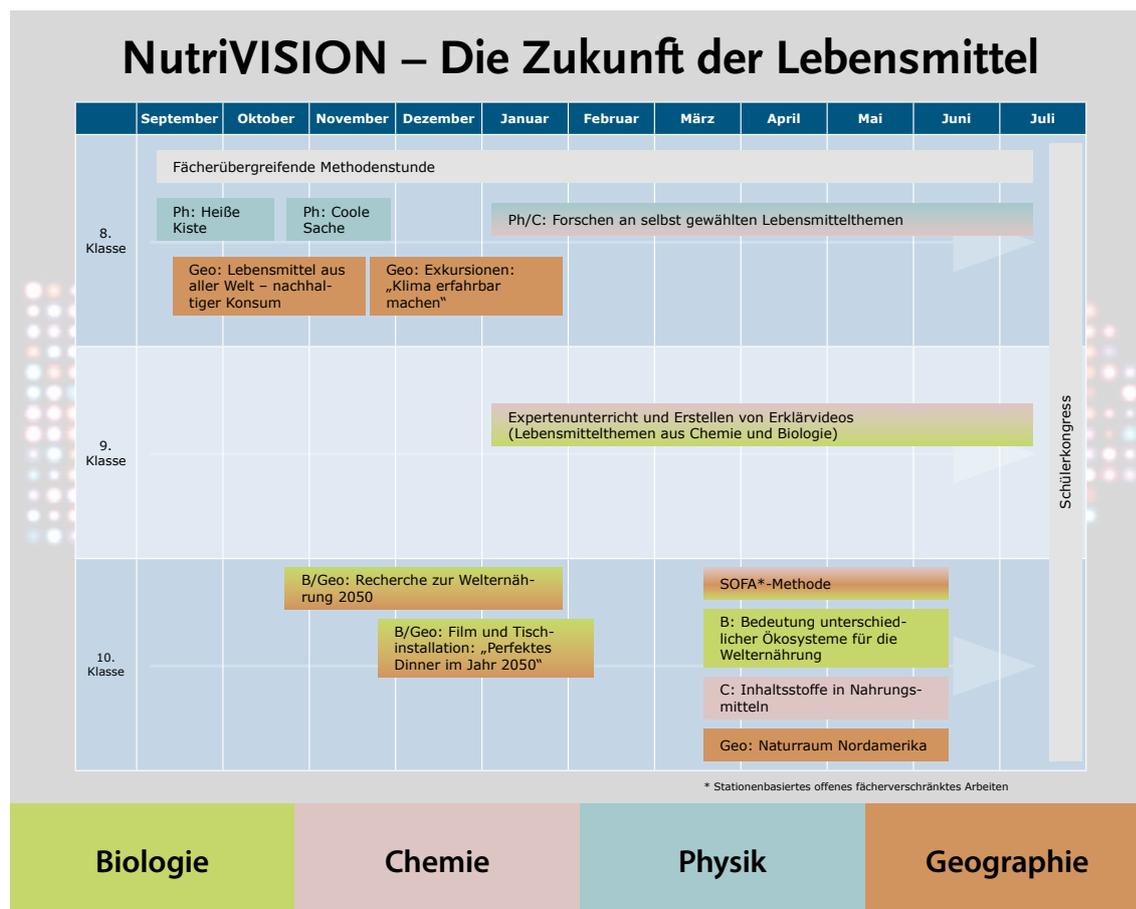


Abb. 3.5-2: Verteilung der Module über 3 Schuljahre hinweg (8. – 10. Jahrgangsstufe)

erfolgt auf vorgefertigten Arbeitsblättern. Im besten Fall müssen die Schülerinnen und Schüler Skizzen und Protokolle selbst entwerfen, auf jeden Fall aber sind die Ergebnisse, die am Ende eines Schülerversuches herauszukommen haben, schon festgelegt, bevor mit dem Experimentieren begonnen wird. Zwischen den Lehrmethoden der Mittelstufe und den in der Oberstufe verlangten Arbeitstechniken klafft also eine mehr oder minder große Lücke.

Diese Lücke zu füllen, erfordert eine Transferleistung, die nur von wenigen Schülerinnen und Schülern erbracht werden kann.

Das Projekt NutriVISION verfolgt nun das Ziel, über Fachgrenzen hinweg (C, Bio, Ph, Geo) diese Lücke zu schließen. Schülerinnen und Schüler werden ab der Mittelstufe schrittweise und langfristig auf die Anforderungen vorbereitet, die beim selbstständigen naturwissenschaftlichen Arbeiten verlangt werden und die zur Bildung eigener fundierter Urteile in komplexen Zusammenhängen unerlässlich sind. Die Besonderheit des Gesamt-Konzeptes liegt darin, dass den Schülerinnen und Schülern wichtige Prozesse der Erkenntnisgewinnung auf authentische Weise nähergebracht werden. Außerdem werden bei der Arbeit an den Schülerforschungsarbeiten und bei der Präsentation der Ergebnisse vor großem Publikum („Schülerkongress“) kommunikative Kompetenzen trainiert.

Ein zusätzlicher Anreiz entsteht für viele Schülerinnen und Schüler durch die Möglichkeit, ihre eigenen Projekte zu Wettbewerbsbeiträgen auszubauen. Diese Chance wurde im Verlauf des Schulversuchs immer häufiger und erfolgreicher genutzt.

Zur organisatorischen Erleichterung wird in jeder Jahrgangsstufe ein Leitfach festgelegt. Neben der Leitfach-Lehrkraft, die im Wesentlichen die Koordinationsaufgaben übernimmt, beteiligt sich noch mindestens eine weitere Lehrkraft an

der Betreuung der Schülergruppen. Alle beteiligten Lehrkräfte arbeiten als Team eng zusammen.

Damit ergibt sich folgende didaktische Grundstruktur:

Jahrgangsstufe 8, Leitfach Physik:

Die Schülerinnen und Schüler erhalten zur Entlastung des Fachunterrichts eine Wochenstunde Methodenunterricht (= fächerübergreifend angelegte Intensivierungsstunde), in dem sie notwendige Arbeitstechniken zum selbstständigen Forschen und Präsentieren erlernen und trainieren. An den selbst gewählten Forschungsthemen werden diese Kompetenzen dann erstmals angewandt und eingeübt. In den Fachschaften muss eine Einigung über die Benotung der Projektarbeit getroffen werden. Am Willstätter-Gymnasium zählt z. B. die Gesamtnote aus den im Rahmen des Projekts vergebenen Noten (schriftliche Fassung der Forschungsarbeit und Präsentation) als die Hälfte der kleinen Leistungsnachweise im Leitfach Physik.

Jahrgangsstufe 9, Leitfach Chemie:

Der Grad an Selbstständigkeit und Verantwortung wächst. Schülerinnen und Schüler werden zu Experten und führen ihre Mitschülerinnen und Mitschüler in neue Themen ein. Dies geschieht im sog. Expertenunterricht (Schüler gestalten eine Schulstunde) und in selbst erstellten Erklärvideos, die die Thematik nochmals anschaulich aufbereiten.

Jahrgangsstufe 10, Leitfach Geographie:

Hier steht inhaltlich die globale Lebensmittelproduktion, organisatorisch die Vernetzung zwischen den Arbeiten der Gruppen im Vordergrund. Zum einen werden die Schülerinnen und Schüler angehalten, sich selbstständig Recherchethemen zu wählen und als Arbeitsergebnis zu präsentieren. Auf der anderen Seite wird an einem Klassenprojekt („Das perfekte Dinner im Jahr 2050“) gearbeitet, in das die Recherchearbeit der einzelnen Schülergruppen einfließt und das

dann als Abschlussprodukt auf dem Schülerkongress vorgestellt wird. Ein Teil der verbindlichen Lehrplaninhalte der Fächer Biologie, Chemie und Geographie erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler eigenverantwortlich im fächerübergreifenden Stationenunterricht („SOFA-Methode“, vgl. auch S. 111).

Schülerkongress:

Im Rahmen einer Abschlussveranstaltung am Schuljahresende präsentieren die Schülerinnen und Schüler aller drei Jahrgangsstufen die Ergebnisse ihrer Arbeit einem großen Publikum. Dies geschieht sowohl über Vorträge als auch im Rahmen einer Ausstellung. Besonders die Zehntklässler, die ja bereits zum dritten Mal an einem Schülerkongress teilnehmen, erleben sich als Experten zum Zukunftsthema NutriVISION. Die Er-

fahrungen aus den drei Projektjahren haben sich als hervorragende Basis für die Arbeit in den W- und P-Seminaren der Oberstufe herausgestellt.

3.5.3 Ziele von HoriZONTec am Willstätter-Gymnasium (Auswahl)

Fachübergreifende Lernziele

- Fähigkeit der Informationsgewinnung und -auswertung (z. B. Quellenstudium und Quellenbewertung in Internet und Literatur)
- Planung und Durchführung eines eigenen Projekts (inklusive experimentellem Arbeiten, statistischer Erhebungen, ...)
- Beschreibung, Bewertung und Reflexion der Arbeitsschritte

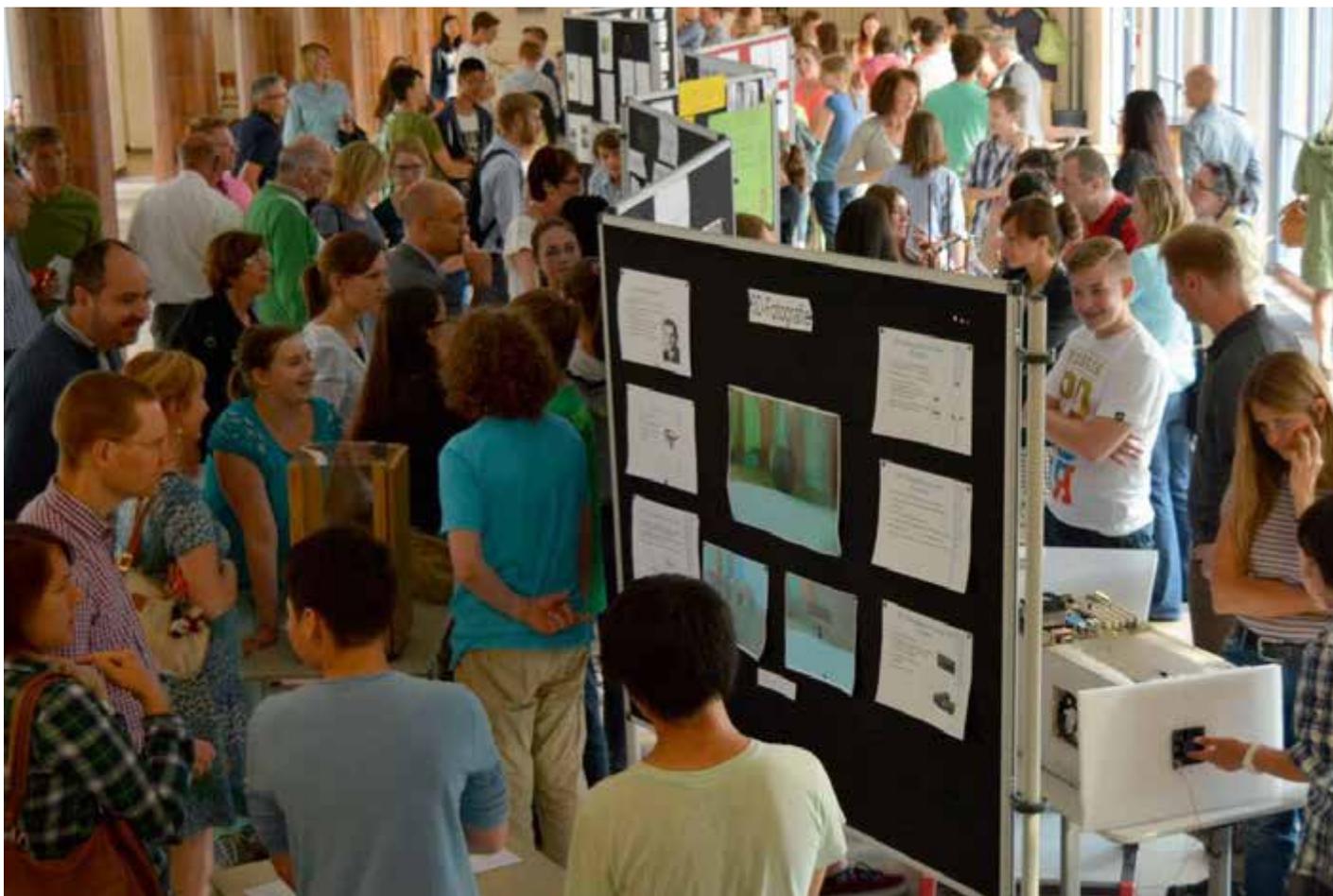


Abb. 3.5-3: Schülerkongress: Junge Forscherinnen und Forscher präsentieren ihre Arbeiten.

- Präsentation der Ergebnisse (Interpretation und Erstellung von Graphiken, freies Vortragen, ...)
- Selbst- und Fremdbeurteilung, Kritikfähigkeit

Fachliche Lernziele

Die Schülerinnen und Schüler erkennen,

- dass Essen und Ernährung globale Angelegenheiten sind.
- dass die Nahrungskette, die Produktions- und Handelsbedingungen sowie die aus diesen Prozessen resultierende Umweltbelastung und die Verteilungsproblematik die Weltgemeinschaft als Ganzes betreffen.
- dass globale Probleme (Klimawandel, Verknappung fossiler Ressourcen, demographische Entwicklungen usw.) wiederum Herausforderungen darstellen, die sich auf die Ernährung auswirken: auf Qualität, Menge und Verteilungsmöglichkeiten.

Die Schülerinnen und Schüler werden befähigt,

- den Umgang mit Lebensmitteln verantwortlich wahrzunehmen.
- kritisch zu hinterfragen, ob das technisch Machbare (technokratische „Ernährungsfantasien“) gleichzeitig immer das „ethisch“ Richtige darstellt.
- „Foodtrends“ zu bewerten.
- den Zusammenhang von Ernährung und Lebensstil zu beurteilen.
- Zukunftsszenarien für das Essverhalten zu entwickeln.

Motivatorische Ziele

- Die Jugendlichen lernen die Naturwissenschaften als lebendige Wissenschaften kennen und nicht als „starres Gebäude“, in dem schon alles erforscht ist. (Häufige Schülerbemerkung bei der Aufforderung zur ersten selbstständigen Forschungsarbeit: „Man kann doch heute gar nichts mehr Neues herausfinden. Es ist doch schon alles erforscht.“)
- Die Jugendlichen bekommen mit ihren Arbeiten in und außerhalb der Klasse ein Forum (und nicht nur eine Note).
- Die Jugendlichen gehen neue Aufgaben selbstbewusster an.
- Die Jugendlichen trauen sich, von sich aus auf Fachleute zuzugehen, sich helfen zu lassen und über den Tellerrand zu schauen.
- Die Jugendlichen lernen, mit zwischenzeitlichen Frustrationsergebnissen umzugehen und nicht so schnell aufzugeben.
- Die Jugendlichen lernen, sowohl ihre Fähigkeiten als auch ihre Grenzen besser einschätzen.

Organisatorische Ziele

- Der HoriZONTEc-Unterricht schafft Anlässe und Rahmenbedingungen, die einen produktiven Austausch zwischen Lehrkräften und Fachschaften fordern und fördern.
- Die Methodenstunde wird im Rahmen der Schulentwicklungsmaßnahmen in ein für alle Klassenstufen entwickeltes Methodenkonzept eingebunden.
- Der Schülerkongress und die Möglichkeit der Betreuung der Projektgruppen in der Forschungs-AG bietet interessierten Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zum klassenübergreifenden Austausch mit Gleichgesinnten.

3.5.4 Lehrplaneinbettung

Das Thema „Zukunft der Lebensmittel“ ist äußerst komplex. Es schließt Anbau, Verarbeitung, Lagerung, Konservierung, Transport, Konsum und Handel mit ein, um nur einige Facetten zu nennen. Dabei werden so viele technische, energetische, chemische, biologische, klimatische, ökologische, ökonomische, soziologische, statistische, geopolitische Fragen aufgeworfen, dass die Einbettung in die Fachlehrpläne in keinem der beteiligten Fächer und in keiner der beteiligten Jahrgangsstufen Probleme macht.

Themen, die von Schülerinnen und Schülern für ihr individuelles Projekt gewählt werden, die in der jeweiligen Jahrgangsstufe aber in keinem Fachlehrplan zu finden sind, können u. U. trotzdem bearbeitet werden. Voraussetzung dafür ist, dass die betreuende Lehrkraft der Ansicht ist, dass die betreffende Schülergruppe das gewählte Thema gewinnbringend bearbeiten kann, dass es begründet dem Profilbereich zugeordnet werden kann oder dass es sich sinnvoll in den pädagogischen Freiraum einfügt, den der Lehrplan bietet.

3.5.5 Überblick über die Unterrichtsmodule

Alle im Folgenden vorgestellten Module finden sich unter <http://www.horizontec.de/willstaeter-gymnasium-nuernberg>. Der thematische Zusammenhang kann der Abbildung 3.5-1 entnommen werden.

Jahrgangsstufe 8

Modul „Forschen an selbst gewählten Themen aus dem Lebensmittelbereich“

Wie wird die Arbeit an den individuellen Projekten vorbereitet? Wie werden geeignete Themen gefunden und eingegrenzt? Welche Betreuungsaufgaben kommen auf die Lehrkraft zu und wie sieht die neue Lehrerrolle dabei aus? Das sind einige der Fragen, die in dem zentralen, sehr umfangreichen Dokument „Tipps zur Projektbetreuung“ mit vielen Beispielen erörtert werden.

Module „Heiße Kiste“, „Coole Sache“, „Fächerübergreifende Methodenstunde“

Bei der „Heißen Kiste“ und der „Coolen Sache“ handelt es sich um die Beschreibung zweier Unterrichtsprojekte im Fach Physik, die als Initialveranstaltungen durchgeführt werden, um die Schülerinnen und Schüler auf die Arbeiten an ihren selbst gewählten Forschungsthemen vorzubereiten.

In der fächerübergreifenden Methodenstunde werden für die Forschungsarbeit unentbehrliche Kompetenzen geschult und damit der Fachunterricht entlastet. Als Materialien liegen eine Beschreibung des Methodenunterrichts, ein Raster zur Methodenkompetenz und zwei exemplarische Unterrichtssequenzen vor.



Abb. 3.5-4 Arbeit an einer „Heißen Kiste“ im Rahmen des Initialprojekts in der 8. Jahrgangsstufe



Tipps für die Betreuung von Schülerforschungsarbeiten

Überblick

Kurzbeschreibung: Im Willstätter-Gymnasium schreiben alle SchülerInnen der Horizontec-Modellklassen in der achten und in der neunten Jahrgangsstufe jeweils eine Schülerforschungsarbeit. Gearbeitet wird in Kleingruppen mit zwei oder drei Gruppenmitgliedern. Bei den „Tipps für die Betreuung von Schülerforschungsarbeiten“ handelt es sich um einen Erfahrungsbericht des Autors. Im Team erarbeitete Ziele und Rahmenbedingungen sind mit aufgeführt. Selbstverständlich sind die Erfahrungen aller Teammitglieder in die Zusammenstellung mit eingeflossen.

Zeitpunkt: Die Schülerforschungsarbeiten werden – zumindest in der 8. Jahrgangsstufe - im zweiten Halbjahr angefertigt. Die Vorlaufzeit im ersten Halbjahr ist notwendig, damit einige Grundlagen für die Arbeitsweise geschaffen werden können.

Zeitdauer: Die Schülerforschungsarbeiten entstehen während einer Zeit von ungefähr 3 Monaten. Gearbeitet wird zum Teil in den Übungsstunden der Fächer Physik bzw. Chemie, zum Teil zu Hause anstelle von Hausaufgaben und zum Teil in freiwilligen AGs oder Pluskursen. Im Willstätter-Gymnasium kann in der 8. Jahrgangsstufe zusätzlich auf eine Methodenstunde zurückgegriffen werden.

1. Begründung und Ziele

- 1.1 Lehrplanbezug
- 1.2 Didaktische Lernziele
- 1.3 Was unter *Schülerforschung* verstanden werden soll

2. Voraussetzung für erfolgreiche Projekte

- 2.1 Methodische Voraussetzungen
- 2.2 Vom Sinn und Unsinn von Arbeitsblättern und Schülerübungskästen
- 2.3 Beispiele aus den Physikübungen in Klasse 8

3. Rahmenbedingungen

- 3.1 Organisatorischer Rahmen
- 3.2 Zeitlicher Rahmen
- 3.3 Motivatorischer Rahmen

4. Themenfindung

- 4.1 Allgemeine Vorbemerkungen und Grundregeln
- 4.2 Phasen der Themenfindung

5. Betreuungsaufgaben und Lehrerrolle

6. Bewertung der Schülerforschungsarbeiten



Abb. 3.5-5: Auszug aus dem Dokument „Tipps für die Betreuung von Schülerforschungsarbeiten“



„Cool-Box“

Zeitpunkt: Die Änderung der inneren Energie durch Arbeit (insbesondere durch Kompressions- oder Entspannungsarbeit) und durch Wärme muss behandelt worden sein; ebenso der Zusammenhang zwischen Temperaturänderung bzw. Änderung des Aggregatzustands und Änderung der inneren Energie.

Zeitbedarf: **Vorlauf:** Planung und Entwürfe als Hausaufgabe über mindestens eine Woche
Besprechung einiger Entwürfe: eine Unterrichtsstunde
Kistenbau: ein bis zwei Doppelstunden

Material: Von den Jugendlichen mitgebrachtes Werkzeug und Material: (erfahrungsgemäß sehr umfangreich)

Bezug zum Thema Lebensmittel: Kühlung von Lebensmitteln

Kurzbeschreibung: Bei der Unterrichtssequenz „Cool-Box“ handelt es sich um eine, der – in Dokumentation im Punkt „Arbeitsschritte und Vorgehen“ beschriebenen – **Initialveranstaltungen**, an die Schülerforschungsprojekte anknüpfen können. Im Gegensatz zum Unterrichtsprojekt „Heiße Kiste“, bei dem der Kistenbau ganz am Anfang einer Lerneinheit stattgefunden hat, muss bei der „Cool-Box“ zunächst die notwendige fachliche Basis gelegt werden, die hier nicht vorausgesetzt werden kann.

Besonderheiten: Das Motivationspotenzial ist nicht weniger hoch als bei der „Heißen Kiste“. Allerdings gilt bei der „Cool-Box“ das Gleiche für das Frustrationspotenzial. Einfach „drauflosbauen“ funktioniert hier selten. Deshalb sollte die Planungsphase (siehe „Zeitbedarf“) auf keinen Fall unterschätzt werden.

Sachanalyse, Lehrplanbezug und Ziele

Kühlgeräte, die mit Wärmepumpe betrieben werden (Kühlschränke und Gefriertruhen), finden sich bei unseren Schülerinnen und Schülern in jedem Haushalt.

In vielen Regionen der Erde – gerade in Regionen, in denen Kühlung am notwendigsten ist – sind Kühlschränke ein finanzielles Problem, und gäbe es Kühlschränke, dann wäre der Betrieb mit elektrischem Strom ein Problem. In diesen Regionen kann mit Verdunstungskühlung gearbeitet werden (siehe z.B.

<http://casa-de-norma.blogspot.de/2012/09/kuhlung-ohne-strom-adiabatische-kuhlung.html>
oder <http://madre-tierra.jimdo.com/k%C3%BChlschrank-k%C3%BChlen-ohne-strom/>).



Anleitung zum kritischen Arbeiten im Klassenunterricht

Informationen zu bekommen ist leicht. So zumindest scheint es, wenn wir tagtäglich mit Informationen, Fakten, Hintergründen usw. in den verschiedenen Medien überflutet werden. Doch diese wahrzunehmen, reicht nicht. Gerade wenn es um die Produktion und den Konsum von Lebensmitteln geht, müssen wir kritisch hinter diese Angebote blicken, einen zweiten, dritten – kritischen – Blick wagen.

In diesem Modul aus dem Geographieunterricht soll genau dieser kritische Blick schwerpunktmäßig geschult werden. Dies geschieht in einer Unterrichtssequenz zum Thema „Wasserkrieg im Obst- und Gemüseanbau“. Exkursionen (z. B. ins Tropenhaus des botanischen Gartens Erlangen) ergänzen die Einheit.

Jahrgangsstufe 9

Modul „Expertenunterricht und Erstellen von Erklärvideos“

Am Willstätter-Gymnasium führen alle Schülerinnen und Schüler der HoriZONTec-Modellklassen im Biologie- bzw. Chemieunterricht der 9. Jahrgangsstufe Expertenunterricht zu NUTRIVISIONS-Themen in einer Unterrichtsstunde oder Schülerübung durch. Der Unterricht wird jeweils von Zweier- oder Dreiergruppen gehalten. Zu ihrem Expertenthema erstellen die Teams zusätzlich ein kurzes Erklärvideo, welches gezielt die Fähigkeiten der Gruppen schult, Schwerpunkte zu setzen und das Wesentliche herauszufiltern. Für alle anderen Schüler dient es der Prüfungsvorbereitung, insbesondere, wenn die Unterrichtsstunde im Krankheitsfall versäumt wurde.



Abb. 3.5-7: Tischinstallation zum „perfekten Dinner 2050“ mit kreativen Tellern, die verschiedenste Ernährungsvisionen widerspiegeln

Jahrgangsstufe 10

Modul „Recherche zur Welternährung“

Heuschrecken, Functional Food, Designerfood, Gentechnik: Zu dem vorgegebenen zukunftsorientierten Thema „Deutschland sucht das perfekte Dinner im Jahr 2050“ entwickeln die Schülerinnen und Schüler für sie interessante Fragestellungen aus den Fachbereichen Biologie, Geographie oder Chemie. Auf der Grundlage einer dieser Fragen suchen sie geeignete und aufschlussreiche Informationen im Internet, bewerten diese Materialien kriterienorientiert und kritisch. Zum Abschluss werden die Rechercheergebnisse mithilfe einer PC-gestützten Präsentation sowohl im Klassenverband als auch beim Schülerkongress vorgestellt.



Modul „Kreatives Arbeiten – Film und Tischinstallation zum perfekten Dinner 2050“

Auf der Grundlage der Rechercharbeit entwickeln die Schülerinnen und Schüler einen Plan für deren kreative Umsetzung. Es kristallisieren sich Projektideen heraus, die als Ergebnisse auf dem jährlichen Schülerkongress ihres Gymnasiums präsentiert werden können. Im vorliegenden Dokument wird sowohl ein Filmprojekt als auch eine Kunstinstallation zum Thema „Dinner 2050“ beschrieben.

Modul „SOFA¹ -Methode – Nordamerika und wir“

¹ Stationenbasiertes, offenes, fächerverschränktes Arbeiten

Das Modul enthält die Beschreibung und alle benötigten Materialien für eine sehr umfangreiche fächerübergreifende Stationenarbeit (Bio, Ch, Geo). Eine Besonderheit stellt die Wahl des gemeinsamen Oberthemas „Nordamerika und wir“ dar. In den einzelnen Stationen werden die Lehrplaninhalte in ungewöhnliche Kontexte gestellt: Kunststoffe, Ester und Kohlenhydrate werden u. a. am Beispiel des Kaugummis Big Red® erarbeitet, die Entstehung von Wirbelstürmen wird in Beziehung gesetzt mit einer Abschwächung ihrer verheerenden Wirkung durch die Bewahrung des Ökosystems Seegraswiesen. Dieses wiederum wird dem Ökosystem Meer und seiner Bedeutung als Nahrungsmittellieferant zugeordnet. Mais wird in seiner Relevanz als Nahrungsmittel, aber auch als Energiepflanze beleuchtet, sein Anbau wird analysiert, ebenso wie die Frage, weshalb und unter welchen Bedingungen Mais zu Popcorn wird.

Indem die Schülerinnen und Schüler sich sehr häufig des Internets und ihres Schulbuchs bedienen, kann auf eine Materialschlacht wie bei vielen anderen Stationenarbeiten weitestgehend verzichtet werden.

3.5.6 Erfahrungen aus dem Projekt

Qualitätssicherung

Da fast alle Module direkt oder indirekt mit der Erstellung von Produkten (Vorträge, Projektheft, Filme, handwerkliche und künstlerische Produkte, ...) verknüpft sind, kann die Qualität des Unterrichts zumeist direkt an der Qualität der Produkte abgelesen werden.

Hilfreich bei der Einschätzung der Qualität des Gesamtprojektes waren oft Rückmeldungen von außerschulischer Seite. So waren z. B. Kolleginnen und Kollegen anderer Gymnasien, die den jährlichen abschließenden Schülerkongress besuchten, erstaunt, mit welcher Überzeugung, Begeisterung und Fachkompetenz die Jugendlichen ihre Forschungsergebnisse präsentierten. Die Betreuer des Nano-Shuttles von der Initiative Junge Forscherinnen und Forscher hatten bei ihren vielen Schulbesuchen nach eigener Aussage beim Experimentieren noch nie so selbstständige Schülerinnen und Schüler betreut wie am Willstätter-Gymnasium.

Letztendlich kann auch die ständig steigende Zahl an Schülerbeiträgen bei naturwissenschaftlichen Wettbewerben sowie die Ernennungen des Willstätter-Gymnasiums zur Bayerischen Forscherschule 2015, zur Umweltschule in Europa/Internationale Agenda-21-Schule sowie zur MINT-EC-Schule als Qualitätsmerkmal aufgefasst werden.

Rückmeldungen der Schülerinnen und Schüler

Schülerfeedback wurde immer wieder schriftlich oder in offenen Diskussionen abgefragt. Die freie Themenwahl für die Forschungs- und Recherchearbeiten wird allgemein geschätzt. Die große Eigenverantwortung wird zum Teil als Last und zum Teil als Befreiung und zusätzliche Motivation empfunden. Einige Schülerinnen und Schüler beklagen den zusätzlichen Arbeitsaufwand für die Forschungsarbeiten, der vor allem dann auftritt, wenn die an Projekttagen oder in den Methoden- und Profilstunden zur Verfügung gestellte

Zeit nicht effektiv genutzt wird. Zu „Stoßzeiten“ wie vor dem Kongress oder vor dem Abgabetermin der Projektmappen werden immer zeitliche Engpässe entstehen. Daher sollte darauf geachtet werden, dass diese Stoßzeiten nicht mit Zeiten großer Schulaufgabendichte zusammenfallen. Hausaufgaben können in diesen Zeiträumen eventuell etwas reduziert werden.

Das folgende typische Zitat stammt aus schriftlich eingeforderten Schülerrückmeldungen:

„Ich finde das Projekt sehr sinnvoll. Es ist leider sehr zeitaufwändig, obwohl man den Stress von den anderen Fächern genauso abbekommt wie andere Klassen. Man müsste die Klasse, die das Projekt macht, mehr schonen bzw. an manchen Tagen keine Hausaufgaben und keine Abfragen machen [was mit Kollegen auch abgesprochen war, Anm. d. Betreuungslehrers], denn ich spreche jetzt von unserem Projekt. Da saßen wir manchmal an manchen Tagen bis 18 Uhr und hatten noch nichts für den nächsten Tag gemacht.

Aber ich finde es eine sehr gute Erfahrung für den zukünftigen Job, vor allem auch im Bereich Natur und Technik. Prinzipiell finde ich es SEHR GUT, doch Schüler müssen dafür noch mehr belohnt und geschont werden. Weiter so!“

Arbeitsaufwand für Projektlehrkräfte

Nicht nur für Schülerinnen und Schüler, auch für die Lehrkräfte kann die Durchführung des Projekts zu Mehrarbeit führen. Zum einen kommt in Stoßzeiten ein zusätzlicher organisatorischer Aufwand auf die Projektlehrkräfte zu. Zum anderen kann auch die intensive Betreuung der Schülerprojekte eine zeitliche Belastung darstellen. Dabei ist es nicht die „Schreibtischzeit“, die wächst, sondern die Zeit, in der man als Betreuer und Organisator gedanklich mit dem Gesamtprojekt und auch mit den einzelnen Schülerprojekten beschäftigt ist.

Nicht nur die Jugendlichen identifizieren sich mit ihren Themen; viele Schülerarbeiten werden auch zum eigenen „Baby“. Als Projektlehrkraft wird man von Schülerinnen und Schülern in den Pausen angesprochen, vereinbart individuelle Termine, macht sich Gedanken, wenn eine Gruppe „steckenbleibt“, überlegt sich Fragestellungen zu einem Thema oder Lösungen für ein experimentelles Problem. Sicher ist der Identifikationsgrad auch für Lehrkräfte sehr viel größer als bei herkömmlichem Unterricht. Das kann in Phasen des „Flow“ beflügelnd, in Frustrationsphasen aber auch belastend sein.

Umso wichtiger sind hier der Dialog und die Zusammenarbeit mit Kolleginnen und Kollegen. Man kann sich gegenseitig unterstützen oder notfalls auch bremsen. Bei allen auftretenden Unsicherheiten, Durststrecken und zwischenzeitigen Frustrationsphasen muss aber gesagt sein, dass im Projekt auch die Euphoriephasen viel ausgeprägter sind als im „alltäglichen Unterricht“. Die fachliche Abwechslung, gelungene Schülerarbeiten und positive Rückmeldungen geben mehr Befriedigung und Bestätigung als ein guter Notenschnitt in einer Standardarbeit.

Auswahl der Projektklassen und Ausblick

Für die Testphase im Schulversuch wurde jeweils eine Klasse pro Jahrgangsstufe ausgewählt. Wie in den Schülerrückmeldungen schon angeklungen, kam von einigen Schülerinnen und Schülern dieser Projektklassen daher die berechtigte Frage „Warum gerade wir?“, aus den anderen Klassen kam die umgekehrte Frage: „Warum wir nicht?“

Nach Abschluss der Testphase war es der Wunsch der Projektlehrkräfte, dass sich Schülerinnen und Schüler bei der Wahl der Ausbildungsrichtung in eine „Forschungsklasse“ einwählen können. Der Entscheidungsprozess innerhalb der Schulfamilie hat jedoch zu einer Lösung geführt, bei der alle Klassen des naturwissenschaftlich-technologischen Gymnasiums Forschungsarbeiten durchführen und am Schülerkongress teilnehmen.

Die Reihenfolge der Module wurde aktuell so verändert, dass die größeren Forschungsarbeiten nun statt in Jahrgangsstufe 8 in Jahrgangsstufe 10 durchgeführt werden. So soll eine noch zielgerichtetere Vorbereitung auf die W-Seminare gewährleistet werden.

Stationenbasiertes Offenes Fächerverschränktes Arbeiten – SOFA-Methode

Überblick

Kurzbeschreibung: Bei der SOFA-Methode handelt es sich um eine Variante des Stationenlernens. Die Schüler lernen selbstgesteuert und eigenständig anhand vorbereiteter Materialien. Darüber hinaus soll den Schülern durch die Wahl eines fächerübergreifenden Oberthemas und die Verquickung der Fachinhalte in den Einzelaufgaben die Relevanz einer interdisziplinären Arbeitsweise bewusst werden.

Zeitpunkt: Die SOFA-Methode kann ab dem 2. Halbjahr durchgeführt werden, z. B. zwischen den Faschings- und den Osterferien.

Zeitdauer: 4–5 Unterrichtswochen mit je 7 bzw. 8 Stunden aus dem Biologie-, Chemie- und Geographieunterricht

1. **Begründung und Ziele**
 - 1.1 Allgemeine Vorbemerkung
 - 1.2 Motivatorische Ziele
 - 1.3 „Taktische“ Ziele
2. **Organisatorischer Rahmen**
 - 2.1 Organisatorische Struktur
 - 2.2 Zeitlicher Rahmen
 - 2.3 Leistungserhebungen
 - 2.4 Lehrplanbezug
3. **Anhang**
 - 3.1 Checkliste und Anforderungskatalog
 - 3.2 SOFA-Materialien
 - 3.3 Leistungserhebungen

SEITE 1

Auszüge aus den Unterrichtsmaterialien zur SOFA-Methode – Abb. 3.5-8: Ausschnitt aus der didaktischen Konzeption zur SOFA-Methode



Klasse: 10

Station 3: Einblicke in Ökosysteme

Thema 1: Leben im Wald

Aufgaben:

1. Schau dir den Film „Lebensraum Wald“ vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft an! Beantworte hierbei folgende Fragen:
 - a. Worauf sollte man in einem Wirtschaftswald achten? Nenne zwei Gründe!
 - b. Seit wann wird im Kernbereich des Bayerischen Walds keine Forstwirtschaft mehr betrieben? Welche Folge wird das haben?
 - c. Welche besonderen Arten kann man im Bayerischen Wald finden?
2. Im Film wird von ökologischen Nischen gesprochen. Notiere unter Zuhilfenahme deines Schulbuchs auf S. 82, was man unter diesem Begriff versteht! Welche Folge hat die Einnischung?
3. Schau dir nun den Film „Lebensgem. Wald Nahrungsbeziehungen Stoffkreislaufe“ auf Youtube bis zum Zeitpunkt 06:04 an! Welche Bewohner des Waldes werden vom Förster vorgestellt?
4. Erstelle eine Nahrungskette mit den im Film genannten Lebewesen (ab 04:37 bis 04:56)! Welche Ernährungsstufe fehlt hierbei? Nimm dein Schulbuch auf Seite 108 und die Abbildung 1 auf Seite 110 zu Hilfe!
5. Gib an, was der Unterschied zwischen einer Nahrungskette und einem Nahrungsnetz ist!
6. Formuliere die Reaktionsgleichungen für die Photosynthese und für die Zellatmung!
7. Bearbeite in deinem Schulbuch, nachdem du die Seite 110 gelesen hast, folgende Aufgabe: S. 111 / 2!
Hinweis: Je mehr chemische Energie in Stoffwechselprozessen umgewandelt wird, desto mehr Wärme fällt dabei ab. (Beachte: Wärmeverluste bei Energieumwandlungen!) Im Ruhezustand sind an der Wärmebildung überwiegend die inneren Organe mit hohem Energieumsatz beteiligt. Das sind Leber, Nieren, Herz und Gehirn. Bei körperlicher Aktivität überwiegt dagegen die Wärmeproduktion durch Muskelbewegung. Die so entstandene Wärme wird mit dem Blutstrom im Körper verteilt.
8. Vergleiche die unten angegebene Abbildung mit der im Schulbuch auf Seite 112! Skizziere das erweiterte Stoffkreislaufdiagramm in dein Heft und ergänze den Energiefluss! Lies hierzu auch die Seite 112 in deinem Schulbuch!

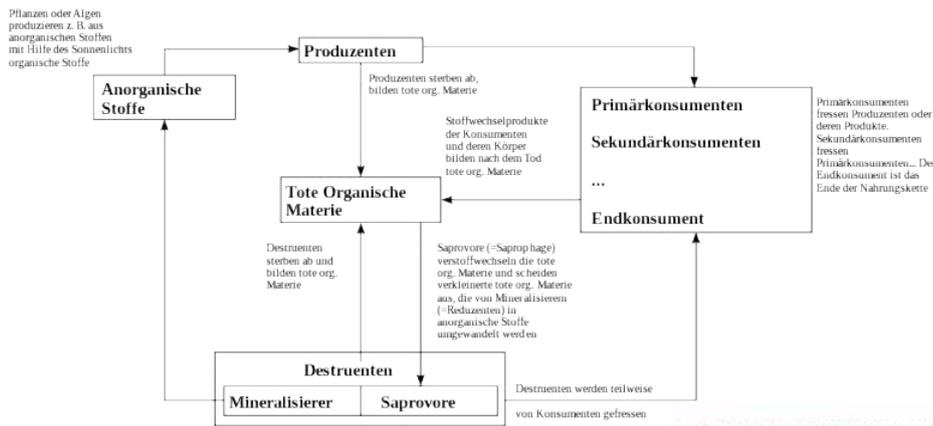


Abb.: Erweitertes Stoffkreislaufdiagramm
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Destruenten_im_Stoffkreislauf.svg

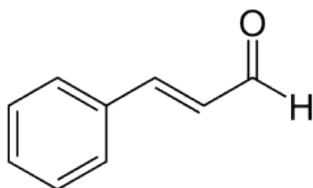
Willstätter-Gymnasium Nürnberg
sprachlich und naturwissenschaftlich-technologisch



Auszüge aus den Unterrichtsmaterialien zur SOFA-Methode – Abb. 3.5-9: Ausschnitt aus Station 3 (aus dem Biologie-Teil des SOFA-Moduls)



Klasse: 10

Station 4: Einem Gewürz auf der feurigen Spur – Zimt**Thema 4: Der Aromastoff Zimtaldehyd**

Bei Zimtaldehyd (links im Bild) handelt es sich in Reinform um eine gelbliche, ölige Flüssigkeit von angenehmem intensivem Zimtgeruch. Er ist der Hauptaromastoff der Zimtrinde und wurde erstmals im Jahre 1834 aus Zimtöl isoliert. Natürlicher Weise ist überwiegend das E-Isomer vorzufinden. Gemäß der IUPAC-Nomenklatur wird die Substanz auch als E-3-Phenylprop-2-enal bezeichnet. Synthetisch ist Zimtaldehyd recht leicht herstellbar und wird nicht nur in der Lebensmittelindustrie als

Aroma, sondern auch in der Parfümerie und in der Kosmetik verwendet.

Zimtsäure kann leicht aus Zimtaldehyd hergestellt werden. Es handelt sich hierbei um farb- und geruchlose Kristalle. Zimtsäure dient hauptsächlich zur Herstellung ihrer Ester, die als Riechstoffe große Bedeutung haben.

Aufgaben:

- Gib an, um welchen Reaktionstyp (Teilgleichung) es sich handelt, wenn Zimtaldehyd zu Zimtsäure reagiert!
- Erkläre, worauf der jeweils unterschiedliche Aggregatzustand von Zimtaldehyd und Zimtsäure zurückzuführen ist! (Bei Bedarf: s. Galvani S. 118f)
- Leite das Löslichkeitsverhalten von Zimtaldehyd begründet ab!
- Erarbeite mit Hilfe deines Schulbuchs, was man unter der Fehling- und der Silber Spiegelprobe versteht! Erstelle hierzu eine tabellarische Übersicht, die jeweils Stichpunkte zur Durchführung, zu Beobachtungen und Erklärungen enthält! Vollziehe die Redoxreaktionen jeweils nach! (Galvani S. 99 und 179)
Kontrollfrage: Worauf lässt die Verwendung der Formel Cu_2O anstelle von Cu^+ schließen?
- Überlege dir nun, wie du schrittweise vorgehen würdest, um den im Zimt enthaltenen Zimtaldehyd nachzuweisen! Berücksichtige bei deinen Überlegungen folgende Liste der dir zur Verfügung stehenden **Chemikalien** und **Geräte**:

Zimtpulver	Fehling I (aq)	Fehling II (aq)	Spiritus	1 Messpipette
Filterpapier	Trichter	3 Reagenzgläser	Reagenzglasständer	1 Tropfpipette
Uhrglas	Spatel	Reagenzglashalter	Bunsenbrenner	

Hinweis: Bei Spiritus handelt es sich um Ethanol, der zur Vermeidung der Besteuerung vergällt wird. Unter Vergällung versteht man die Zugabe weiterer Chemikalien, die Ethanol ungenießbar machen (z.B. Butan-2-on).

- Bevor du die Fehling-Probe nun durchführst, vergleiche deine Vorgehensweise mit derjenigen, die im ausliegenden Planungshilfeheftchen beschrieben ist! Am besten überprüfst du deine Versuchsvorschrift erst mit Hilfe der Fragen im Planungshilfeheftchen. Notiere deine Beobachtungen und erkläre **jedes beobachtbare Phänomen!** (Das Planungshilfeheftchen sollte dir dabei Tipps geben!) Führe außerdem eine Blindprobe durch! Blindprobe bedeutet, dass du die Fehling-Probe einmal nur mit Spiritus (ohne Zimtfiltrat) durchführst! Bitte im Reagenzglas und unter **vorsichtigem** Erhitzen über der Bunsenbrennerflamme. Überlege dir, aus welchem Grund die Durchführung einer Blindprobe sinnvoll ist!
Vergiss nicht während dem Experiment eine Schutzbrille zu tragen!
Vorsicht: Spiritus ist leichtentzündlich! Achtung beim Umgang mit dem Bunsenbrenner!
- Die Substanz Zimtsäuremethylester zeigt einen feinen, süßlichen Geruch nach Erdbeeren. Erstelle die Reaktionsgleichung (mit Strukturformeln), die die Synthese von Zimtsäuremethylester wiedergibt! Erarbeite hierfür zuerst mit Hilfe deines Schulbuchs (S. 123), was man unter einem Carbonsäureester versteht und wie er entsteht!







Jahrgangsstufe 8 NTG
adaptiert auch Jahrgangsstufe 8 bzw. 9 SG, MuG,
HuG, WSG

3.6.1 Überblick

Das Projekt „Energetische 8samkeit“ befasst sich mit den Herausforderungen der Energiewende. Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 8

werden innerhalb eines Schuljahres dazu befähigt, der allgemeinen Diskussion zur energetischen Zukunft Deutschlands zu folgen und sich qualifiziert daran zu beteiligen.

Neben den Grundbegriffen zur Energie spielen auch konkrete anwendungsorientierte Fragestellungen wie z. B. zur Energieeffizienz eine Rolle. Darüber hinaus lernen die Schülerinnen und Schüler, dass zukunfts-trächtige Lösungen anstehender Probleme immer auch wirtschaftliche und politische Aspekte bezüglich ihrer Umsetzbarkeit beinhalten.



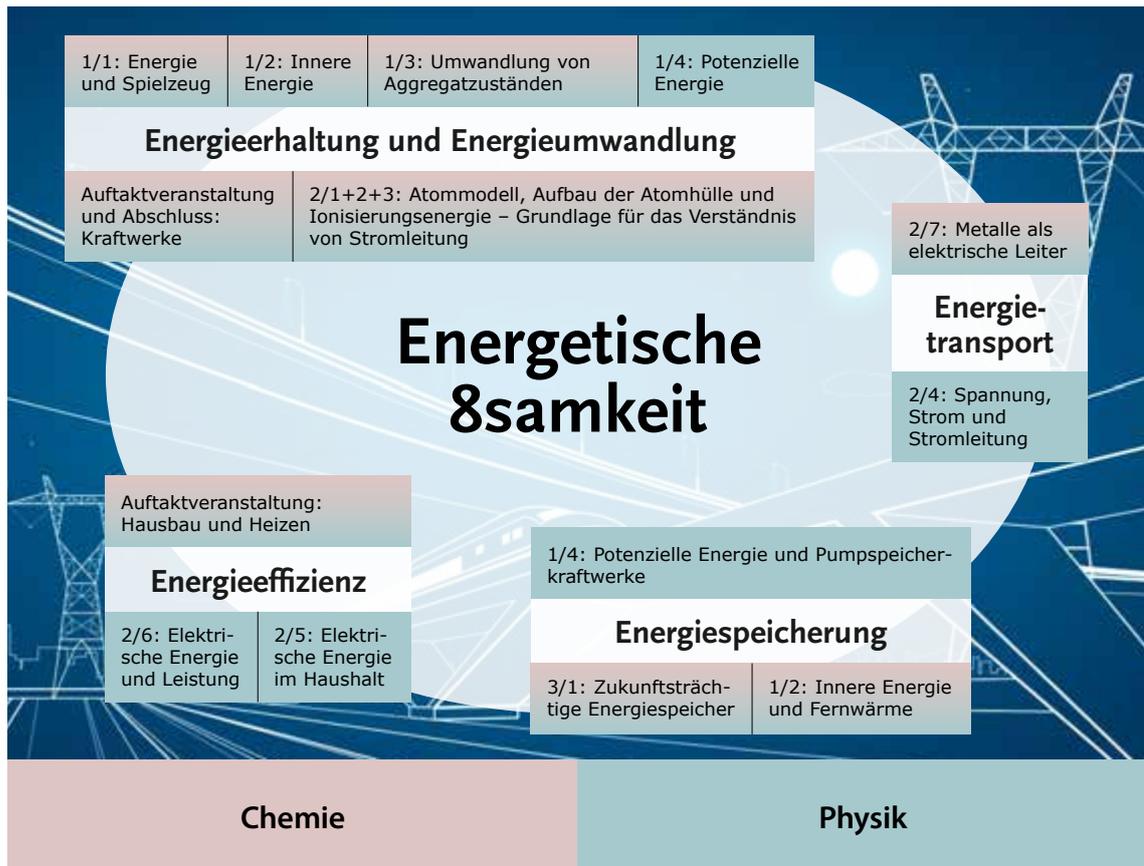


Abb. 3.6-1: Themenfelder

Der Unterricht zu den in Abb. 3.6-1 genannten Themenfeldern findet in fächerübergreifenden Lernumgebungen statt. Dazu werden – episodisch über das Schuljahr verteilt – sowohl Chemie-, Physik- als auch Profilstunden benutzt. Die Lehrpläne der Fächer Chemie und Physik wurden in der Jahrgangsstufe 8 zeitlich neu strukturiert und dadurch synchronisiert. Die beiden Fachlehrkräfte arbeiten eng zusammen und führen die fächerübergreifenden Einheiten im Rahmen der organisatorischen Möglichkeiten in den Physik- und Chemiestunden entweder allein oder auch gemeinsam als Lehrertandem durch. Eine mögliche zeitliche Einbettung der Lernumgebungen in den Schuljahresverlauf zeigt Abb. 3.6-2.

Das Konzept der Lernumgebungen fördert in besonderem Maße das naturwissenschaftliche Arbeiten und die Eigenständigkeit der Schülerinnen und Schüler. Hierbei erarbeiten sich die Jugend-

lichen große Teile des Lernstoffs materialgestützt und methodenbasiert eigenverantwortlich, wobei der Lehrer als Ansprechpartner und Experte unterstützend mitwirkt. Dem selbstständig durchgeführten und zum Teil auch selbst geplanten Experiment kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Durch das Führen eines Lerntagebuchs und die regelmäßige Selbstreflexion mittels Lernkontrollbögen wird die Eigenverantwortung zusätzlich gestärkt.

Um den Arbeiten am Thema „Energetische 8samkeit“ einen roten Faden durchs ganze Schuljahr zu geben, werden alle Themen in einen das Schuljahr überspannenden Rahmen eingebettet. Es ergibt sich folgende Grundstruktur:

Energetische 8samkeit

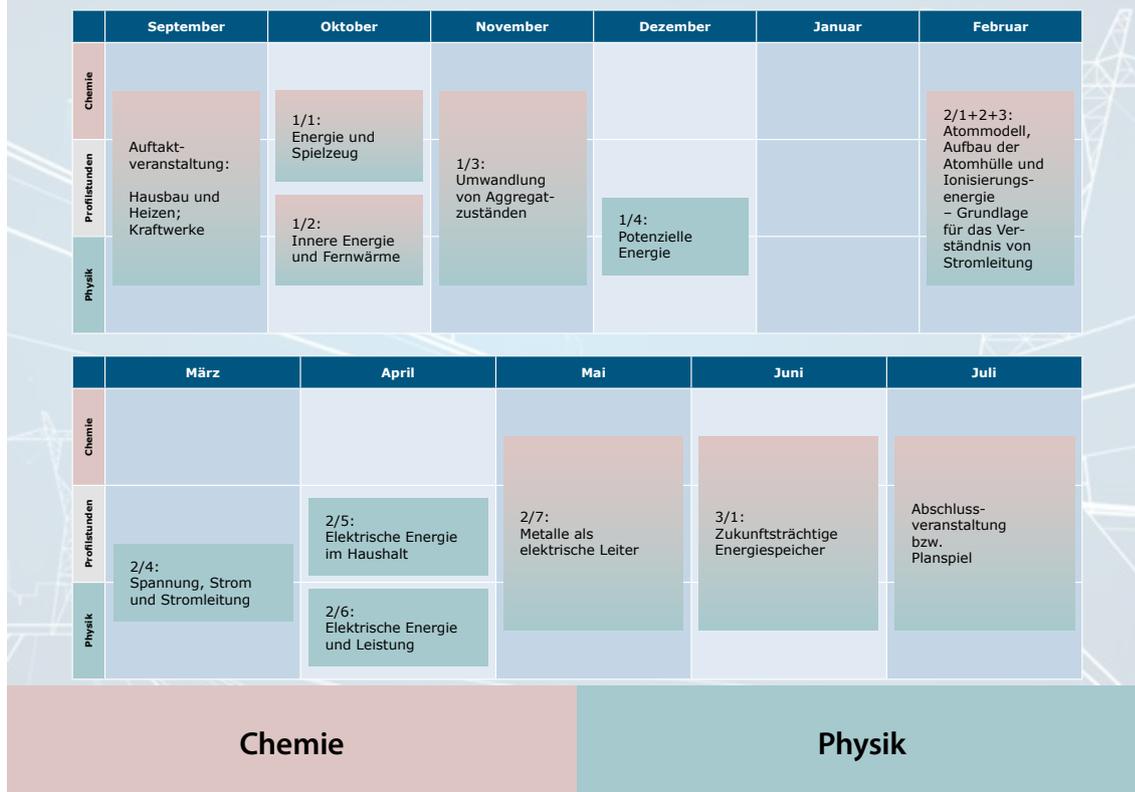


Abb. 3.6-2: Zeitliche Anordnung der Lernumgebungen

Grundstruktur des Projekts:

Kick-off	Auftaktveranstaltung zur Vorstellung des Themas am Schuljahresbeginn
Projektarbeit	Durchführung von 11 Lernumgebungen – verteilt über das Schuljahr (vgl. Abb. 3.6-2)
Lessons Learned	Abschlussmodul 3/1 sowie Abschlussveranstaltung: Präsentation der Projektergebnisse und Ausblick
Anknüpfung an die Jahrgangsstufe 8	Durchführung eines Planspiels (z. B. „Energetingen“ von der TUM School of Education)

3.6.2 Didaktische Überlegungen zu den Lernumgebungen

Im Bereich der Unterrichtsentwicklung wurden in den letzten Jahrzehnten viele Konzepte entwickelt, um sich von der stark instruktiven Grundstruktur des Unterrichtens zu lösen. Die Ideen reichen bis hin zu Konzepten, in denen sich die

Lernenden ihre Inhalte weitgehend frei wählen. Die Lernumgebungen setzen auf einen Mittelweg, wobei der Begriff der Lernumgebung in der Literatur vielschichtig gebraucht wird.

Im Zusammenhang mit HorizONTec verstehen wir unter Lernumgebung eine Form des Unter-

richts an der Grenze zwischen traditionellem, voll sequenzierten Unterricht und dem freien, entdeckenden Lernen.

Die Gestaltung des Weges, die vorgegebenen Ziele zu erreichen, liegt in der Verantwortung der Lernenden. Ihren individuellen Weg suchen sich die Schülergruppen in einem Umfeld aus vorstrukturierten Experimenten mit teils freiem Experimentiermaterial, aus Textquellen und (Lehr-)Büchern, aus Filmen und Animationen, aus Internetquellen und aus Aufgaben mit Lösungshinweisen oder Lösungen. Nicht zuletzt beraten sie sich mit den Menschen ihres sozialen Umfelds in der Schule, aber auch über die Schule hinaus. Dabei sind die Lernumgebungen nicht als zusätzliches Methodentraining zu betrachten, sondern sie ersetzen herkömmliche Unterrichtssequenzen vollumfänglich. Für Schülerinnen und Schüler ergibt sich die Chance, sich in einem neuen Themenfeld selbst zurechtzufinden, ihren eigenen Weg zu finden und Kompetenzen aufzubauen, die zur Orientierung in einem neuen Stoffgebiet erforderlich sind. Damit erwerben sie das Rüstzeug für lebenslanges Lernen. Die Lernenden haben Freiraum, der eigenen Neugier und dem eigenen Spieltrieb nachzugehen, der für die Entwicklung eines kreativen Potenzials gerade auch im naturwissenschaftlichen Umfeld so wichtig ist.

Fächerübergreifendes Arbeiten

Im Zentrum der Lernumgebungen steht die lebensnahe, fächerübergreifende und handlungsorientierte Auseinandersetzung der Schülerinnen und Schüler mit dem Thema Energie in den Fächern Chemie und Physik. Dafür wurden die Lehrplaninhalte der beiden Fächer synchronisiert und die Stundengrenzen zeitweise aufgehoben, sodass im Zentrum nicht das Fach, sondern das Thema steht. Für die Lehrkräfte bedeutet dies enge Absprachen und auch Einblick in und Aneignung von Lerninhalten und Unterrichtsmethoden des anderen Faches, was die Kolleginnen und Kollegen der Modellschule als große Berei-

cherung erlebt haben. Die Zusammenarbeit im Team birgt große Synergien und ermöglicht eine Weiterentwicklung des Unterrichts, der Feedback-Kultur und der Lehrerpersönlichkeiten.

Die eigenverantwortliche Arbeit sowie die aktuellen, zukunftsorientierten Fragestellungen zum Thema Energie aus dem täglichen Umfeld ermutigen die Schüler, sich selbst aktiv mit den Problemen auseinanderzusetzen. Dadurch entwickeln sie eigene Ideen und weiterführende Fragestellungen. Dies und auch das Auflösen des Denkens in fachlichen Schubladen stärkt das naturwissenschaftliche Interesse.

Dokumentation des Lernfortschritts – Lerntagebuch und Hefteintrag

Innerhalb der Lernumgebungen werden die Schüler Schritt für Schritt an selbstständiges, planmäßiges experimentelles Handeln herangeführt. Nicht nur die Planung und die Durchführung, sondern auch die Dokumentation im Lerntagebuch stehen dabei im Fokus. In diesen Lerntagebüchern wird der individuelle Lernfortschritt mit allen Nebengedanken und Irrwegen dokumentiert, um das eigenständige problemorientierte Denken der Schülerinnen und Schüler zu fördern. Gerade auch die dokumentierten Irrwege ermöglichen es der Lehrkraft, diagnostische Erkenntnisse über Lernschwierigkeiten und Denkhindernisse zu gewinnen und gezielte Unterstützungsangebote zu machen. Die Endergebnisse aus den Lernumgebungen werden individuell in einem eigenen Hefteintrag („Reinschrift“) fixiert, wobei den Schülerinnen und Schülern hier auch Hilfestellungen angeboten werden.

In einer experimentellen Kurzarbeit werden die durch dieses Vorgehen eingeübten Kompetenzen (Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Eigenverantwortung, ...) auch geprüft.

Binnendifferenzierung

Das Arbeiten findet in Lerngruppen statt. Viele dieser Gruppen finden ihren Weg alleine, so dass Lehrer und Mitschüler, die sehr schnell und erfolgreich zum Ziel gekommen sind, die schwächeren Gruppen individuell unterstützen können. Nicht nur hierdurch können mithilfe der Lernumgebungen die Schüler begabungsgerecht gefördert werden. Die Wahlfreiheiten, der selbst bestimmte Weg, das eigene Lerntempo sowie das angebotene Plus-Material innerhalb der Lernumgebungen ermöglichen ein hohes Maß an Differenzierung.

Jede Lernumgebung schließt mit einem Lernkontrollbogen. Damit sollen die Schülerinnen und Schüler die Gelegenheit bekommen, selbstständig zu erkennen, was sie gelernt bzw. was sie evtl. noch nicht verstanden haben. Dadurch können die Schülerinnen und Schüler ihr Wissen reflektieren und in einem weiteren Verlauf auch ergänzen.

3.6.3 Lehrplaneinbettung

Die Lernumgebungen der drei Module sind alle in den Lehrplänen Physik und/oder Chemie der Jahrgangsstufe 8 verankert (Chemie: Reaktionsenergie, Metallbindung, Atommodell, etc.; Physik: Energie als Erhaltungsgröße, Wärmelehre etc). Teils werden Themen der Jahrgangsstufe 9 bereits vorbereitet, weil sich der Chemie- und Physiklehrplan manchmal deutlich in der Detailtiefe voneinander unterscheiden.

3.6.4 Organisation und Rahmenbedingungen

Das Konzept „Energetische 8samkeit“ wurde bewusst so gestaltet, dass es sich leicht auf andere Schulen übertragen und bis zu einem gewissen Grad skalieren lässt. Zu Beginn des Schuljahres bildet sich pro Klasse ein Lehrertandem bestehend aus je einem Physik- und Chemielehrer, die im Bereich der Lernumgebungen sehr eng zusammenarbeiten. Die Fachlehrkräfte müssen sich darauf verständigen, welche der Lernumge-

bungen sie durchführen wollen (alle oder ausgewählte Einheiten), wie durch diese Auswahl die Ziele von HoriZONtec zu erreichen und wie die Lernumgebungen in den Jahresplan einzufügen sind. Gegebenenfalls müssen dazu die Fachlehrpläne umgestellt werden, um zeitgleich/gemeinsam in die Lernumgebungen starten zu können.

Die Lernumgebungen sind an das vorgegebene Stundenraster angepasst. Die fächerübergreifende Lernumgebung „1/1 Energie und Spielzeug“ umfasst z. B. etwa 6 Unterrichtsstunden. Dafür werden 2 Stunden Physik, 2 Stunden Chemie und 2 Profilstunden verwendet. Die Gesamtdauer der Lernumgebung beträgt damit eine Schulwoche. Die Betreuung erfolgt – entsprechend der organisatorischen Möglichkeiten und der Komplexität der jeweiligen Thematik – jeweils durch eine Lehrkraft oder durch beide Lehrkräfte im Tandem. Bewährt hat sich in diesem Fall die Aufteilung der Klasse auf benachbarte Räume, um das Arbeiten zu entzerren und für entsprechend ruhige Arbeitsplätze zu sorgen.

Aufwendigere praktische Arbeiten, wie sie in manchen Lernumgebungen vorkommen, sollten bevorzugt in die Profilstunden mit halber Klassenstärke gelegt werden.

3.6.5 Exemplarische Vorstellung einer Lernumgebung

Alle Materialien der Lernumgebungen stehen vollständig und inklusive ausführlicher Beschreibungen auf der HoriZONtec-Website (<http://www.horizontec.de/gymnasium-kirchheim>) zum Download zur Verfügung.

Wichtig ist, dass die Schülerinnen und Schüler zu Beginn mit der eigenverantwortlichen Arbeitsweise vertraut gemacht werden. Nur wenn ihnen bewusst ist, dass sie in diesen Unterrichtssequenzen selbst die Verantwortung für ihren Lernfortschritt übernehmen müssen, ist ein entsprechendes Verhalten zu erwarten. Daher werden die Schüler in den ersten Unterrichtsstunden in die



Modul 2 – Lernumgebung 1 – Aufbau der Atome

Material:

- Filmsequenz aus "Harald Lesch – Universum und Quanten – 10 hoch 26 bis –35"
- Arbeitsauftrag "Wie sieht ein Atom im Inneren aus?"
- Informationsblätter
 - Lichtmikroskop
 - Mikrotom
 - Blattgold
 - Radioaktivität
- Modellversuch "Wie gewinnt man Informationen zum Aufbau der Materie" mit Arbeitsanweisung dazu
- Simulation Rutherfordexperiment
- Internet zur Recherche
 - Rutherford'sches Atommodell, Rutherfordexperiment
- Anleitung zum Hefteintrag
- Muster zum Hefteintrag
- Lernkontrollbogen

Ziele:

1. Ich verstehe die zwei wichtigen Atommodelle nach Thomson und Rutherford, sowie die experimentelle Methode, mit der Rutherford vom Thomson-Modell zu seinem Atommodell gelangen konnte.
2. Ich habe anhand des Modellversuchs und der Informationsblätter wenigstens eine Methode ermittelt, mit der man Informationen über den Aufbau der Materie finden kann. Ein passender Eintrag im Lerntagebuch ist geeignet, das Vorgehen meiner Gruppe kurz vorzutragen.
3. Ich habe den "Aufbau der Materie" einer Platte des Modellversuchs ermittelt und Vorgehen und Ergebnis im Lerntagebuch fixiert.
4. Ich habe die Informationsblätter aufmerksam gelesen und mindestens jeweils zwei wichtige Aspekte des Inhalts im Lerntagebuch fixiert.
5. Ich habe zu den Atommodellen von Thomson und Rutherford recherchiert und die Modelle im Lerntagebuch dargestellt.
6. Ich habe zum Rutherfordexperiment recherchiert, das Experiment in der Simulation durchgeführt und das Experiment mit seinen Ergebnissen im Lerntagebuch zusammengestellt.

Abb.3.6-3: Zielvorgaben aus der Lernumgebung 2/1: Aufbau der Atome

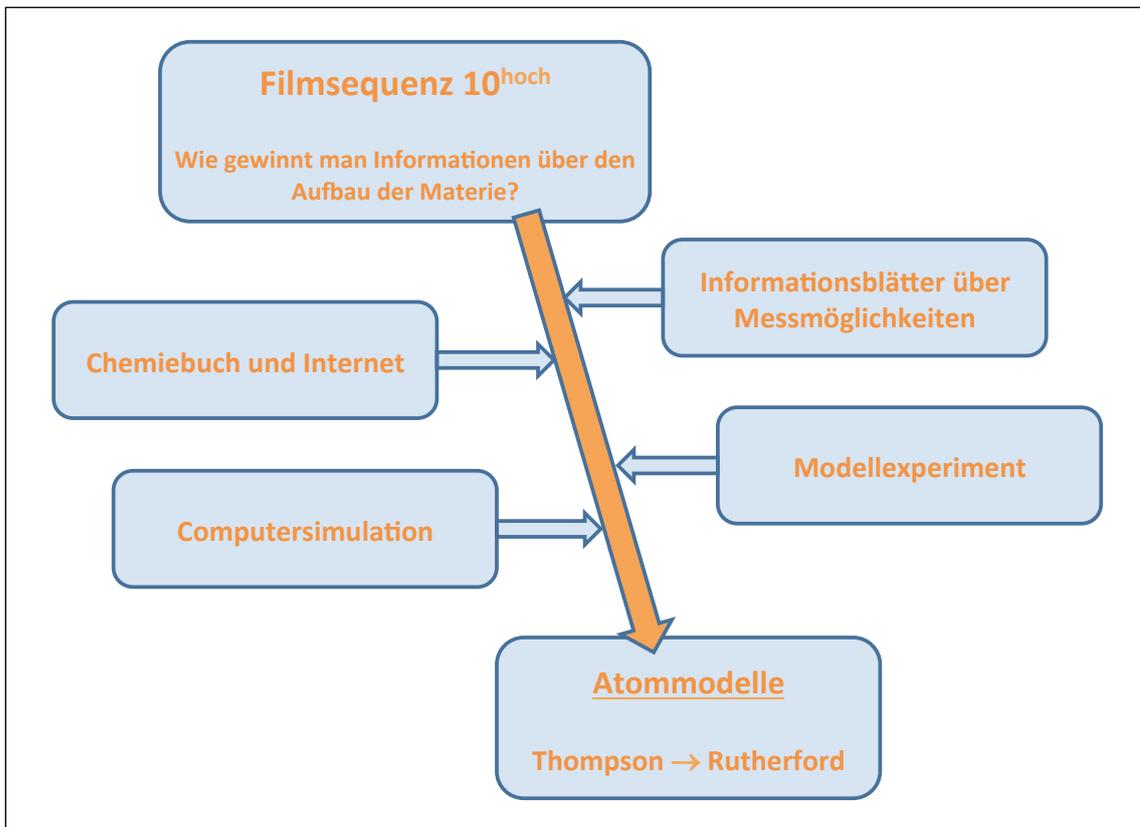


Abb. 3.6-4: Advance Organizer

Lernumgebung 03.04.14
„Aufbau der Atome“

1. Beobachtung:
 Wenn man eine Münze in das Holzblech \approx mit Schwung schmeißt, dann merkt man nach ein paar Wurfen, dass etwas ~~in~~ in der Mitte etwas ist.

Bild:

2. Beobachtung:
 An der rechten Seite ist die Münze stecken geblieben.

Bild:



Modell 2 - Lernumgebung 1

Wir schätzen die Schichten schnell durch und wenn wir sie hängen kleben müssen wir das dort wo sie. Man muss an beiden Enden stehen. Damit wir den genauen Standort ermitteln können.

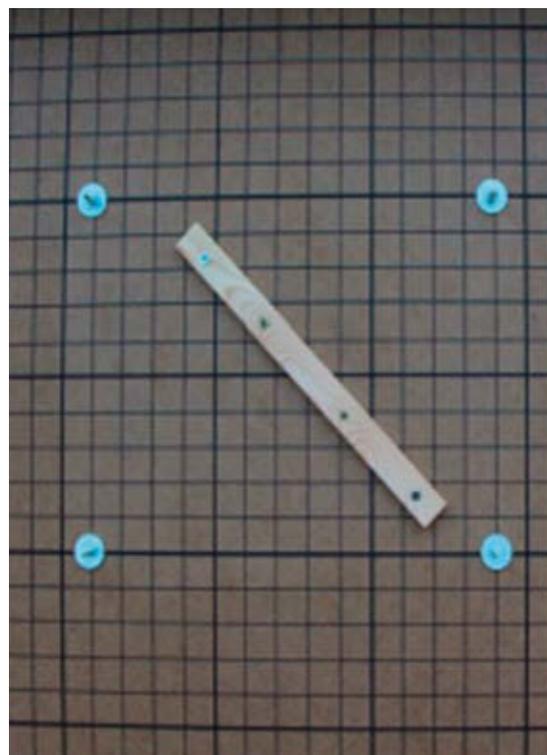


Abb. 3.6-5: Lerntagebuch: In einem Modellversuch zum Rutherford-Experiment ist es die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler, Form, Position und Größe eines Hindernisses zu ermitteln, das sich zwischen zwei Holzplatten befindet (Beispiel siehe rechts). Die links stehenden (unkommentierten) Auszüge aus Lerntagebüchern zeigen, wie das Problem ohne hineinzuschauen gelöst wurde.

Anleitung zum Hefteintrag

Überschrift:

„Der Aufbau der Atome“

1. Notiere kurz, wie die Goldschlägerei, das Mikrotom und das Lichtmikroskop Informationen zur Größe von Atomen beitragen können. Notiere jeweils auch, welche kleinsten Schichtdicken bzw. erkennbaren Abstände sich jeweils ergeben.
2. Stelle anhand einer Skizze die Grundzüge des Thomsonschen Atommodells dar.
3. Stelle anhand einer Zeichnung das Experiment von Rutherford dar und erläutere Rutherfords Vorgehen.
4. Erstelle eine Skizze des Strahlengangs auf Teilchenebene.
5. Erläutere anhand einer Skizze das Atommodell von Rutherford. Stelle auch dar, wie Rutherford von den Ergebnissen seines Experiments auf den Aufbau der Atome schließen konnte.

Abb. 3.6-6: Anleitung zum Hefteintrag

Methodik eingeführt. Hierbei werden die Grundzüge naturwissenschaftlichen Arbeitens erläutert und die Funktion eines Lerntagebuchs (bzw. Laborbuchs) erklärt. Dass sowohl beim Lernweg als auch bei der Fixierung der Ergebnisse und ebenso bei der Lernkontrolle der Lehrer nicht primär als Kontrollinstanz, sondern vorwiegend als Begleiter fungiert, dürfte für viele Schülerinnen und Schüler neu sein.

Die Lernumgebungen beginnen jeweils mit einer kurzen Einführung, die sowohl die verfügbaren Materialien als auch die zu erreichenden Lernziele vorgibt (vgl. Abb. 3.6-3). Ein Advance Organizer

(Abb. 3.6-4) und/oder ein „Fahrplan“ für Schüler visualisiert einen möglichen Weg durch die Lernumgebung.

Anschließend arbeiten die Schüler weitgehend selbstständig, wobei sie sich aus einem bereits vorbereiteten Materialpool bedienen und ihren individuellen Lösungsweg bestimmen können. Dabei variieren die methodischen Ansätze zwischen und innerhalb der Lernumgebungen, sodass die Schüler mit vielen unterschiedlichen Lernformen in Berührung kommen. In vielen Lernumgebungen stehen Aufgaben verschiedener

Schwierigkeitsstufen oder Bearbeitungstiefe zur Verfügung. Die Lehrkraft gibt Impulse, unterstützt und hinterfragt.

Die Schülerinnen und Schüler schreiben während der Arbeitsphase ein Lerntagebuch (vgl. Abb. 3.6-5). Dies fördert die Reflexion über den eigenen Lernprozess. Im Lerntagebuch wird der

Denk- und Verstehensprozess (auch Fehlvorstellungen) sichtbar. Dies bietet der Lehrkraft einen konkreten Ansatzpunkt zur Lernunterstützung. Nun können im Sinne einer konstruktiven Fehlerkultur mögliche Denkfehler diskutiert und analysiert werden. Diese Reflexion über den eigenen Lernprozess stellt allerdings für viele eine große Herausforderung dar. Ein kontinuierlicher Einsatz

Lernkontrollbogen

<u>Ich kann ...</u>	<u>Ich übe ...</u>	+	0	-
Ich verstehe die zwei wichtigen Atommodelle nach Thomson und Rutherford sowie die experimentelle Methode, mit der Rutherford vom Thomson-Modell zu seinem Atommodell gelangen konnte.	Studiere die Seiten 74 bis 76 im Chemiebuch.			
Anhand des Modellversuchs und der Informationsblätter ist mir klar geworden, wie schwierig es ist, im Experiment Informationen über den Aufbau der Materie zu finden. Wenigstens eine Lösung des Problems ist mir anhand des Modells vertraut geworden.	Diskutiere in Deinem Team, mit dem Du das Modellexperiment durchgeführt hast, die Möglichkeiten zur Informationsgewinnung im Modellexperiment und zu deren Übertragung in den Mikrokosmos.			
Ich kann das Modellexperiment durchführen und die Entsprechung im Mikrokosmos dabei mitverfolgen.	Lies die Anleitung zum Modellexperiment erneut sorgfältig durch und führe ggf. das Experiment nochmals mit einem anderen Team durch. Beschäftige Dich nochmals mit der Computersimulation des Rutherford-Experiments.			
Ich habe die Informationsblätter aufmerksam gelesen und kenne mindestens jeweils zwei wichtige Aspekte des Inhalts.	Lies die Informationsblätter nochmals aufmerksam durch.			

Abb. 3.6-7: Lernkontrollbogen



Abb. 3.6-8: Impressionen aus der Auftakt-Ausstellung

des Lerntagebuches erfordert somit sowohl von den Schülerinnen und Schülern als auch von den Lehrern eine Umstellung ihrer Arbeitsweise. Am Ende jeder Sequenz erarbeiten die Schüler basierend auf den Mitschriften im Lerntagebuch einen übersichtlich gestalteten, individuellen Hefteintrag als „Reinschrift“. Dies ist auch Anlass, den ganzen Lernabschnitt nochmals neu aufzurollen, was das vernetzende Lernen und das Herausarbeiten der Kernpunkte außerordentlich unterstützt. Ein hoher Anteil der Schülerinnen und Schüler legt großen Wert auf eine eigene Formulierung der Ergebnisse und kontrolliert diese anhand des ausliegenden Musters und durch Rückfragen an den Lehrer. Um zu gewährleisten, dass auch kranke und weniger leistungsstarke Schülerinnen und Schüler einen korrekten Hefteintrag haben, ist es notwendig, sowohl Hilfen für die Niederschrift als auch einen Musterhefteintrag zur Verfügung zu stellen (Abb. 3.6-6).

Den Abschluss der Lernumgebungen bildet immer ein Lernkontrollbogen, der neben Selbstreflexionsmöglichkeiten auch Hinweise auf weitere Übungsaufgaben beinhaltet (Abb. 3.6-7).

3.6.6 Projektauftritt und Projektabschluss Auftrittveranstaltung

Das Jahr beginnt mit einer gemeinsamen Auftaktveranstaltung für alle Klassen der Jahrgangsstufe 8. Diese besteht aus zwei Teilen: Zum einen hält ein externer Referent vor der ganzen Jahrgangsstufe einen Impulsvortrag, der das Zukunftsthema eröffnet. Denkbar wäre hier z. B. ein Experte, der die energetische Zukunft der Heimatgemeinde bzw. des Heimatlandkreises thematisiert. Auch eine Einbettung der Energiewende in einen größeren Zusammenhang ist sinnvoll, z. B. durch einen Vortrag zum Klimawandel (Abb. 3.6-9).

Zum anderen präsentieren die Schülerinnen und Schüler zuvor im Unterricht erstellte Gruppenarbeiten zu verschiedenen energetischen Themen in Form einer Ausstellung oder eines GalleryWalks. Als Themen wurden z. B. bearbeitet: „Windenergie“, „Geothermie“, „Energiesparen im Haushalt“, „Passivhaus“, „Gas- und Kohlekraftwerke“ (Abb. 3.6-8).



Abb. 3.6-8: Impressionen aus der Auftakt-Ausstellung

Das Abschlussmodul 3/1: „Zukunftsträchtige Energiespeicher“

Diese letzte Lernumgebung stellt in besonderer Weise die zukünftige Energieversorgung in den Vordergrund, fasst die Erkenntnisse des gesamten Schuljahres zusammen und greift die Fragen der Auftaktveranstaltung auf. Sie ist daher unverzichtbar.

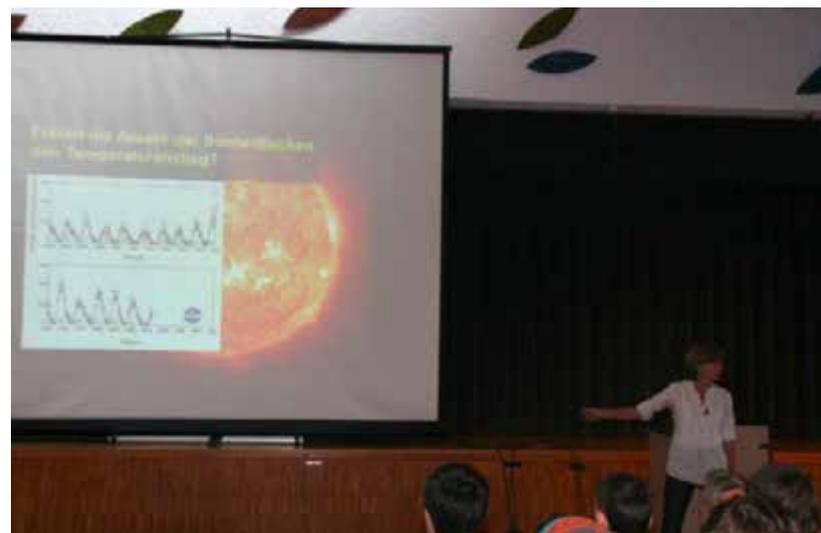
Die Schülerinnen und Schüler diskutieren, inwiefern der bevorstehende Klimawandel und die Verknappung fossiler Energieträger zu einer

grundlegenden Neuausrichtung der Energieversorgung zwingen. An greifbaren Beispielen aus dem Alltag untersuchen sie, ob es sinnvoll ist, die Energie, die man im Haushalt benötigt, mit einem Akku zu speichern, und gelangen dabei zu einer der wichtigsten Fragen unserer Zeit: „Welche Möglichkeiten der Energiespeicherung gibt es überhaupt?“

Energiespeicher dienen dem Ausgleich zwischen dem schwankenden Energieangebot und der sich verändernden Energienachfrage, ermögli-



Abb. 3.6-9: Vortrag von Dr. Maiken Winter zum Thema Klimawandel



chen also die zeitliche Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch. Dabei gibt es eine Vielzahl möglicher Speichertechnologien mit unterschiedlichen Eigenschaften, Wirkungsgraden, Anwendungsfeldern und Auswirkungen auf die Umwelt.

Da diese Lernumgebung im Sommer stattfindet, lässt sich die Einheit gut durch eine Exkursion oder einen entsprechend gestalteten Wandertag ergänzen.

Das Planspiel „Energetingen“

Eine Möglichkeit, auch ökonomisches und politisches Denken mit der Energiefrage zu verknüpfen, ist die Planspielmethode. Das Planspiel „Energetingen“ der TUM School of Education eignet sich in hervorragender Weise zur Abrundung

des Projekts „Energetische 8samkeit“. Da vor allem ältere Jugendliche von diesem Planspiel profitieren, ist es meist sinnvoll, die Durchführung in die 9. oder 10. Jahrgangsstufe zu verlegen.

Die Kernidee des Planspiels besteht darin, Schülerinnen und Schüler mit der Energiewende in Deutschland möglichst direkt zu konfrontieren. „Energetingen“ ist dabei ein fiktiver Landkreis, dessen Bürgerschaft demokratisch ein Energiekonzept für die Zukunft entwickelt. Unterschiedliche Gemeinden in Energetingen verfolgen hierbei unterschiedliche Lösungsansätze (Windpark in Stürmlingen, Solarpark in Sonneck, Gaskraftwerk in Brennertshausen, ...). Die Schülerinnen und Schüler nehmen z. B. die Rollen „Bürgermeister/-in“, „Sachverständige(r)“, „Sprecher/-in der Bürgerinitiative“ oder „Kraftwerksbetreiber/-in“



Abb. 3.6-10: Auszug aus dem Schulungsmaterial zum Planspiel „Energetingen“

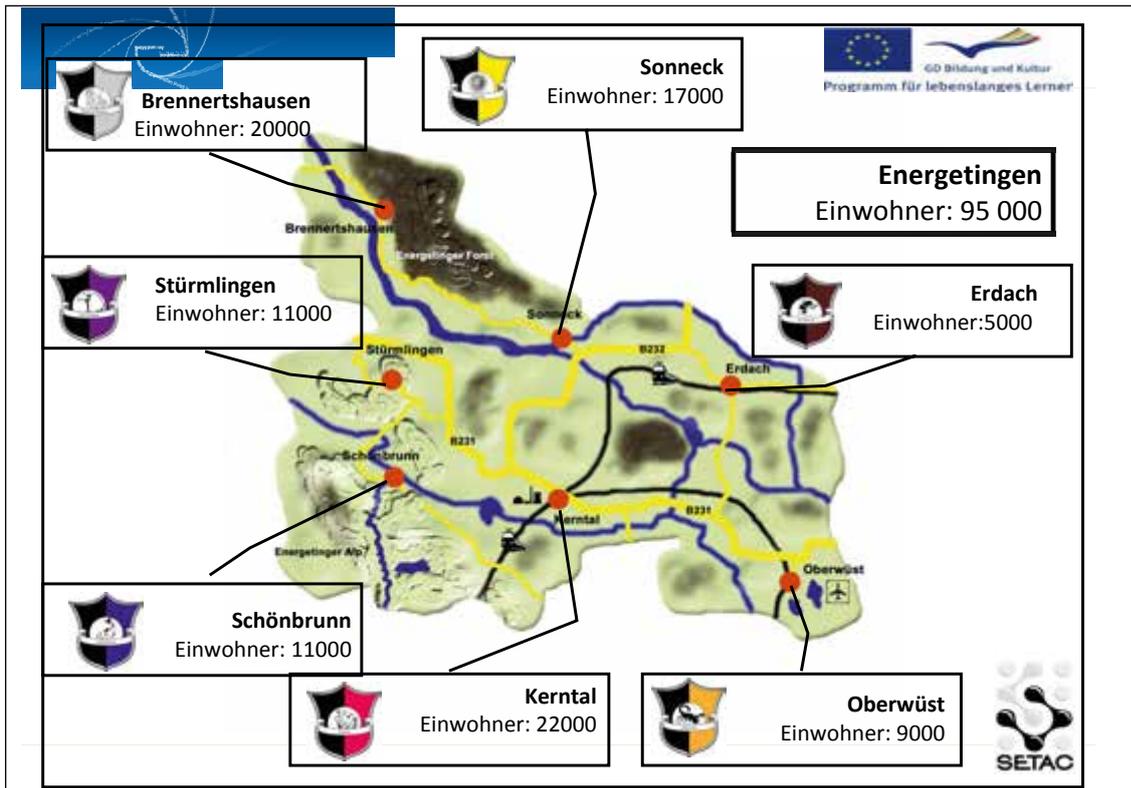


Abb. 3.6-10: Auszug aus dem Schulungsmaterial zum Planspiel „Energetingen“

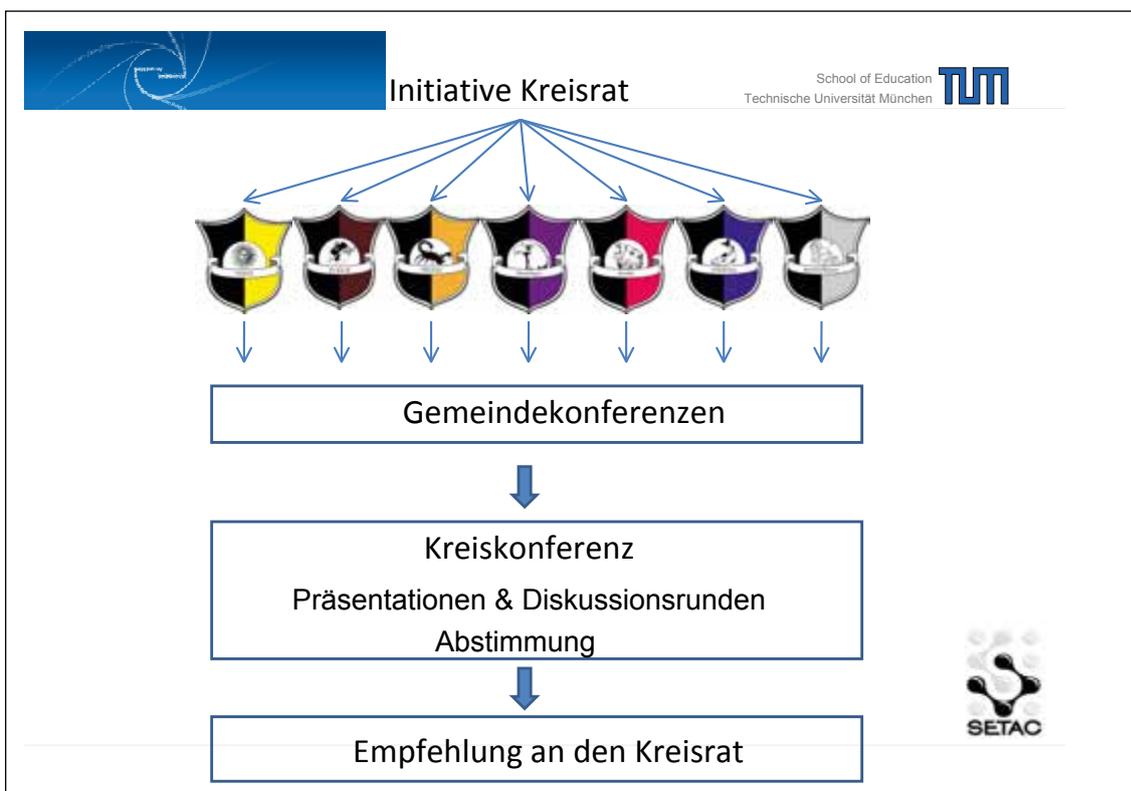


Abb. 3.6-10: Auszug aus dem Schulungsmaterial zum Planspiel „Energetingen“

ein, um in simulierten Gemeinde- bzw. Landkreiskonferenzen Entscheidungen herbeizuführen (vgl. Abb. 3.6-10 sowie S. 137).

In der Auseinandersetzung um die Lösungsansätze erfahren die Schülerinnen und Schüler, welche Faktoren im Wettstreit der Ideen entscheiden und welche Rolle dabei naturwissenschaftlich-technische Überlegungen spielen. Fokussiertes Lernziel ist es, die Vernetzung und die Relevanz naturwissenschaftlich-technischer Inhalte zu verstehen und ein dauerhaftes Interesse für diese Themen zu entwickeln.

Sämtliche Spielmaterialien (Rollenbeschreibungen, Sachinformationen, ...) sind für Teilnehmer

an den Spielleiterschulungen zugänglich. Die Fortbildungen werden z. B. über FIBS oder andere Fortbildungsportale angeboten.

Kontakt:
 maximilian.knogler@tum.de
<https://www.gympaed.edu.tum.de/forschung/laufend/planspiel-energetingen/>

3.1.6 Erfahrungen aus der Arbeit in Lernumgebungen

Jeder Methodenwechsel bringt einen motivationalen Schub, ein Aufbrechen der Routine und die Aktivierung der Schülergruppen. Dies ist auch beim Einsatz von Lernumgebungen nicht anders. Es war bei der Begleitung der Klassen deutlich zu

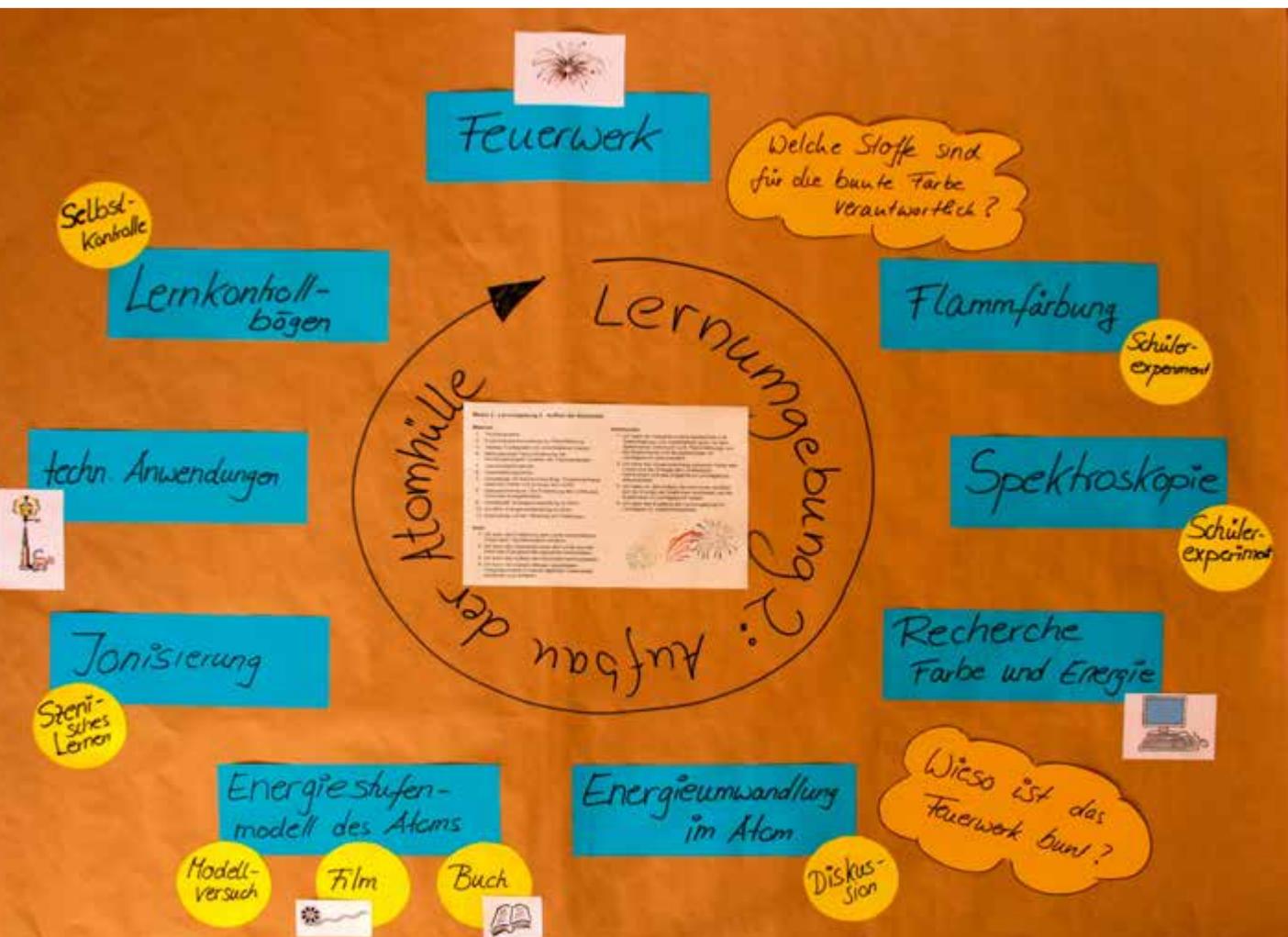


Abb 3.6-11: Flipchart zur Konzeption des Moduls 2/2: Aufbau der Atomhülle

beobachten, dass eine behutsame Einführung in die komplexe Methode entscheidend dafür ist, dass der Effekt zügig einsetzt und anhält. Der Einsatz von Lernumgebungen zielt aber darüber hinaus vor allem auf eine Förderung der Selbstständigkeit beim Experimentieren und bei der Erarbeitung von Inhalten sowie der Fähigkeit, Lernprozesse selbst zu strukturieren, ab (vgl. Abb. 3.6-11).

Die sehr enge Zusammenarbeit der Fachlehrer, die bei intensiver Nutzung der Methode zu einer Zusammenarbeit der Fachschaften wird, erwies sich als einer der fruchtbarsten Angelpunkte des Projekts. Die detaillierte Kenntnis der Lehrpläne, Begriffsbildungen und Methoden des jeweils anderen Faches verändert das Bewusstsein, in dem unterrichtet wird: Aus Physik und Chemie wird bei geeigneten Themen ein integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht, den nicht nur die beteiligten Kolleginnen und Kollegen, sondern insbesondere auch die Schüler als neu, interessant und gewinnbringend empfinden.

Im Verlauf der Projektjahre konnte bei allen beteiligten Klassen mit zunehmender Beherrschung der Methode eine deutliche Steigerung der Selbstständigkeit in allen Bereichen des Unterrichts wahrgenommen werden. Besonders deutlich war der Kompetenzzuwachs im Bereich des strukturiert geplanten experimentellen naturwissenschaftlichen Arbeitens und der Gewinnung und Nutzung von Informationen aus den zugänglichen Quellen. Leistungsfähige und gut motivierte Schüler planten zum Schluss der Schuljahre ihre Lernprozesse mit viel Übersicht, wobei sie zum Teil sehr individuelle Wege beschritten, die aber klar und zügig zu ausgezeichneten Lernerfolgen führten. Weniger engagierte Schülerinnen und Schüler dagegen nutzen für die Bewältigung der Aufgaben in der Regel diejenigen Pfade, die die Autoren der Lernumgebungen im Auge hatten (Advance Organizer).



Abb. 3.6-12: Schülerinnen und Schüler bei der Arbeit in Lernumgebungen

Die Rückmeldungen der Schülerinnen und Schüler während der laufenden Schuljahre des Projekts waren weitgehend positiv, insbesondere zum selbstständigen Experimentieren. Dieses wurde auch dahingehend genutzt, Varianten oder komplexere Anordnungen systematisch und spielerisch zu untersuchen. Lediglich bei zeitlich sehr eng aufeinanderfolgenden Lernumgebungen erlahmte diese Begeisterung. Es zeigte sich deutlich, dass sich auch hier ein Methodenwechsel vorteilhaft auswirkt.

Einige Klassen wurden mit Abstand zum Projektjahr evaluiert. Die Auswertung der Fragebögen zeigt, dass der experimentelle Schwerpunkt generell das Interesse stark fördert. Nach Einschätzung einer sehr großen Zahl der Schüler führt das umfangreiche Experimentieren im Rahmen von Lernumgebungen zu einer deutlichen Erweiterung der Kompetenzen beim naturwissenschaftlichen Arbeiten. Es bleibt aber auch festzuhalten, dass ein Teil der Schüler diese Form des Experimentierens als zu komplex empfindet und klarere Vorgaben wünscht. Diese Schüler müssen in den Arbeitsphasen der Lernumgebungen intensiv unterstützt werden.

Eines der zentralen Ziele des Schulversuchs war, die Kompetenzen zum selbst organisierten Lernen im Bereich der Naturwissenschaften zu erweitern und sich so mit zentralen Themen der Zukunft auseinanderzusetzen. Ein großer Teil der Schülerinnen und Schüler sieht sich nach der Durchführung der Lernumgebungen deutlich besser in der Lage, Probleme selbstständig zu lösen und sich mit dem Zukunftsthema Energie auseinanderzusetzen.



Abb. 3.6-12: Schülerinnen und Schüler bei der Arbeit in Lernumgebungen

Auf den folgenden Seiten werden einige Beispiele herausgegriffen, die als Puzzleteile in den einzelnen HoriZONtec-Konzepten eine wesentliche Rolle spielen. Jedes für sich genommen mag vielleicht wenig spektakulär wirken. Dennoch sind diese Bausteine entscheidend für das Gelingen des jeweiligen Gesamtkonzepts (vgl. Kapitel 3.1 bis 3.6).

Die ersten fünf Beispiele zeigen unterschiedliche Ansätze, wie im Bereich der Unterrichtsmethodik Problemlösekompetenz und selbst gesteuertes Lernen gefördert werden können.

Dies ist besonders gut möglich, wenn entsprechende organisatorische Voraussetzungen geschaffen werden (4.6-4.8: Naturwissenschaftlicher Vormittag, Methodenstunde, Projektwoche). Eine veränderte Unterrichtskultur mit einer verstärkten Betonung überfachlicher Kompetenzen zieht in logischer Konsequenz auch alternative Formen der Leistungserhebung nach sich. Die Beispiele 4.9 bis 4.11 zeigen Möglichkeiten auf,

einer erweiterten Kompetenzerwartung auch in Leistungserhebungen Rechnung zu tragen.

Die Schülerinnen und Schüler mit Herausforderungen der Zukunft vertraut zu machen, Chancen und Risiken abzuwägen und ihre Entscheidungskompetenz zu schulen, ist besonders gut gelungen durch die Einbeziehung ökonomischen und politischen Denkens. Dies belegen die Good Practice-Beispiele 4.12 bis 4.15. Auch die Diskussionen, die sich bei großen Präsentationsveranstaltungen (4.16 bis 4.18) ergeben, können dazu anregen, verstärkt über die Thematik nachzudenken.

Die Beispiele zur Wettbewerbsbeteiligung, die unter 4.19 zusammengefasst sind, dokumentieren, dass handlungsorientiertes Arbeiten an Zukunftsthemen nationales und internationales Interesse hervorruft, was den Ansporn und die Freude an naturwissenschaftlich-technologischen Projekten zusätzlich zu steigern vermag.



	Good Practice-Beispiel	Modellschule	Jahrgangsstufe
Unterrichtsmethodik			
4.1	Milestone Matching – Projektmanagement in der Schule	OHG Marktredwitz	8 – 10
4.2	Selbst gesteuertes Lernen im Rahmen von Lernumgebungen	Gymnasium Kirchheim	8
4.3	Die SOFA-Methode	Willstätter-Gymnasium Nürnberg	10
4.4	Freies Experimentieren in Chemie	LTG Prien	8
4.5	Systematische Kompetenzerweiterung im naturwissenschaftlich-technologischen Unterricht	Rupprecht-Gymnasium München	9
Organisationsformen und Flexibilisierung des Unterrichts			
4.6	Naturwissenschaftlicher Vormittag	Asam-Gymnasium München	10
4.7	Fächerübergreifende Methodenstunde	Willstätter-Gymnasium Nürnberg	8
4.8	Projektwoche zum Thema Raumfahrt	LTG Prien	8
Leistungsnachweise			
4.9	Das Portfolio als kompetenzorientierter Leistungsnachweis	OHG Marktredwitz	9
4.10	Praktische Kurzarbeit	Gymnasium Kirchheim	8
4.11	Produktiver Umgang mit Fehlern	LTG Prien	8
Einbeziehung ökonomischen, ökologischen und politischen Denkens			
4.12	Gründung einer Schülerfirma	LTG Prien	11
4.13	Produktrealisierung mit EcoStartup – Von der Grundlagenforschung zum Endprodukt	OHG Marktredwitz	11
4.14	Vom technologischen Wirkprinzip zur Geschäftsidee – Eine Vernetzung über Fachgrenzen hinaus	Rupprecht-Gymnasium München	9
4.15	Simulation politischer Zusammenhänge im Planspiel Energetingen	Gymnasium Kirchheim	9 bzw. 10
Präsentation der Ergebnisse und Schaffen von Öffentlichkeit			
4.16	Wasserkongress	OHG Marktredwitz	8 – 11
4.17	Schülerkongress	Willstätter-Gymnasium Nürnberg	8 – 10
4.18	Kreative Präsentationsformen – Kunstinstallation und Filmprojekt	Willstätter-Gymnasium Nürnberg	10
Anknüpfung an Wettbewerbe			
4.19	Wettbewerbsbeteiligung		

4.1 Milestone Matching – Projektmanagement in der Schule



Unterrichtsmethodik
OHG Marktredwitz – Nach uns die Sintflut?
Jahrgangsstufe 8 – 10 (11)

Kurzbeschreibung:

Das Ziel des Otto-Hahn-Gymnasiums Marktredwitz war es, das Thema „Wasser“ aus unterschiedlichsten Blickwinkeln zu betrachten. Die Schüler sollen dabei ihre gemachten Erkenntnisse teilen und sich gegenseitig unterstützen. Wie in einem Staffellauf werden die einzelnen Fächer in das Projekt integriert und Projektergebnisse von Klasse zu Klasse weitergegeben. Dies ist sogar über Jahrgangsstufen hinweg möglich – durch das sogenannte Milestone Matching.

Hintergrundbetrachtung:

Die große Herausforderung bei fächer- und jahrgangsstufenübergreifenden Projekten liegt in der Zusammenarbeit von Fachschaften, die im regulären Schulbetrieb nur wenige Berührungspunkte haben. In der Wirtschaft werden solche Probleme durch ein entsprechendes Projektmanagement gelöst:

Beispielsweise ist das Projektziel für einen Flughafen, einen reibungslosen Flugbetrieb zu gewährleisten. Zum Erreichen dieses Zieles werden jedoch unterschiedlichste Berufsgruppen benötigt, deren Arbeit Hand in Hand gehen muss. So wird das Flugzeug von der Boden-Crew betankt und gewartet. Es wird Personal für das Boarding und den Transport der Passagiere zum Flugzeug benötigt. Die Piloten mit ihrer Crew bereiten die Kabine für den Start vor und nehmen Instruktionen von den Fluglotsen im Tower entgegen,

die die Starts und Landungen koordinieren. Jede dieser Berufsgruppen arbeitet für sich unabhängig, jedoch eng verzahnt mit den jeweils anderen Gruppen und mit einem gemeinsamen Ziel vor Augen.

Auch in der Schule gibt es einen gemeinsamen Auftrag und die einzelnen Fachschaften leisten jeweils einen klar abgestimmten Beitrag. Durch ein gemeinsames Rahmenthema lässt sich die Zusammenarbeit zwischen den Fachschaften jedoch erheblich vertiefen – mit dem Vorteil, dass dadurch ein ambitioniertes Projektziel erreicht werden kann. Dadurch, dass die Arbeit auf viele Schultern verteilt wird, kann gleichzeitig die Belastung für die einzelnen Fächer und Klassen in überschaubarem Rahmen gehalten werden.

Durchführung:

„Milestone Matching“ ist ein Neologismus, der den Kern der Zusammenarbeit im Projekt beschreibt. Das primäre Ziel der Schülergruppe in jedem Fachbereich und jeder Jahrgangsstufe ist es, sogenannte Meilensteine (Milestones) zu erreichen. Als Meilenstein wird der Abschluss eines Unterrichtsmoduls bezeichnet, mit dem die Schüler zu Experten in einem bestimmten Thema werden.

Bei dem darauf folgenden „Matching“ wird nach Schnittstellen zwischen den Fächern und Jahrgangsstufen gesucht, um eine Zusammenarbeit zu ermöglichen. Dies wurde im Projekt z. B. zwischen zwei Chemieklassen der Jahrgangsstufe 9 und 10 realisiert. Die Schülerinnen und Schüler aus der Jahrgangsstufe 9 sind Experten in der Gewässeranalyse. Sie haben im Rahmen der Qualitativen Analyse Inhaltsstoffe von Wasserproben bestimmt. Die Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 10 können standardisierte Waschversuche durchführen. Durch die Zusammenarbeit der beiden Klassen können die beobachteten Unterschiede bei den Waschversuchen auf die Wasserqualität zurückgeführt werden (vgl. Abb. 4-1).

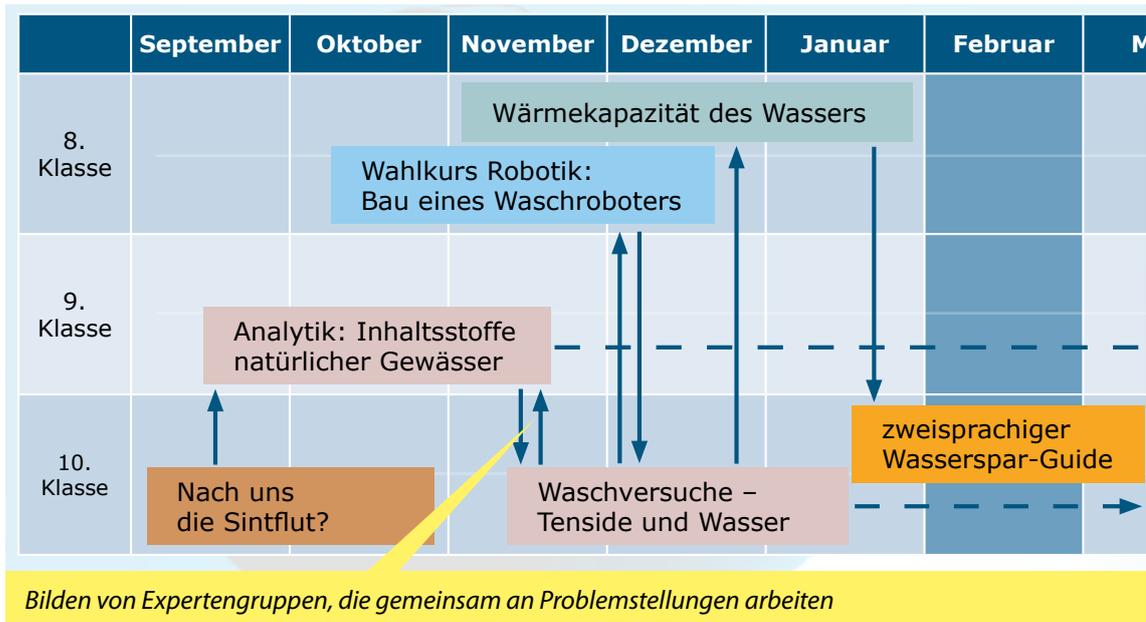


Abb. 4.1-1: Ausschnitt aus Abb. 3.2-3

Bei der fächerübergreifenden Zusammenarbeit können Arbeits- oder Forschungsaufträge von den Schülern vergeben werden, um das Thema interdisziplinär zu erfassen. Im Projekt wurde ein standardisierter Aufbau für die Waschversuche benötigt. Nach den Vorstellungen, die die Zehntklässler im Chemieunterricht entwickelten, konstruierten die Schülerinnen und Schüler des Robotik-Wahlkurses einen Waschroboter, der diese Anforderungen erfüllte.

Durch das Kombinieren der einzelnen Meilensteine entsteht somit ein roter Faden, der die Fächer und Jahrgangsstufen miteinander verbindet. Die Teilprojekte stehen nicht mehr isoliert für sich, sondern setzen sich viel mehr wie ein Puzzle zusammen und ermöglichen eine ganzheitliche Erforschung des Themas. Organisatorisch findet das Matching z. B. in gemeinsamen Unterrichtsstunden statt, in denen klassenübergreifende Arbeitsgruppen gebildet werden. Es sind aber auch größere Veranstaltungen zur Zusammenführung der Erkenntnisse denkbar (vgl. Wasserkongress S. 139).

Durch die lehrplankonforme Themenwahl und die Verteilung der Arbeitsphasen auf alle Fachschaften und Jahrgangsstufen über das Schuljahr hinweg erhält der Unterricht einen ganz neuen, größeren Zusammenhang, der die Bearbeitung zukunftsrelevanter Fragestellungen ermöglicht.

4.2 Selbst gesteuertes Lernen im Rahmen von Lernumgebungen



Unterrichtsmethodik
Gymnasium Kirchheim – Energetische 8samkeit
Jahrgangsstufe 8

Kurzbeschreibung:

Im Bereich der Unterrichtsentwicklung wurden in den letzten Jahrzehnten viele Konzepte entwickelt, um sich von der stark instruktiven Grundstruktur des Unterrichtens zu lösen. Die Ideen reichen bis hin zu Konzepten, in denen sich die Lernenden ihre Inhalte weitgehend frei wählen. Im Zusammenhang mit HoriZONtec verstehen wir unter Lernumgebung eine Form des Unterrichts an der Grenze zwischen lehrergesteuertem, voll sequenzierten Unterricht und dem freien, entdeckenden Lernen.

In einer Lernumgebung lernen Schülerinnen und Schüler selbst organisiert in einem von der Lehrkraft vorher klar abgegrenzten Rahmen. Hierbei können sie individuelle Wege gehen, forschend-entwickelnd und kreativ tätig werden. Durch die Rahmensetzung wird der Lernprozess schnell zielführend und erfolgreich.

Ziele der Lernumgebungen:

- Förderung der Fähigkeiten, sich eigenständig mit Fragestellungen auseinanderzusetzen
- Auseinandersetzung mit aktuellen, zukunftsorientierten Fragestellungen aus dem täglichen Umfeld
- Erweiterung und Einübung verschiedener Kompetenzen, z. B. praktisches und planmäßig experimentelles Handeln

- Selbstkontrolle durch Lernkontrollbögen
- Dokumentation des Vorgehens bei der Lösungsfindung (Lerntagebuch)
- Binnendifferenzierung durch Individualisierung

Beschreibung:

Damit die Schülerinnen und Schüler sich ein neues Stoffgebiet eigenständig erarbeiten können, müssen folgende Eckpunkte vorab vom Lehrer vorgegeben werden:

- Konkrete Zielvorgabe, inkl. feinschrittiger Teilziele (evtl. Advance Organizer zur Visualisierung eines möglichen Arbeitsweges)
- Überblick über die zur Verfügung gestellten Materialien, Informationsquellen etc.
- Bei Bedarf: Vorgabe einzelner Experimentalvorschriften
- Zeitlicher Rahmen
- Pädagogisch sinnvolle Gruppeneinteilung
- Anleitung oder Musterlösung für den Heft eintrag
- Lernkontrollbogen

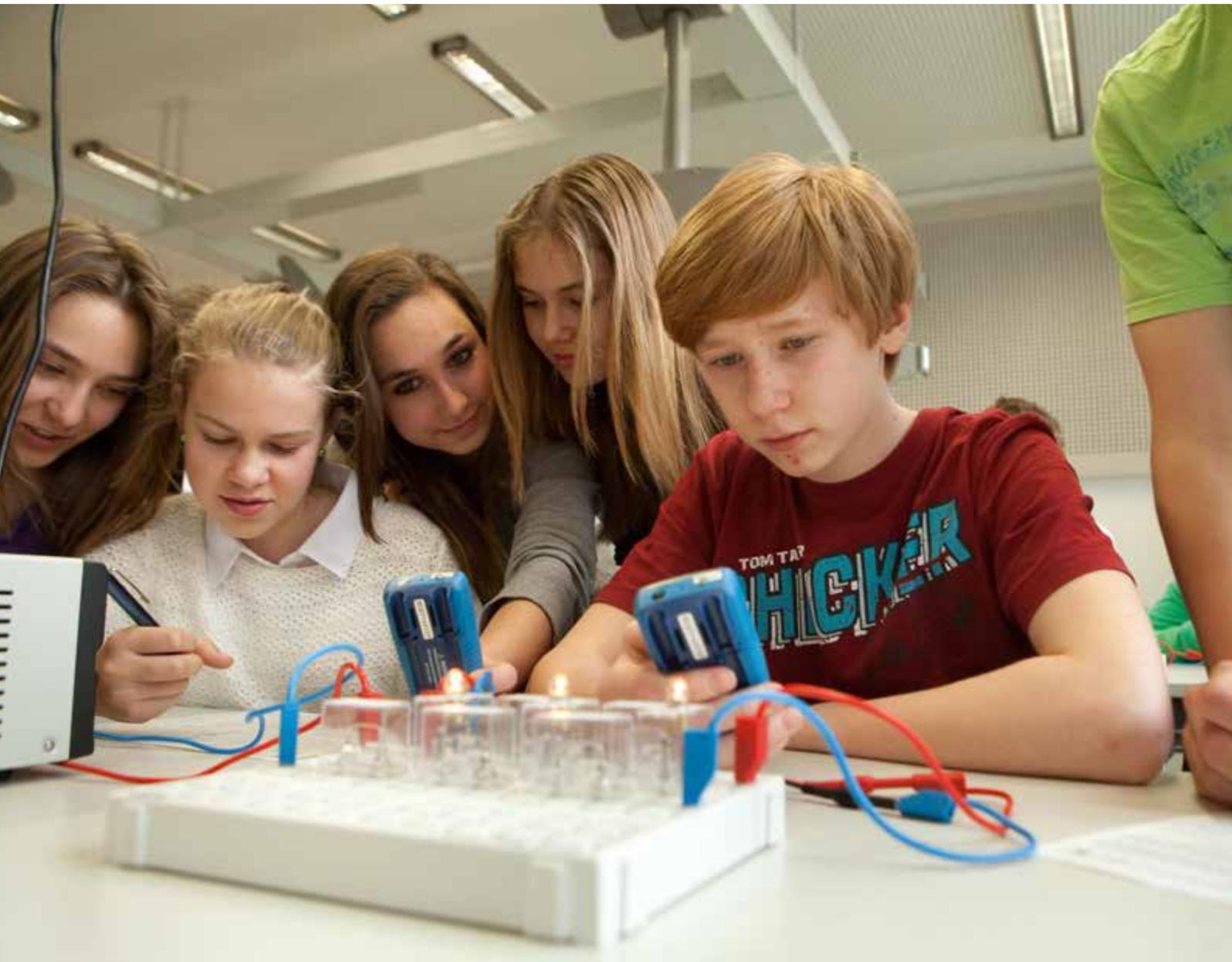
Durch diese Vorarbeit (ggf. Download fertiger Materialien von www.horizontec.de/gymnasium-kirchheim) erhält die Lehrkraft die Freiheit, während der gesamten Unterrichtssequenz individuell beratend den Lernprozess zu begleiten. Die Schülerinnen und Schüler erwerben durch diese Methode nicht nur Fachwissen, sondern eignen sich auch die für naturwissenschaftliches Arbeiten notwendigen Kompetenzen an. In besonderem Maße wird eigenverantwortliches Lernen und damit Selbstkompetenz geschult.

Empfehlungen:

Wichtig ist die behutsame Einführung der Schülerinnen und Schüler in die Methodik der Lernumgebungen. Insbesondere die Übernahme der Eigenverantwortung für den Lernerfolg ist in der Jahrgangsstufe 8 eine hohe Anforderung. Dabei ist es entscheidend, den Schülerinnen und Schülern die Verantwortung tatsächlich zu übertragen und nicht etwa – aus falsch verstandener Fürsorge heraus – doch noch alle Themen nachzubesprechen oder gar „nachzuunterrichten“.

Organisatorisches:

Große Vorteile ergeben sich, wenn Lernumgebungen fächerübergreifend geplant werden, da so die Schülerinnen und Schüler die Themen in einen größeren naturwissenschaftlichen Kontext stellen können und die Lehrkräfte die Möglichkeit haben, flexibler auf spezielle Bedürfnisse der jeweiligen Thematik einzugehen (z. B. durch Teamteaching, Teilen der Klasse, Verschiebungen im Lehrplan etc.).



4.3 Die SOFA*-Methode (*Stationenbasiertes, offenes, fächerver- schränktes Arbeiten)



Unterrichtsmethodik
Willstätter-Gymnasium Nürnberg – NutriVISION
Jahrgangsstufe 10

Kurzbeschreibung:

Bei der SOFA-Methode handelt es sich um eine Variante des Stationenlernens. Die Schülerinnen und Schüler lernen selbst gesteuert und eigenständig anhand vorbereiteter Materialien. Darüber hinaus soll ihnen durch die Wahl eines fächerübergreifenden Oberthemas und durch die Verbindung der Fachinhalte in den Einzelaufgaben die Relevanz einer interdisziplinären Arbeitsweise bewusst werden.

Hierzu werden die Lehrplaninhalte in ungewöhnliche Kontexte gestellt.

Beispiele: Die Themen Kunststoffe, Ester und Kohlenhydrate werden u. a. am Beispiel des Kaugummi Big Red® erarbeitet. Oder: Die Entstehung von Wirbelstürmen wird in Beziehung gesetzt mit einer Abschwächung ihrer verheerenden Wirkung durch die Bewahrung des Ökosystems Seegraswiesen. Dieses wiederum wird dem Ökosystem Meer zugeordnet und seiner Bedeutung als Nahrungsmittellieferant. Durch weitere Verknüpfungen gelingt so eine attraktive inhaltliche Verknüpfung der Fächer Chemie, Biologie und Geographie.

Ziele:

- Erziehung zu selbst gesteuertem, eigenverantwortlichem und reflektiertem Arbeiten
- Förderung der Selbstständigkeit als Vorbereitung auf Oberstufe und Studium

- Erkenntnis, dass komplexere Fragestellungen nur durch eine interdisziplinäre Arbeits- und Denkweise lösbar sind
- Ermöglichung neuer Zugänge und Blickwinkel durch ungewöhnliche inhaltliche „Aufhänger“

Rahmenbedingungen zur Durchführung:

- Dauer: vier bis fünf Unterrichtswochen à sieben Stunden (je 2 Biologie-, Chemie- und Geographiestunden sowie eine Profilstunde)
- Bereitstellung aller notwendigen Materialien in zwei Kisten bzw. laminierte Arbeitsblätter in einem Hängeregister
- Erlaubnis zur Verwendung von Tablets, Smartphones, o. A.
- Gestattung eines Raumwechsels nach Abmeldung bei der Lehrkraft (Schülercomputer-raum, Schülerbibliothek, etc.)
- Freie und variable Wählbarkeit der Sozialform
- Aushändigung einer Checkliste, Linkliste und eines Anforderungskatalogs zu den Zielen, die bei der jeweiligen Station erreicht werden sollen (vgl. Abb. 4.3-2)
- Information der Schüler über die Leistungserhebungen (eine mündliche Prüfung in jedem Fach zum Zeitpunkt ihrer Wahl, Station der Leistungserhebung frei durch die Schüler wählbar; eine Kurzarbeit über den gesamten Inhalt am Ende der Freiarbeit)

	Biologie	Chemie	Geographie
Vorwissen der Schüler	<ul style="list-style-type: none"> ▪ biotische und abiotische Umweltfaktoren 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nomenklatur sauerstoffhaltiger Verbindungen ▪ Stoffklasse der Alkohole ▪ Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Stoffeigenschaften 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exemplarische Kenntnis eines Wirtschaftsraums
Verwendete Lehrbücher	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bioskop 10 (Westermann) ▪ Englisch-Wörterbuch 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Galvani 3 (bsv) ▪ Taschenatlas der Lebensmittelchemie (WILEY-VCH) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atlanten ▪ Seydlitz Geographie 10

Abb. 4-3-1: Rahmenbedingungen

Gelingensbedingungen/Empfehlungen für die Praxis

- Planung der mündlichen Prüfungstermine mit den Schülern im Vorfeld (nicht mehr als 2 – 3 Schüler pro Stunde, Testdauer ca. 5 Minuten)
- Organisation eines „Holdienstes“ der Kisten und des Hängeregisters
- Gemeinsame Auftaktstunde aller an der SO-FA-Methode beteiligten Kollegen (Fächerver-schränkung wird sichtbar gemacht!)
- Bereitstellung von Hilfen bei der Planung des Lernfortschritts (Einige Schüler kommen mit ihrer neu gewonnenen Freiheit nicht zurecht und verzetteln sich zeitlich.)

Kurzurteil:

Diese Methode stellt für die Schüler eine willkommene Abwechslung im normalen Schultag dar. Der Reiz liegt besonders zu Beginn in der neu gewonnenen Freiheit (freie Raumwahl, Verwendung von Smartphones, Wahl des Prüfungstermins und -themas etc.). Allerdings genießen sie

im Anschluss eine Rückkehr zum lehrerzentrierten Unterricht, da die eigenständige Bearbeitung anspruchsvoller Inhalte über einen verhältnismäßig langen Zeitraum von manchen auch als Überforderung empfunden wird.

Bei der Aufgabenstellung wurde darauf geachtet, dass neben vergleichsweise einfachen Basisaufgaben auch komplexere Aufgaben stehen, die argumentativ beantwortet werden müssen. Entscheidend bei den Prüfungen ist die Entwicklung eines Anforderungskatalogs, der die notwendigen Kompetenzen erfasst. Die Schüler müssen anhand dessen kontinuierlich reflektieren, inwiefern sie auf der Basis ihres Wissens bereits in der Lage sind, die erwarteten Erklärungsleistungen zu erbringen. Im Unterschied zu anderen Stationenarbeiten kann eine „Materialschlacht“ durch eine verstärkte Nutzung des Internets und der Schulbücher vermieden werden. (vgl. Abb. 4.3-1)

Von der Family Farm zum Agrobusiness	Globalisierung des Nahrungsmittelangebotes	Grundlegende Arbeitsweisen
<p>Ich kann wichtige Begriffe erklären</p> <ul style="list-style-type: none"> - Feedlots - Suitcase Farmer - Family Farm - Agrobusiness (Agribusiness, industrialisierte Landwirtschaft) - Dust Bowl - Regenfeldbau - Bewässerungslandwirtschaft (Karussellbewässerung) - Dry farming <p>Ich kann</p> <ul style="list-style-type: none"> - Auswirkungen der Nutzung und Gestaltung von Räumen erläutern (Bodenerosion, Naturrisiken, Wassermangel,..) - geographische Fragestellungen (Gunst-/ Ungunstraum) an einen konkreten Raum (USA) richten - zur Beantwortung dieser Fragestellungen Strukturen und Prozesse in den gewählten Räumen analysieren 	<p>Ich kann wichtige Begriffe erklären</p> <p>Monokulturen (Baumwolle, Weizen, Mais, Soja)</p> <p>Produktivität</p> <p>Intensivierung</p> <p>Subventionen</p> <p>Monopolisierung</p> <p>Spekulation</p> <p>Globalisierung</p> <p>Ich kann</p> <ul style="list-style-type: none"> - das Zusammenwirken von Faktoren in humangeographischen Systemen erläutern (Welthandel) - humangeographische Wechselwirkungen zwischen Räumen erläutern (Industrieländer, Schwellen- und Entwicklungsländer) 	<p>Informationsbeschaffung und -verarbeitung:</p> <p>Ich kann</p> <ul style="list-style-type: none"> - sach- und zielgemäß Informationen aus Karten, Texten, Bildern,.....auswählen - am Beispiel eines Hurrikans Satellitenbilder auswerten - aus technisch gestützten Informationsquellen relevante Informationen herausarbeiten - selbstständig einfache geographische Fragen stellen und dazu Hypothesen formulieren - komplexe Kausal- und Klimaprofilen anlegen - geographisch relevante Sachverhalte/Darstellungen sachlogisch ordnen und unter Verwendung der Fachsprache ausdrücken - geographische Kenntnisse anwenden, um geographisch relevante Sachverhalte/ Probleme / Risiken zu beurteilen

Abb. 4-3-2: Ausschnitt aus dem Anforderungskatalog

4.4 Freies Experimentieren in Chemie



Unterrichtsmethodik
Ludwig-Thoma-Gymnasium Prien – Mission2Mars
Jahrgangsstufe 8

Kurzbeschreibung:

Das Experiment steht auch im Zeitalter von Multimedia zu Recht im Mittelpunkt des naturwissenschaftlichen Unterrichts und stellt eine der Hauptsäulen des Projekts Mission2Mars dar. Wichtig ist hierbei, dass die Schülerinnen und Schüler bereits im Anfangsunterricht zur Entwicklung des selbstständigen und selbsttätigen Forschergeistes ermutigt werden.

In der Unterrichtseinheit „Geeignete Reinstoffe zum Bau unseres Raumschiffes“ beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler anhand einer sehr offenen Aufgabenstellung mit dem Lehrplanthema „Stoffeigenschaften“. Sie erstellen eine genaue Problemanalyse, planen dazu eigene Experimente, führen diese durch und dokumentieren und präsentieren die Ergebnisse.

Ziele (Auswahl):

Die Schülerinnen und Schüler sollen ...

- selbstständig geeignete Experimente auswählen bzw. entwickeln, durchführen, beobachten und interpretieren können.
- selbstständig ihre Recherche- und/oder Versuchsergebnisse dokumentieren.
- alle Arbeitsschritte und Ergebnisse gemäß des wissenschaftlichen Arbeitens kritisch hinterfragen und Möglichkeiten zur Optimierung (Fehleranalyse) entwickeln.
- den Umgang mit Fachliteratur kennen lernen.
- ihre Begeisterung für die Chemie entwickeln oder (noch besser) ausbauen.
- ihre Medienkompetenz steigern.
- ihre Teamfähigkeit optimieren.

Empfehlungen für die Praxis:

Eine überlegte Vorauswahl der Reinstoffe ist aus Sicherheitsgründen notwendig, da die Schülerinnen und Schüler arbeitsteilig und offen experimentieren und die Gefahr einer Gesundheitsgefährdung ausgeschlossen werden muss. Die Lehrkraft muss während der Arbeitsphasen äußerst aufmerksam beobachten und die individuellen, selbst konzipierten Versuche begleiten.

	„Mission2Mars“ Modul: Technische Voraussetzungen einer Mars-Mission (Chemie) Datum: _____ Klasse: _____ Name: _____	
Thema: Geeignete Reinstoffe zum Bau unseres Raumschiffes		
Fragestellung: Ein Raumschiff muss viele Belastungen aushalten, so z.B. die hohen Beschleunigungen beim Start, Feuchtigkeit an Bord oder das Hitzeproblem beim Eintritt in die Atmosphäre der Erde. Deshalb muss bei der Produktion eines Raumschiffs bereits vorher mit Hilfe von Recherchen und Experimenten das passende Baumaterial ermittelt werden. Auf dem Labortisch sind viele Reinstoffe ausgelegt, die auf ihre Eignung hin untersucht werden können. Bildet Gruppen aus zwei bis drei Personen und arbeitet im Team. Zur Verfügung stehen euch das Schülerlabor, die Chemiebibliothek und der Computerraum. Der Zeitraum hierfür ist diese und nächste Doppelstunde. In der folgenden Horizontec-Doppelstunde soll euer Team seine Ergebnisse den anderen Teams in einem Kurzvortrag (max. 5 Minuten) zur Diskussion präsentieren!		

Abb. 4.4-1: Aus dem Unterrichtsmaterial zum Thema „Reinstoffe“

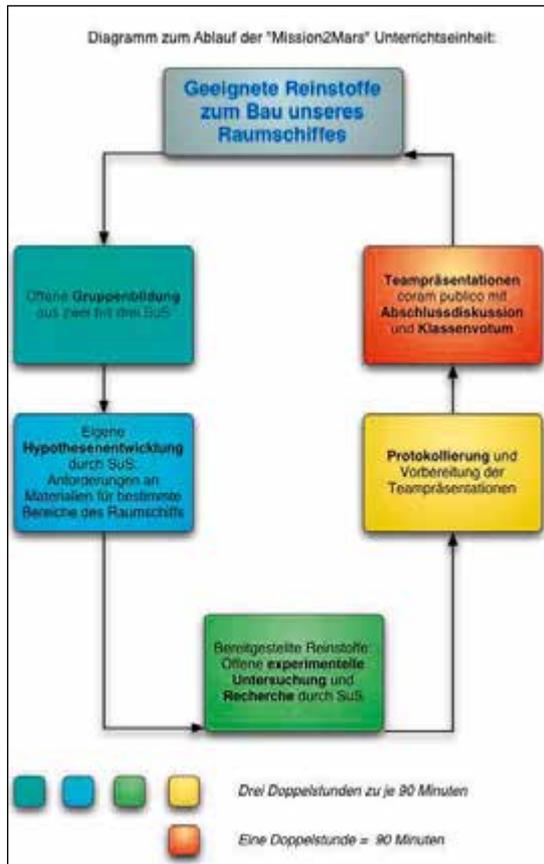


Abb. 4.4-2: „Fahrplan“ zur Unterrichtseinheit

Kurzurteil:

Insgesamt ist die Unterrichtseinheit nach qualitativer Rückfrage bei den Schülerinnen und Schülern und den beteiligten Lehrkräften sehr positiv wahrgenommen worden. Die Möglichkeit, dass die Jugendlichen selbst in die Rolle des Forschers schlüpfen und auch an Fehlern lernen können, wurde hierbei besonders betont. Schön war insbesondere, dass die sehr guten Teams schwächeren Gruppen unaufgefordert Hilfe bei Problemen anboten und somit die Sozialkompetenz im Klassenverband gestärkt wurde.



4.5 Systematische Kompetenzerweiterung im naturwissenschaftlich-technologischen Unterricht



Unterrichtsmethodik
Rupprecht-Gymnasium München
SINNSORIK – Wahrnehmen durch Sensoren
Jahrgangsstufe 9

Kurzbeschreibung:

Die Lernenden handeln in verschiedenen Modulen zunehmend selbstständig unter Verwendung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen. Insbesondere werden die Kompetenzen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung weiterentwickelt.

Ziele für die Lernenden:

- Kennen, Erläutern und Anwenden der Funktionsweisen verschiedener Sensoren
- Kennen und Bewerten der Einsatzbereiche der Sensoren
- Einüben von naturwissenschaftlichen Arbeitsprozessen (z. B. Aufstellen und Überprüfen von Hypothesen)
- Ordnen und Strukturieren von Fachliteratur und Präsentieren biologischer Fachinhalte
- Bewerten naturwissenschaftlich-technologischer Fachinhalte im Hinblick auf zukünftige, gesellschaftliche Herausforderungen

SINNSORIK

DER ABSTANDSSENSOR

Gib Viren und Bakterien keine Chance!

Viele Keime werden von Mensch zu Mensch oder durch das Berühren von Gegenständen übertragen. Die Keime auf der Haut der Hand gelangen von der Hand anschließend auf die Schleimhäute in Auge, Nase oder Mund. Dies ist vor allem in der Erkältungszeit im Winter ein Problem. Deshalb soll man sich insbesondere in dieser Zeit häufig die Hände waschen.

Um das Ansteckungsrisiko allgemein zu reduzieren, werden z.B. Toiletten zunehmend mit sensorisch arbeitenden Wasserhähnen und Seifenspendern ausgestattet, die mit Hilfe von IR-Sendern und -Empfängern Berührungen unnötig machen.

Experiment 1

Material: Berührungslos arbeitender Seifenspender

Durchführung:
Testet den Seifenspender. Probiert verschiedene Handabstände aus.

Hinweis: Verwendet für alle schriftlichen Bearbeitungen die beiliegenden Blätter!

Arbeitsauftrag

Stellt mit Hilfe eures physikalischen Wissens Vermutungen über das Funktionsprinzip auf. Notiert diese zusammen mit Begründungen!



Abb. 4.5-1: Arbeitsblatt aus dem Modul „IR-Sensorik“

Beschreibung:

- Im Modul der IR-Sensorik stellen die Lernenden in Kleingruppen zu den Funktionsweisen der Sensoren selbstständig Hypothesen auf, die sie anschließend überprüfen und korrigieren. Abbildung 4.5-1 zeigt den Beginn der Einheit zum Abstandssensor, die als Teil eines kompetenzorientierten Lernzirkels konzipiert ist. Die Lernenden bewerten die kennengelernten IR-Sensoren im Hinblick auf ihre Eignung, zukünftigen gesellschaftlichen Herausforderungen zu begegnen.
- Der Erkenntnisgewinnungsprozess mit Schwerpunkt auf Schülerselbstkompetenz wird mithilfe geeigneter Arbeitsblätter geleitet (guided discovery oriented learning).
- Im Modul zur elektrischen und magnetischen Sensorik erweitern die Lernenden ihre Fachkenntnisse über die zugrunde liegenden Wirkprinzipien von Sensoren anhand elementarisierteter Experimente. Zusätzlich erarbeiten sie ein Vorgehen, die betrachteten Sensoren weiteren Jugendlichen geeignet zu erläutern (Lernen durch Lehren, Kommunizieren, kooperatives Arbeiten, u. a.).
- In der Unterrichtseinheit Wahrnehmung und Sinnesleistungen des Menschen beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler tiefergehend mit den Vorgängen der Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung beim Menschen. Sie präsentieren in einem Kurzvortrag ihren Mitschülerinnen und Mitschülern ihre Ergebnisse anhand eines Posters.
- Die größte Herausforderung ist es, das erworbene Wissen über die Funktionsprinzipien der Sensoren in vernetzten Aufgabenstellungen anzuwenden. Dies wird besonders im Modul „Produkt- und Geschäftsideen – Sensoren der Zukunft“ gefordert, welches sich – im Vergleich zu den Vorgängermodulen – durch eine sehr offene Aufgabenstellung und eine breite fächerübergreifende Vernetzung auszeichnet.

Organisatorisches:

- Die beiden Module IR-Sensorik und elektrische und magnetische Sensorik können unabhängig voneinander oder auch im Schuljahresverlauf nacheinander durchgeführt werden.
- Die Bereitstellung der Arbeitsmaterialien erfolgt entsprechend der einzelnen Modulbeschreibungen. Dort werden auch weitere Rahmenbedingungen und gegebenenfalls Bezugsquellen genannt: <http://www.horizontec.de/rupprecht-gymnasium-muenchen/>.

Kurzfassung:

Die überfachliche Vernetzung sowie die systematische Kompetenzerweiterung (siehe Fettdruck) zeigen gute Ergebnisse. Neben gesteigertem Interesse, Motivation und Durchhaltevermögen der Lernenden ergab sich insgesamt eine günstige Auswirkung auf das Fachwissen sowie das Einüben der Kompetenzen Erkenntnisgewinn, Kommunikation und Bewerten.

4.6 Naturwissenschaftlicher Vormittag



Organisationsformen
Asam-Gymnasium München – Stadt der Zukunft
Jahrgangsstufe 10

Kurzbeschreibung:

Der Biologie-, Chemie- und Physikunterricht findet in zwei gekoppelten Klassen am selben Vormittag statt, und zwar jeweils doppelstündig. In beiden Klassen unterrichten dieselben drei Lehrkräfte, wobei sie an diesem Vormittag keine anderen Unterrichtsverpflichtungen haben (d. h., sie halten vier Stunden Unterricht in den beiden Projektklassen und haben zusätzlich zwei Stunden, in denen sie stundenplanmäßig nicht gebunden sind). Die benötigten Fachräume sind alle sechs Vormittagsstunden für die beiden Projektklassen geblockt.

Beschreibung:

Naturwissenschaftlicher Vormittag 3 Lehrer in 2 Klassen		
Stunde:	Klasse 10a	Klasse 10b
1	Physik	Biologie
2	Physik	Biologie
3	Chemie	Physik
4	Chemie	Physik
5	Biologie	Chemie
6	Biologie	Chemie

Vorteile:

Die drei Fachlehrer erhalten durch den Naturwissenschaftlichen Vormittag sehr große Flexibilität. Zum Beispiel können in beiden Fächern je drei Stunden Physik und drei Stunden Chemie unter-

richtet werden, falls dies von der Thematik und der methodischen Ausgestaltung her sinnvoll ist. Biologie wird dann z. B. in der Folgewoche stärker berücksichtigt. Oder eine der beiden Projektklassen geht den ganzen Vormittag auf eine Biologie-Exkursion. Die andere Klasse hat dann je drei Stunden Chemie- und Physikunterricht. Neben Exkursionen lassen sich zum Beispiel auch Vorträge externer Referenten leichter einplanen. Letztlich sind viele Varianten möglich, solange über das gesamte Schuljahr betrachtet alle Fächer die vorgesehene Stundenzahl erhalten. Die Fachlehrer sprechen sich untereinander im jeweiligen Einzelfall ab, gestalten ihre Einheiten aber eigenverantwortlich.

Empfehlungen für die Praxis:

Für die Stundenplaner bedeutet diese Organisationsform zu Beginn des Schuljahres einen erhöhten Planungsaufwand. Letztlich zahlt sich dieser jedoch aus, da die Schüler länger zusammenhängend an den jeweils anstehenden Themen arbeiten können – eine gute Vorbereitung für das W-Seminar. Durch den Naturwissenschaftlichen Vormittag bietet es sich außerdem an, komplexe Themen im Teamteaching anzugehen, da immer eine der drei Lehrkräfte nicht anderweitig gebunden ist und zusätzlich in die Klasse kommen kann. Ein entsprechender Ausgleich findet über eine Freistellung an anderer Stelle statt, z. B. in größeren Freiarbeitsphasen oder bei Vorträgen externer Referenten, wenn für beide Klassen nur eine betreuende Lehrkraft eingeplant wird.

Kurzurteil:

Die Schülerinnen und Schüler äußerten sich überwiegend positiv zu der Tatsache, dass alle naturwissenschaftlichen Fächer an einem Vormittag unterrichtet werden. Eine Übersättigung konnte dadurch vermieden werden, dass der damit einhergehende Methodenwechsel (Experimentalunterricht, Exkursionen, Präsentationen, ...) für große Abwechslung in der Beschäftigung mit den Themenkomplexen sorgte. Auch die betreffenden Lehrer wussten die neu gewonnene Flexibilität zu schätzen.

4.7 Fächerübergreifende Methodenstunde



Organisationsformen
Willstätter-Gymnasium Nürnberg
NutriVISION
Jahrgangsstufe 8

Kurzbeschreibung:

Es wird im Stundenplan der Jahrgangsstufe 8 eine eigene Unterrichtsstunde „Methodenunterricht“ (fächerübergreifende Intensivierungsstunde) ausgewiesen, die den Fokus deutlich auf die Methodenkompetenz richtet und damit den Fachunterricht in allen Fächern entlastet. Der Methodenunterricht schafft Grundlagen, auf die in den folgenden Jahrgangsstufen aufgebaut werden kann und die verbindlich vorausgesetzt werden können. Dies sind insbesondere Grundlagen, die für die erfolgreiche Planung, Durchführung und Präsentation eines Projekts notwendig sind.

Die wichtigsten Trainingsfelder im Methodenunterricht

- Analyse und Zusammenfassung von Fachtexten, z. B. von Artikeln aus Zeitungen und Fachzeitschriften
- Quellenstudium und Quellenbewertung (Internet, Fachliteratur)
- Planung und Durchführung von Versuchen
- Interpretation und Erstellung von Grafiken
- Auswertung von Versuchsergebnissen und statistischen Erhebungen
- Arbeiten im Team
- Planung, Durchführung und Dokumentation eigener kleiner Forschungsarbeiten über einen längeren Zeitraum

- Freies, strukturiertes und überzeugendes Vortragen
- Präsentation eigener „Forschungsergebnisse“
- Selbst- und Fremdbeurteilung, Kritikfähigkeit

Durchführung:

- Der Methodenunterricht wird von einer Projektlehrkraft gehalten, die auch in einem weiteren Fach in der Klasse unterrichtet.
- Die thematischen Übungsfelder sind fächerübergreifend und richten sich nach den Interessen der Schülerinnen und Schüler.
- Die erworbenen Kompetenzen werden in einem individuellen Forschungsprojekt angewandt, trainiert und gefestigt (vgl. auch S. 89).
- Anregungen zur konkreten Unterrichtsgestaltung sind auf der Seite <http://www.horizontec.de/willstaetter-gymnasium-nuernberg/> unter der Rubrik 8. Klasse/Fächerübergreifende Methodenstunde zu finden.

Kurzer Erfahrungsbericht

Der Methodenunterricht wird sowohl von den meisten Schülerinnen und Schülern als auch von den Lehrkräften als Bereicherung empfunden. Ohne Notendruck wird sehr ernsthaft gearbeitet. Das liegt zum einen daran, dass viele der Übungen in abwechslungsreiche, schülernahe Kontexte gestellt werden. Zum anderen wird aber auch die Relevanz des Gelernten unmittelbar wahrgenommen. Dazu trägt nicht zuletzt das Wissen bei, dass am Ende des Schuljahres die eigene Arbeit vor großem Publikum präsentiert wird (vgl. 4.17 „Schülerkongress“).

4.8 Projektwoche zum Thema Raumfahrt



Organisationsformen
Ludwig-Thoma-Gymnasium Prien – Mission2Mars
Jahrgangsstufe 8

1. Besuch im Deutschen Museum

Zum Einstieg in die Projektwoche führt der Weg in die Luft- und Raumfahrtabteilung des Deutschen Museums in München. Auf eindrucksvolle Weise werden dort Naturwissenschaften und Technik allein aufgrund der ausgestellten Exponate wie z. B. der Mondrakete Saturn V erfahrbar. Mithilfe von Arbeitsaufträgen recherchieren die Schüler interessante Fakten zu dieser Rakete. Der

Vergleich zur Höhe des Priener Kirchturms ermöglicht den Jugendlichen dabei eine Anknüpfung an ihre Erfahrungswelt. Auch historisch betrachtet sind die gewaltigen Fortschritte in Luftfahrt und Raumfahrt anschaulich aufbereitet. Experimente z. B. zum Rückstoßprinzip beim Raketenantrieb können direkt beobachtet werden. Die Exkursion ist daher ein unverzichtbarer Baustein des Mission2Mars-Konzepts.

Ziele:

Die Schüler sollen ...

- die politischen und gesellschaftlichen Hintergründe der Entwicklung der Raumfahrt kennenlernen und ihre Entwicklung aus den Wurzeln der Schifffahrt und der Luftfahrt nachvollziehen.
- die technischen Grundkonzepte der Antriebe bei Luft- und Raumfahrt beschreiben.

Crew	<input type="text"/>	:	_____	Klasse:	_____	<input type="text"/>
<h2>Mission2Mars im Deutschen Museum München</h2>						
Dein Startpunkt ist nach der Eingangshalle hinter dem Kartenkontrollschalter.						
<h3>Schifffahrt</h3>						
Die Raumfahrt sieht sich in der großen Tradition der Schifffahrt. Warum eigentlich?						
1. Welche Eigenschaften haben deiner Meinung nach Raumfahrer mit den früheren Schiffsreisenden gemeinsam?						
_____						<input type="text"/>
Suche das Modell der „Kaiser Wilhelm II“. Sie erinnert ein wenig an die Titanic und stammt auch aus der gleichen Zeit.						
2. Welche Leistung hatte der Antrieb des Schiffs? Wie viele Kleinwagenmotoren mit 60 kW Leistung bräuchte man, um die gleiche Leistung zu erzeugen?						
_____						<input type="text"/>

Abb. 4.8-1: Ausschnitt aus dem Arbeitsbogen zum Deutschen Museum

- die besonderen technischen Herausforderungen durch die veränderten Umweltbedingungen außerhalb der Erdatmosphäre und in der Schwerelosigkeit verstehen und Lösungsansätze nachvollziehen.
- die Bedeutung der erdnahen Raumfahrt für das tägliche Leben erkennen.
- im Team den Fragebogen selbstorganisiert und kooperativ bearbeiten.
- sich anhand von Exponaten, kleinen Schauversuchen und begleitenden Texten Inhalte erarbeiten und ableiten.

Beschreibung:

Der Aufenthalt im Museum selbst ist auf ca. drei Stunden angelegt. Kernstück des Besuchs ist ein durch einen Fragebogen geleiteter Rundgang durch die Abteilungen Schiff-, Luft- und Raumfahrt. Daneben soll noch etwas Zeit für eine Vorführung (z. B. Starkstromtechnik) oder den freien Besuch einer anderen Abteilung sein.

Es hat sich bewährt, für den Rundgang Dreiergruppen einzuteilen, die zeitlich versetzt starten (Vier-Minuten-Abstand). Die Fragebögen sollten zeitnah korrigiert und bepunktet werden. Eine Ehrung der besten Arbeitsgruppen mit einer kleinen Preisverleihung rundet das Erlebnis ab.

Organisatorisches:

Der Fragebogen, Lösungshinweise und organisatorische Hinweise können von der Webseite <http://www.horizontec.de/ludwig-thoma-gymnasium-prien/> unter der Rubrik „Projektwoche“ auch in editierbarer Form bezogen werden.

2. Unterrichtseinheiten in Kunst, Englisch und Religion

Anstatt der regulären Unterrichtsstunden haben die Schüler während der Projektwoche mehrere Workshops in den Fächern Religion, Englisch und Kunst, in denen sie Aufträge zur Marsmission bearbeiten:

- **Kunst:**
Bildmanipulation und Bildbearbeitung am PC: Entwerfen von Bildern, die das Leben auf dem Mars beschreiben, so wie es heute noch nicht vorstellbar ist.
- **Englisch:**
Big Bang Theory – Episode 2/8 “The Lizard-Spock Expansion” bzw. „Stein, Schere, Spock“
Klärung u. a. folgender Fragen: “What is a Mars Rover? What is it used for? What was the real problem?”
Arbeitsauftrag: “Imagine 200 years from now scientists are able to prove that there is life on Mars. You are one of these scientists. The local newspaper asks you to either draw a picture of your discovery or to give a short description of it.”
- **Religion/Ethik:**
Diskussion zu folgenden Themenkomplexen: „Sex und Tod im All“, „Religion im All“, „Umweltethik: Weltraumschrott“

3. Abschlussvortrag

Den Abschluss der Projektwoche stellt ein Vortrag über das Universum dar. Das Ludwig-Thoma-Gymnasium konnte z. B. die Mitarbeiterinnen von Prof. Förstner vom Lehrstuhl für Raumfahrttechnik gewinnen. Sie schilderten interessante Fakten zu den Herausforderungen bemannter Raumfahrtmissionen und dem zunehmenden Problem des Weltraummülls.

Für einen weiteren Vortrag konnte der renommierte Physiker und Astronaut Prof. Dr. Ulrich Walter gewonnen werden.

4.9 Das Portfolio als kompetenzorientierter Leistungsnachweis



Leistungsnachweise
OHG Marktrechwitz – Nach uns die Sintflut?
Jahrgangsstufe 9

Kurzbeschreibung:

In der klassischen Prüfungssituation können prozedurale Fähigkeiten der Schüler nur indirekt abgefragt werden. Das veränderte Unterrichten in HoriZONTEc und die erweiterten Unterrichtsziele erfordern jedoch auch angepasste Prüfungsformen. Ein Portfolio bietet die Möglichkeit, den handlungsorientierten, experimentellen Unterricht nachzuvollziehen und sich nachhaltig mit dem Unterrichtsstoff zu beschäftigen. Im Rahmen des HoriZONTEc-Unterrichts im Fach Chemie wurde die Schulaufgabe im 1. Halbjahr in der Jahrgangsstufe 9 durch ein Portfolio mit dem Themenschwerpunkt Analytik ersetzt.

Durchführung:

Während der regulären zwei Chemiestunden findet meist HoriZONTEc-unabhängiger Unterricht mit kleinen Leistungsnachweisen statt. Über die Profilstunden und Exkursionen führen die Schüler ein „Experimentiertagebuch“, aus dem dann zuletzt ein Portfolio gestaltet wird.

Die Rahmenbedingungen für das Erstellen des Portfolios werden möglichst offen gehalten. Die Schüler können eigenständig entscheiden, wie umfangreich recherchiert, protokolliert und experimentiert wird. So können leistungsstarke, interessierte Schüler exzellente naturwissenschaftliche Arbeiten erstellen.

Anders als bei regulären Schulaufgaben ist Teamwork bei der Erstellung eines Portfolios ein wich-

tiger Bestandteil. Um eine Notendifferenzierung zu ermöglichen, gilt folgende Regel: Experimentiert wird gemeinsam, die Dokumentation erledigt jeder Schüler individuell!

Anm.: Als Nebeneffekt erleichtert das Arbeiten am Portfolio die Teilnahme an naturwissenschaftlichen Wettbewerben, da die Schüler bereits eigene Versuchsaufbauten und Ideen realisieren.

Rechtlicher Hinweis:

§ 54(2) GSO: „¹Pro Fach kann höchstens eine Schulaufgabe durch andere gleichwertige Leistungsnachweise ersetzt werden. ²Die Entscheidung trifft die Lehrerkonferenz zu Beginn des Schuljahres für alle Klassen einer Jahrgangsstufe derselben Ausbildungsrichtung einheitlich; das Schulforum ist zu hören.“

Evaluation:

Nach Abschluss der Versuchsphase mit Portfolio-Schulaufgaben fand eine Evaluation in der Klasse statt, in welcher Eindrücke und Erfahrungen exemplarisch ausgewertet wurden. Die Beschäftigung mit den Lerninhalten erfolgte bei der Schulaufgabenvorbereitung nur wenige Stunden kurz vor der Schulaufgabe. Im Unterschied dazu konnte über das Portfolio durch den längeren Bearbeitungszeitraum eine wesentlich intensivere Auseinandersetzung mit den Lerninhalten erreicht werden.

Erfahrungen aus der Praxis:

Schwächere Schüler können mit Fleiß meist bessere Noten erzielen. Jedoch bringt diese offene Form die Gefahr mit sich, dass die Erwartungshaltung der Schüler, die ein umfangreiches Portfolio erstellt haben, hoch ist. Somit ist die Enttäuschung bei diesen Arbeiten mit qualitativen Mängeln umso höher. Dies zeigt sich bei der subjektiven Schülermeinung über das Portfolio. Vor allem Schüler im mittleren Leistungsfeld, die in einer Schulaufgabe mit weniger Arbeitseinsatz eine ähnliche Note erzielt hätten, waren unzu-

frieden. Deswegen ist es empfehlenswert, zum Schutz der Schüler sowie zur schnelleren Korrigierbarkeit den Umfang des Portfolios auf maximal 15 Seiten festzulegen.

Weitere Fragen der Erhebung zeigen, dass etwa 50 % der Schüler Portfolios gegenüber „normalen“ Schulaufgaben bevorzugen. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Leistungserwartung: Etwa die Hälfte der Schüler erwartet bei Portfolios ein

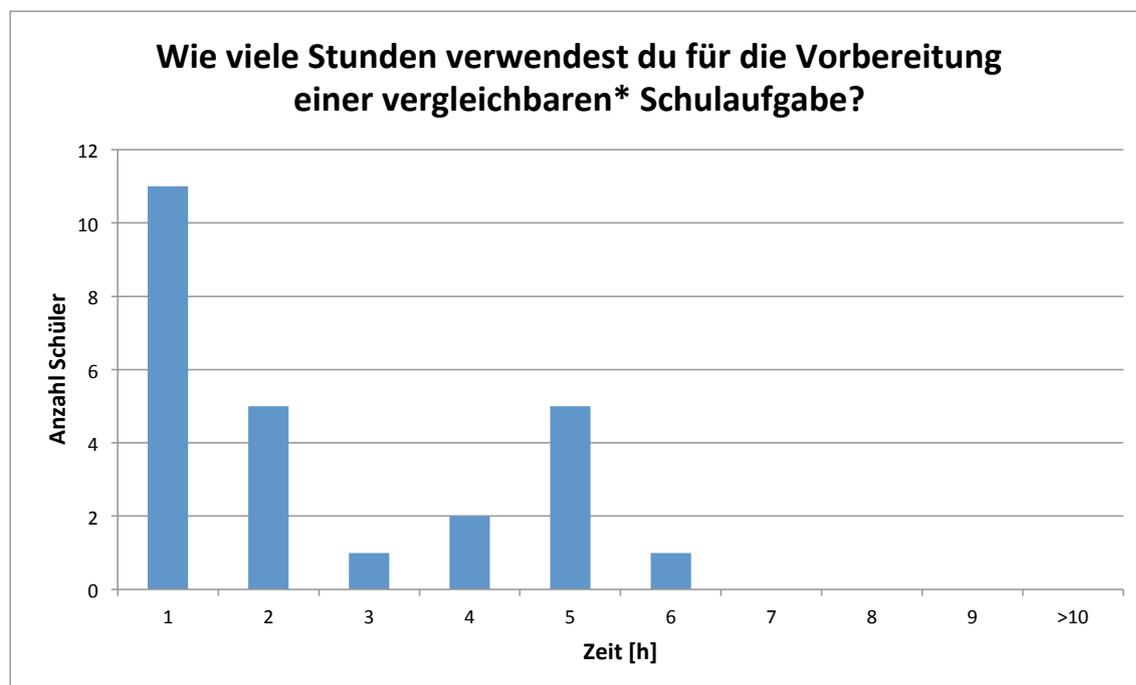
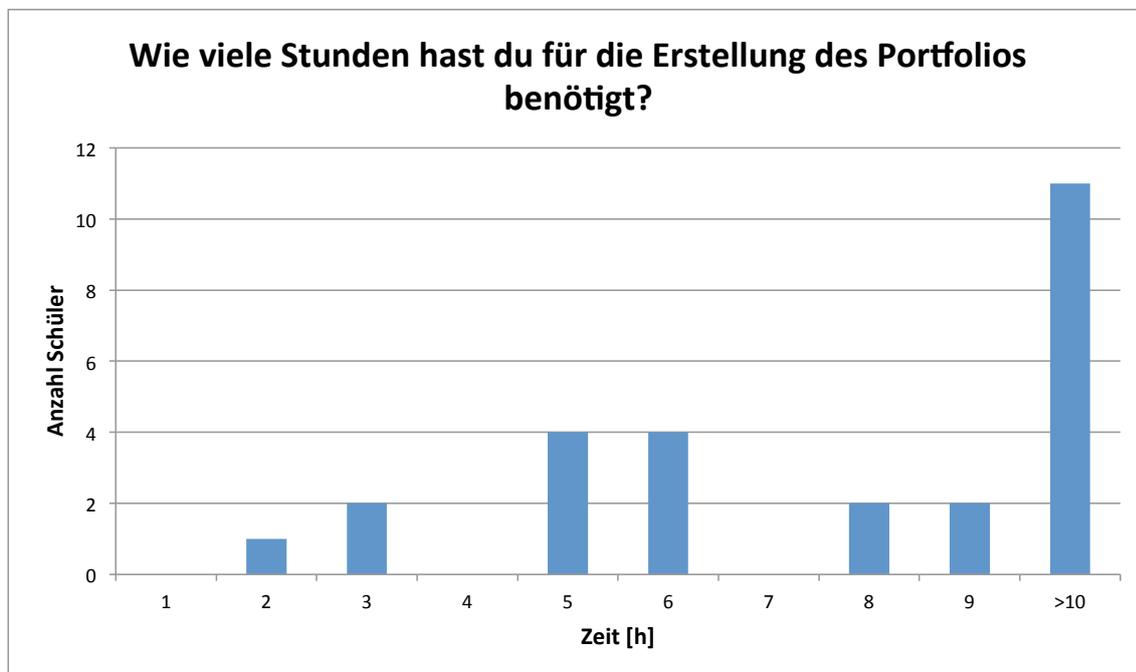
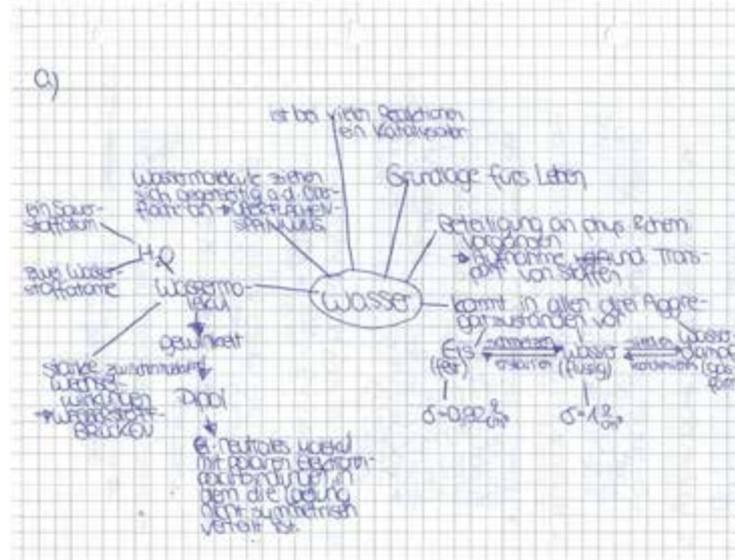


Abb. 4.9-1: Schülerumfrage zum Portfolio: tatsächlicher bzw. geschätzter Zeitbedarf bei der Erstellung des Portfolios bzw. bei der Vorbereitung einer Schulaufgabe (* über dasselbe Stoffgebiet und denselben Stoffumfang)

besseres oder gleich gutes Abschneiden, die andere Hälfte erwartet, gleich gut oder schlechter abzuschneiden.

Schülerzitate:

- „Das Portfolio finde ich besser, da man sich mit dem Stoff intensiver befasst. Bei einer Schulaufgabe lernt man alles auswendig und vergisst es meistens bald wieder.“
- „Man hat die Möglichkeit, über einen längeren Zeitraum die Note vorzubereiten. Die Angst wie vor den Schulaufgaben ist nicht vorhanden. Schüler, die ihre Noten verbessern wollen, beschäftigen sich mit den Themen und den Portfolios. Es war zwar sehr zeitaufwendig, aber man lernt viel mehr dabei.“
- „Für die Schulaufgabe zieht man sich den ganzen Stoff rein und vergisst meist über die Hälfte wieder. Beim Portfolio informiert man sich über die Themen, hat Praxisübungen, die die Aufgabe interessanter machen.“



Durchführung:
Drei Reagenzgläser werden jeweils zu einem Drittel mit der entsprechenden Wasserprobe gefüllt. Anschließend wird in jedes Glas ein Milliliter Salpetersäure gegeben und danach einige Tropfen Silbernitratlösung. Wenn sich ein Niederschlag bildet ist das ein Beweis, dass die Wasserprobe Chlorid-Ionen enthält.

Ergebnis:
Probe 1: fast kein Niederschlag
Probe 2: sehr viel Niederschlag
Probe 3: leichter Niederschlag

Erklärung:
Der entscheidende Schritt bei diesem Nachweis ist die Zugabe der Silbernitratlösung, durch die das Chlorid ausgefällt wird. Gibt man Silbernitrat zu einer Halogenidlösung, wie zu NaCl) fällt weißes oder

Abb. 4.9-2: Ausschnitte aus den Portfolios: Es wurden sowohl gedruckte als auch handschriftliche Beiträge gewählt.

4.10 Praktische Kurzarbeit



Leistungsnachweise
Gymnasium Kirchheim – Energetische 8samkeit
Jahrgangsstufe 8

Kurzbeschreibung:

Die praktische Kurzarbeit ist eine alternative Form der Leistungserhebung. Im Mittelpunkt stehen das Experimentieren und die Auswertung von Versuchen.

Ziele:

- Praktisches Arbeiten soll einen höheren Stellenwert erlangen, da es auch im naturwissenschaftlichen Studium ein wesentlicher Bestandteil ist.
- Die Selbsttätigkeit der Schülerinnen und Schüler, die im Rahmen der Lernumgebung wesentlicher Bestandteil ist, soll gefördert werden und das erworbene Methodenrepertoire soll abgerufen werden.
- Schülerinnen und Schüler, deren Stärken mehr in der Praxis als in der Theorie liegen, bekommen die Chance, Erfolge zu erzielen, was zur Steigerung der Motivation führen soll.

Hinweise zur Rechtslage:

§ 54(2) GSO: „¹Pro Fach kann höchstens eine Schulaufgabe durch andere gleichwertige Leistungsnachweise ersetzt werden. ²Die Entscheidung trifft die Lehrerkonferenz zu Beginn des Schuljahres für alle Klassen einer Jahrgangsstufe derselben Ausbildungsrichtung einheitlich; das Schulforum ist zu hören.“

In diesem Fall wird eine Schulaufgabe durch eine Kurzarbeit und eine praktische Kurzarbeit ersetzt.

Beschreibung:

In der praktischen Kurzarbeit werden je nach Fach bzw. Thematik verschiedene Kompetenzen geprüft:

- Beherrschen der Sicherheitsregeln
- experimentelle Fähigkeiten
- Anfertigen eines Versuchsprotokolls nach vorgegebenen Regeln
- sinnvolle Auswertung und Interpretation von Versuchsergebnissen

Rahmenbedingungen:

- Die praktische Kurzarbeit wird durch ein Lehrtandem abgenommen.
- Jeder Schüler arbeitet allein.
- Die Dauer beträgt maximal 40 Minuten. Danach muss genügend Zeit zur Besprechung der Lehrer untereinander sein. In dieser Zeit räumen die Schüler und Schülerinnen selbstständig ihren Arbeitsplatz auf.
- Die Klasse wird in Gruppen mit maximal 10 Schülern eingeteilt. Den Schülern und Schülerinnen werden individuell leicht abgewandelte Aufgaben ausgeteilt.
- Eine Lehrkraft führt ein Beobachtungsprotokoll, die andere Lehrkraft übernimmt organisatorische Aufgaben.

Erfahrungen:

- Praktisch veranlagten Schülerinnen und Schülern wird hier die Möglichkeit gegeben, ihre im Rahmen der Unterrichtsmethodik Lernumgebung erworbenen Kompetenzen unter Beweis zu stellen.
- Schon im Vorfeld der Kurzarbeit sind die Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren wesentlich motivierter und arbeiten deutlich sorgfältiger.
- Die experimentelle Kurzarbeit wurde von den Schülerinnen und Schülern in einer anschließenden Befragung als positiv bewertet.

2. Kurzarbeit aus der Physik (experimentell)
am 7. Juli 2015
Gruppe G

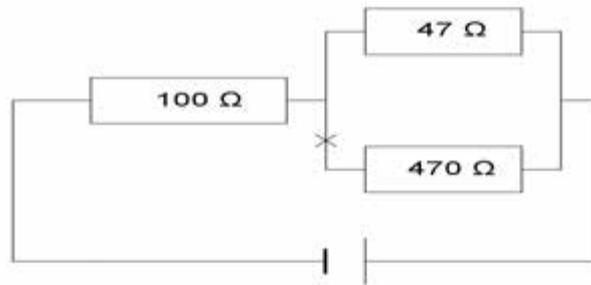
Name: _____

1. Messen von Stromstärke und Spannung

Du sollst die Stromstärke an der Stelle x und die Spannung am 470Ω -Widerstand messen.

- a) Baue unten abgebildete Schaltung mit den entsprechenden Messgeräten auf und lass sie von der Lehrkraft kontrollieren!
- b) Regle Deine Spannungsquelle auf 6V und drehe den Stromstärkeregler ganz auf. Miss die beiden Größen und notiere sie!

Gemessene Größen: _____

2. Aufnahme einer U-I Kennlinie

Deine Aufgabe ist es, eine U-I-Kennlinie einer LED aufzunehmen. Dazu sollst Du folgende Punkte bearbeiten:

- (a) Fertige ein Versuchsprotokoll nach den im Unterricht besprochenen Vorgaben an.
- (b) Baue eine Schaltung auf, mit der Du die U-I-Kennlinie der LED aufnehmen kannst. Baue dazu eine Reihenschaltung aus LED und zwei 100Ω -Widerständen auf. Achte auf die Polung der LED! Baue die Messgeräte ein. Lass die Schaltung von der Lehrkraft kontrollieren!
- (c) Miss die Stromstärke zu verschiedenen Spannungen. Beginne dazu mit 2,1V und verkleinere die Spannung mit der Schrittweite 0,1V bis 1,5V. Miss zusätzlich noch die Stromstärken zu 1,0V und 0,5V.
- (d) Werte den Versuch aus:
- Zeichne eine U-I-Kennlinie.
 - Beschreibe qualitativ, wie sich der Widerstand des Bauteils mit zunehmender Spannung verändert (gehe dabei nicht auf die Temperatur ein!) und begründe in einem Satz, ob für das Bauteil das Gesetz von Ohm gilt.

Abb. 4.10-1: Auszug aus der Aufgabenstellung

Bewertung der experimentellen Kurzarbeit

1. Aufgabe

Aufbau der Schaltung		
Die Schaltung wurde ohne Hilfe selbstständig aufgebaut.	3	
Die Schaltung wurde nach einer Hilfestellung des Lehrers selbstständig aufgebaut.	2	
Die Schaltung wurde nach mehrmaligen Hilfestellungen des Lehrers selbstständig aufgebaut.	1	
Die Lehrkraft hat die Schaltung aufgebaut.	0	
Bemerkung:		___/3
Einbau Messgeräte		
Das Messgerät zur Messung der Stromstärke wurde richtig ohne Hilfe eingebaut.	1	
Das Messgerät zur Messung der Spannung wurde richtig ohne Hilfe eingebaut.	1	
Bemerkung:		___/2
Die zu messenden Größen wurden richtig abgelesen und notiert.		___/1
Summe		___/6

Abb. 4.10-2: Bewertungsbogen zur praktischen Kurzarbeit

2. Aufgabe

Aufbau der Schaltung		
Der Versuch mit den entsprechenden Messgeräten wurde ohne Hilfe richtig aufgebaut.	3	
Der Versuch mit den entsprechenden Messgeräten wurde nach einer Hilfestellung richtig aufgebaut.	2	
Der Versuch mit den entsprechenden Messgeräten wurde nach mehreren Hilfestellungen richtig aufgebaut.	1	
Der Versuch mit den entsprechenden Messgeräten wurde von der Lehrkraft aufgebaut.	0	
Bemerkungen:		___/3
Durchführung		
Der Versuch wurde wie in der Angabe verlangt durchgeführt.	2	
Der Versuch wurde wie in der Angabe verlangt durchgeführt, aber es wurde die Spannung nicht an der LED gemessen.	1	
Der Versuch wurde wie in der Angabe verlangt durchgeführt, aber es wurde nicht die Stromstärke zu allen verlangten Spannungen gemessen.	1	
Bemerkungen:		___/2
Versuchsprotokoll		
Es wurde ein Versuchsprotokoll nach den vorgegebenen Richtlinien erstellt.		___/2
Das Versuchsprotokoll ist sauber und übersichtlich.		___/2
Der Schaltplan ist fehlerfrei.		___/2
Das Diagramm ist gut skaliert, die zu messende Größen sind richtig eingetragen, Ideallinie ist vorhanden.		___/3
Die Auswertung des Versuchs war fehlerfrei.		___/4
Summe		___/18

Abb. 4.10-2: Bewertungsbogen zur praktischen Kurzarbeit (insgesamt 24 BE)

4.11 Produktiver Umgang mit Fehlern



Leistungsnachweise
Ludwig-Thoma-Gymnasium Prien – Mission 2 Mars
Jahrgangsstufe 8

Kurzbeschreibung:

In mehreren Unterrichtseinheiten werden Fehl-
vorstellungen von Schülern gezielt aufgegriffen,
analysiert und als wertvoller Schritt im Lernpro-

zess gekennzeichnet. Frei nach dem Sprichwort
„Aus Fehlern wird man klug“ erhalten Schüler bei
speziellen Leistungsmessungen die Möglichkeit,
Fehler zu korrigieren, bevor sie endgültig beur-
teilt werden.

Ziele:

Die Schüler sollen

- ihre geplanten Experimente in einer fachlich fundierten Diskussion vorstellen und verteidigen lernen.
- sich für naturwissenschaftliche Arbeitsweisen begeistern, indem sie eigene Experimente planen, gemeinschaftlich ihre Qualität diskutieren und diese dann optimieren.

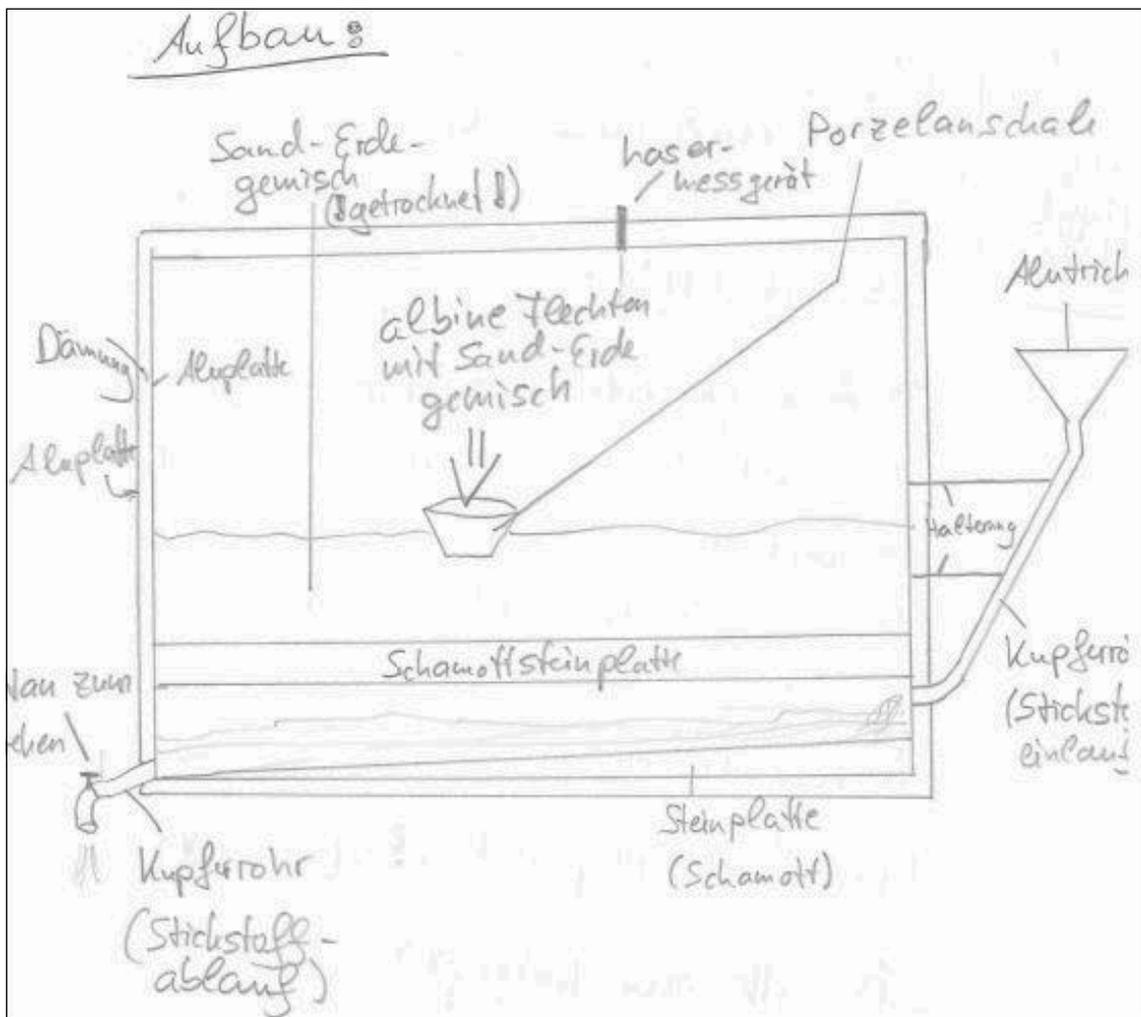


Abb. 4.11-1: Versuchsentwurf – Erstentwurf

- die Korrektur der Ausarbeitung als Hilfestellung begreifen und eine nachträgliche Verbesserung als sinnvoll erachten.

Beschreibung:

Anstatt einer detaillierten Versuchsanleitung erhalten die Schüler einen Forschungsauftrag mit einer Problembeschreibung und einer Zielvorgabe. Mithilfe von entsprechendem Material (z. B. Experimentierset, wissenschaftliche Texte, ...) erarbeiten die Schüler einen ersten Vorschlag. Danach stellen sie ihren Vorschlag im Klassenplenum vor und verteidigen ihren Ansatz. Im Anschluss an die Diskussionsrunde haben die Schüler Gelegenheit, ihren Vorschlag zu optimieren, indem sie die Beiträge aufgreifen und in ihren Entwurf integrieren.

Aus didaktischer Sicht ist die Einarbeitung von Vorschlägen eine wichtige Sicherung von Lerninhalten, da die Schüler so die gerade erworbenen Kenntnisse mit ihren Vorstellungen aus dem ersten Entwurf vergleichen und entsprechend ergänzen müssen.

Auch aus wissenschaftlich-technischer Sicht hat

dieser Schritt der Optimierung eine zentrale Bedeutung, da die Schüler erleben, dass erste Entwürfe in der Regel weiterentwickelt werden müssen.

Empfehlungen für die Praxis:

Für die Beurteilung der Arbeiten ist es hilfreich, die Erstentwürfe zu konservieren (einscannen!), um durch Vergleich mit dem Endprodukt die Einarbeitung von Argumenten und die Verbesserung von Fehlern nachvollziehen zu können.

Beispiel: Plane ein Experiment, mit dem man nachweisen kann, ob Lebewesen – wie wir sie von der Erde kennen – auch unter den Bedingungen auf dem Mars überleben könnten!

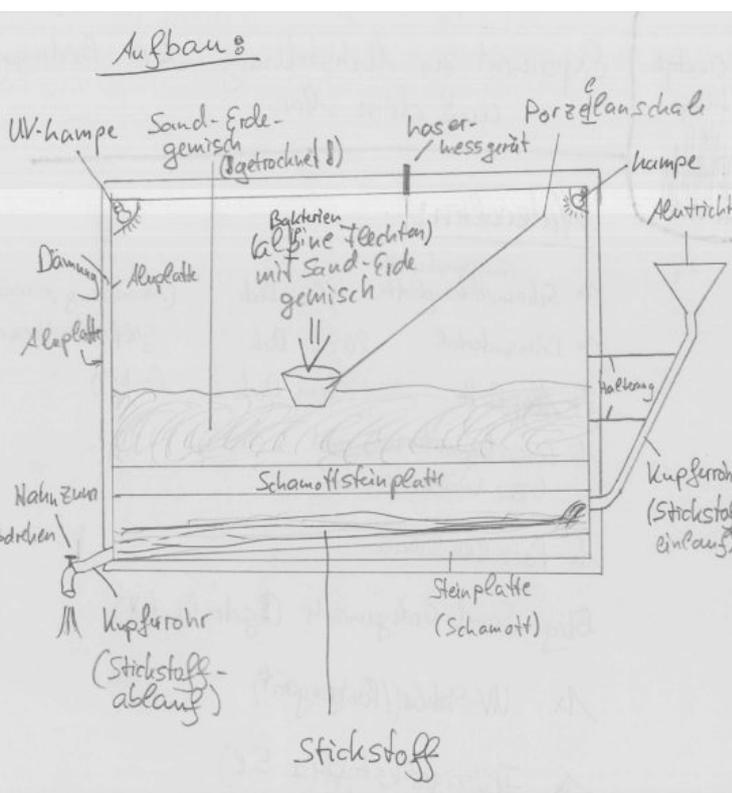


Abb. 4.11-1: Versuchsentwurf – Korrigierte Fassung nach Feedback

4.12 Gründung einer Schülerfirma



Einbeziehung wirtschaftlichen Denkens
Ludwig-Thoma-Gymnasium Prien - Mission2Mars
Jahrgangsstufe 11

Kurzbeschreibung:

Im Rahmen von Mission2Mars wurde im Modul Energieversorgung eine mikrobiologische Brennstoffzelle entworfen, die auf einer Marsmission elektrische Energie bereitstellen könnte. Diese Brennstoffzelle wurde in Kooperation mit Deloitte bis zur Marktreife weiterentwickelt. In Anknüpfung daran wurde ein P-Seminar beauftragt, diese Erfindung für den Einsatz in Schülerübungen an Gymnasien zu vermarkten. Zu diesem Zweck wurde eine Schülerfirma gegründet, die eng mit der Mission2Mars-Klasse kooperiert.

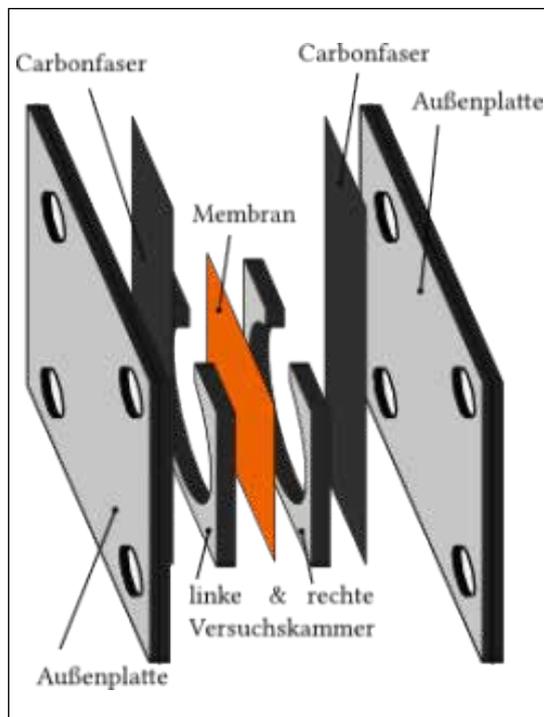


Abb. 4.12-1: Mikrobiologische Brennstoffzelle – Aufbau der Brennstoffzelle



Abb. 4.12-1: Mikrobiologische Brennstoffzelle – Befüllen der Zelle mit einer Hefesuspension

Ziele des P-Seminars:

Die Schüler sollen

- mit den Mission2Mars-Klassen der Jahrgangsstufe 8 zusammenarbeiten.
- eigenständig Angebote einholen und vergleichen.
- den komplexen Bestellablauf innerhalb des Teams organisieren und Aufgaben verteilen.
- zuverlässig die Aufgaben erledigen, wobei jeder eine eigenständige Rolle hat.
- mit den vorhandenen Ressourcen wirtschaftlich umgehen und einen Einkaufsplan erstellen.
- bei internationalen Geschäftskontakten in Fremdsprachen korrespondieren.

- eine Marketingstrategie entwerfen und teilweise umsetzen.
- eine Website betreiben und damit den Bestellvorgang abwickeln.

Durchführung:

Das P-Seminar „YeastPower - Unternehmensgründung in der Praxis“ vertreibt im realen Marktumfeld eine mikrobiologische Brennstoffzelle für Schulen und Universitäten.

Dabei erhält es von der Unternehmensberatung Deloitte sowohl inhaltliche als auch finanzielle Unterstützung. Insbesondere die Erstellung des Business-Plans erfolgt in enger Abstimmung mit erfahrenen Mitarbeitern von Deloitte, die dabei die Schülerinnen und Schüler nicht nur anleiten, sondern auch inspirieren.

Die Schüler müssen für das fertige Produkt die Teile in Auftrag geben, bestellen, anschließend verpacken und an Kunden versenden. Dies erfordert eine hohe Eigenständigkeit bei der Planung und Umsetzung. Auch unternehmenskritische Entscheidungen müssen die Schülerinnen und Schüler selbstständig treffen, sodass sie nicht nur auf Anweisungen der Lehrkraft reagieren, sondern im Unternehmen eigenständig agieren.

Erfahrungen aus der Praxis:

Bei einem derart komplexen P-Seminar sollte man auch immer ein mögliches Scheitern in Teilprojekten einkalkulieren, da die Schüler eigenständig arbeiten und dementsprechend ihr „unternehmerisches Risiko“ tragen müssen. Konkret war das Beschaffen der Plexiglas-elemente, insbesondere das Einholen verschiedener Angebote bei unterschiedlichen Unternehmen relativ komplex für die Schüler und erforderte mitunter die Hilfe der Lehrkraft. Dennoch stand immer das eigenständige Planen und Organisieren durch die Schüler im Vordergrund.

Das Ergebnis war eine funktionierende Schülerfirma, die die Mission2Mars-Unterrichtsmaterialien vertreibt. Unter www.yeastpower.de können die Brennstoffzellen bestellt werden.

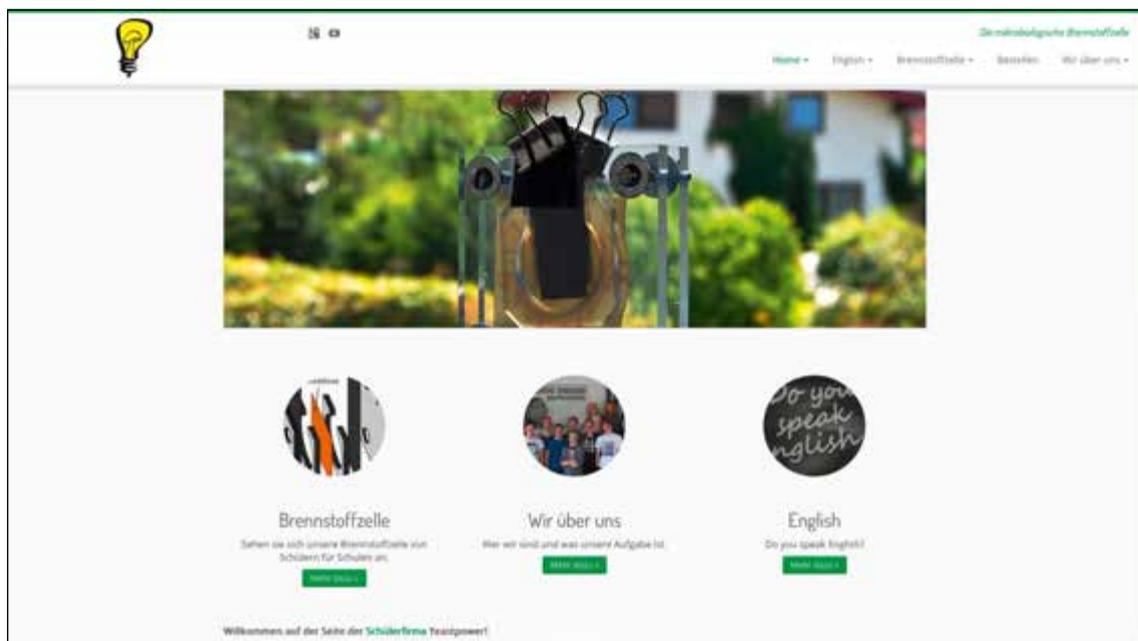


Abb. 4.12-2: Screenshot der Homepage www.yeastpower.de

4.13 Produktrealisierung mit EcoStartup – von der Grundlagenforschung bis zum Endprodukt



Einbeziehung wirtschaftlichen Denkens
OHG Marktredwitz – Nach uns die Sintflut?
Jahrgangsstufe 11

Kurzbeschreibung:

Durch den handlungsorientierten Ansatz des HorriZONTEc-Unterrichts werden die Schüler bereits in der Mittelstufe auf experimentelles Arbeiten und das Entwickeln von eigenen Ideen vorbereitet. Die Realisierung einer Versuchsidee in einem Produkt ist jedoch eine ganz neue Herausforderung.

In einem P-Seminar-Tandem aus einem naturwissenschaftlichen und einem wirtschaftswissenschaftlichen Seminar arbeiteten die Schüler an der Aufgabe, ein neues Waschmittel zu entwickeln (4.13-1) und das neu erforschte Produkt zu vermarkten (Abbildung 2). Sie greifen dabei

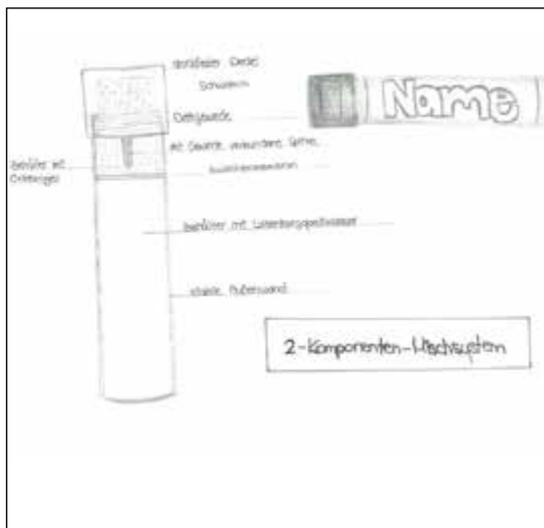


Abb. 4.13-1: Notfallfleckentferner – ein Produkt des P-Seminars

auf die Erkenntnisse der Klassen zurück, die im Laufe des Schuljahres an der „Grundlagenforschung“ zu dem Produkt gearbeitet haben.

Erfahrungen:

Steht zu Beginn im Chemie-Seminar noch die Frage im Vordergrund, ob und wie das Produkt funktioniert, ergibt sich im Anschluss die Herausforderung, wie das Produkt im großen Umfang hergestellt und verkauft werden soll. Die Schülerinnen und Schüler erstellen mit dem P-Seminar Wirtschaft einen Businessplan und lernen hierbei alle Details von der Gründung eines Unternehmens bis zur Einführung des Produkts in den Markt.

Um zu erfahren, welche Strategien sich als sinnvoll erweisen und welche Schwierigkeiten auf die Jungforscher/Unternehmer zukommen, haben die Schüler die Möglichkeit, ihre Ideen im Planspiel „EcoStartup®“ der Ernst Schmidheiny Stiftung zu überprüfen. Diese Erfahrungen können bei der tatsächlichen Realisierung des Projektes – der Erforschung und Produktion eines eigenen Waschmittelzusatzes – sehr hilfreich sein.

Mit diesen Erfahrungen können beide Seminare ihre Aufgaben zur Produktrealisierung wahrnehmen. Das Chemie-Seminar sucht empirisch nach

Über unser Produkt

Was bieten wir an ?

Erwerben Sie hier unsere neueste Entwicklung, den:

- schnellen
- effektiven
- gründlichen
- kompakten

Notfallfleckentferner!



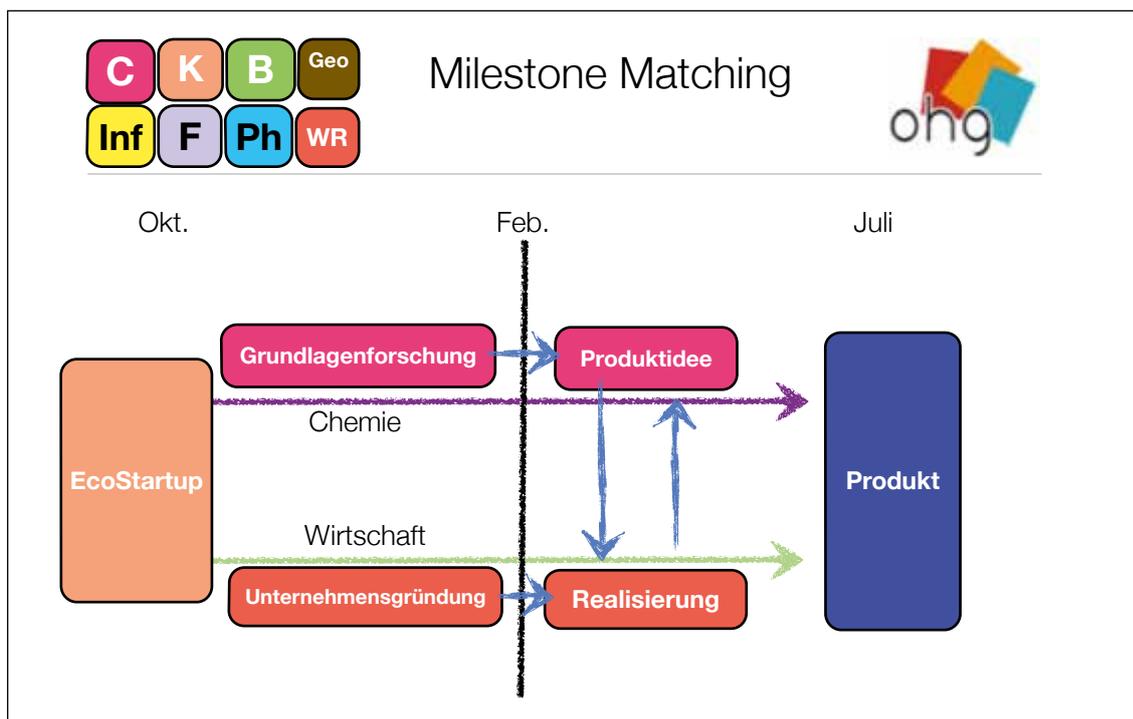


Abbildung 4.13-2: Milestone Matching in Jahrgangsstufe 11

der perfekten Rezeptur für das Waschmittel und nach einem geeigneten Applikator. Das Wirtschafts-Seminar entwickelt mit den Daten u. a. einen Businessplan zur Gründung eines erfolgreichen Unternehmens.

Das Besondere an dieser Seminarkonstellation ist die Möglichkeit, das Zusammenspiel zwischen Forschung und Vermarktung zu simulieren. Es ist vor allem der Erkenntnisweg über diese Zusammenhänge, der den Schülerinnen und Schülern Einblicke in die Grundlagenforschung und die Funktion von Abläufen in der Wirtschaft vermittelt.

Organisatorisches:

Software und Unterlagen zum Planspiel Eco-Startup sind käuflich zu erwerben bei der Ernst Schmidheiny Stiftung: <http://www.esst.ch/de-CH/Lehrkonzepte/EcoStartup.aspx>



Abbildung 4.13-3: Projekthomepage des P-Seminars Wirtschaft

4.14 Vom technologischen Wirkprinzip zur Geschäftsidee – Eine Vernetzung über Fachgrenzen hinaus



Einbeziehung wirtschaftlichen Denkens
Rupprecht-Gymnasium München
SINNsorik – Wahrnehmen durch Sensoren
Jahrgangsstufe 9

Kurzbeschreibung:

Fächerübergreifend entwickeln die Lernenden, ausgehend von den technologischen Wirkprinzipien verschiedener Sensoren aus Natur und Technik (B, C, Ph), Geschäftsideen (WR, Inf) und Werbematerialien (Ku). Sie überlegen, wie man zuvor erarbeitete Sensorprodukte vermarkten könnte und arbeiten einen konkreten Vorschlag mithilfe eines Businessplans aus.

Ziele:

- Verknüpfung von naturwissenschaftlichen und wirtschaftlichen Unterrichtsinhalten
- Schulung wirtschaftlichen Denkens
- Gründung eines (fiktiven) Unternehmens zur Vermarktung des eigenen Sensorprodukts
- Erlangen von Grundeinsichten in die Zusammenhänge und Funktionsweise eines Kleinbetriebs mithilfe des Planspiels „EcoStartup®“

Durchführung:

- Nach handlungsorientiertem, schülerzentriertem Erarbeiten der grundlegenden Wirkprinzipien verschiedener Sensoren im naturwissenschaftlich-technologischen Unterricht (siehe Module Infrarotsensorik in Natur und Technik und Elektrische und magnetische Sensorik) wenden die Lernenden das erlangte Wissen auf zukunftsorientierte Szenarien an:

Wie können mittels Sensorik zukünftige, gesellschaftliche Herausforderungen bewältigt werden? Dabei entstehen naturwissenschaftlich-technologisch fundierte Geschäftsideen, die im Wirtschafts- und Rechtsunterricht in Geschäftsplanungen mithilfe von Businessplänen und Marketingkonzepten weiter umgesetzt werden.

- Die Schüler erarbeiten im Wirtschafts- und Rechtsunterricht zunächst die inhaltlichen Grundlagen zum Thema Unternehmensgründungen.
- Nach einer Einführung in das Thema Businessplan durch die Lehrkraft erarbeiten die Schülerinnen und Schüler in Gruppen ein Konzept zur Vermarktung ihres Sensorprodukts, das sich u. a. mit den Aspekten Rechtsform, Standortwahl, Marketing und Finanzplanung befasst. Unterstützt werden sie hierbei durch eine bereitgestellte Projektmappe, die wesentliche Informationen zum Vorgehen enthält.
- Als Ergänzung erstellen die Schüler parallel zur Businessplanung im Kunstunterricht ein Werbeplakat zu ihrem Sensorprodukt.
- Zum Abschluss präsentieren die Einzelgruppen ihre Geschäftsideen, Planungen und Umsetzungen aus naturwissenschaftlich-technologischer sowie aus wirtschaftlicher Sicht. Passend dazu werden die im Kunstunterricht erstellten Werbematerialien vorgestellt.
- Zur Vertiefung der Kenntnisse führen die Schüler das computergestützte Planspiel EcoStartup der Ernst Schmidheiny Stiftung durch. Sie können hierbei mithilfe eines interaktiven Programms einen Businessplan erstellen und am Beispiel einer computergestützten Simulation Einblicke in die Gründungsphase eines Kleinbetriebs erhalten.

Organisatorisches:

Software und Unterlagen zum Planspiel EcoStartup sind käuflich zu erwerben bei der Ernst Schmidheiny Stiftung: <http://www.esst.ch/de-CH/Lehrkonzepte/EcoStartup.aspx>.

- Weitere horizontale Vernetzung im NTG:
 - Im Informatikunterricht entwickeln die Lernenden passend zu ihren gruppenindividuellen Geschäftsplanungen in Projektarbeit Datenbankanwendungen.
 - Im Profilunterricht in Physik und Chemie setzen die Lernenden die technologischen Wirkprinzipien zu ihren Sensorproduktideen in geeignet elementarisierter Weise um. Dazu können auch Arduino-Boards verwendet werden. Für die Programmierung nutzen die Lernenden ihr Vorwissen aus dem Informatikunterricht. Ihren Mitschülerinnen und Mitschülern erläutern sie das technische Funktionsprinzip ihrer Sensorproduktidee.

Empfehlungen für die Praxis:

- Gemeinsam mit der Klasse kann eine gesellschaftliche Herausforderung als Schwerpunktthema ausgewählt werden (z. B. Verstärkung, Überalterung der Gesellschaft, Nahrungsmittelverknappung, globale Erwärmung, ...). Dadurch wird das Zukunftsthema SINNsorik mit weiteren Zukunftsthemen und Megatrends verknüpft. Beispielsweise kann die Frage im Mittelpunkt stehen, welche Sensorprodukte eine Hilfe für ältere Menschen sein können.
- Um den Schülern die Erstellung des Businessplans zu erleichtern, sollten im Zuge der Behandlung des Themas Unternehmensgründungen im Wirtschafts- und Rechtsunterricht die Aspekte Rechtsform, Standortwahl und Marketing vertieft behandelt werden.
- Die Erstellung der Businesspläne erfolgt in Eigenregie der Schüler sowohl während ausgewählter Unterrichtsstunden als auch außerhalb des Unterrichts. Die Lehrkraft sollte regelmäßig für Fragen zur Verfügung stehen. Es hat sich bewährt, einzelne Kapitel der Businesspläne Korrektur zu lesen, um den Schülern zeitnah Feedback geben zu können.

Verteilung der Aufgaben		
Jedes <u>Unternehmer</u> team muss einen Businessplan schreiben und jeder muss sich in irgendeiner Form an der Anfertigung und der Präsentation beteiligen!!!		
	Businessplan	Präsentation
0. Deckblatt mit Firmennamen		
1. Inhaltsverzeichnis		
2. Zusammenfassung der Geschäftsidee		
3. Geschäftsidee		
4. Marktanalyse und Konkurrenzsituation		
5. Standort		
6. Rechtsform		
7. Marketing		
8. Finanzwirtschaftliche Planungen		
Koordination		
Erstellung der Präsentation		
Layout des Businessplans		

Abb. 4.14-1: Auszug aus der Dokumentation des Moduls

Wir entwickeln eine eigene Geschäftsidee und gründen ein Unternehmen – Erstellung eines Businessplans

„Wenn ich groß bin werde ich...?“ Polizist, Feuerwehrmann, Arzt, Tänzer? Oder doch einfach Chef? Jeder von euch hat sich sicher schon einmal diese Frage gestellt. In den nächsten Wochen habt ihr nun die Möglichkeit euch zu fühlen, zu verhalten und zu planen wie ein Chef.

Stellt euch vor, ihr würdet euer eigenes Unternehmen für Sensoren gründen: Ihr habt euren Sensor und eine Idee der Vermarktung, ein gewisses Startkapital und wollt mit eurem Unternehmen durchstarten!

Doch Vorsicht! So schnell geht das nicht! An erster Stelle steht immer eine sorgfältige und gründliche Planung mithilfe eines Businessplans!



Eure Aufgaben:

- Bildet ein Unternehmerteam von max. 6 Personen (siehe Aufteilung Sensoren).
- Gebt eurer Firma einen passenden Namen.
- Ihr habt bis einschließlich einer Woche nach den Pfingstferien Zeit, einen schriftlich ausgearbeiteten Business-Plan zu erstellen (Abgabe-Termin: XX.XX.XXXX). Dieser soll die unten aufgeführten inhaltlichen Aspekte enthalten. Die Erarbeitung wird im Unterricht und im Schullandheim begonnen und ist zuhause zu Ende zu bringen.
- Am XX.XX.XXXX und am XX.XX.XXXX präsentiert eure Gruppe anhand einer Power-Point-Präsentation in ca. 10 Minuten euren Mitschülern euer Konzept. *Tipp:* Bilder und Grafiken veranschaulichen eure Ideen und geben eurer Präsentation das gewisse Etwas.

Abb. 4.14-1: Auszug aus der Dokumentation des Moduls

Beispiele von Schülerarbeiten:

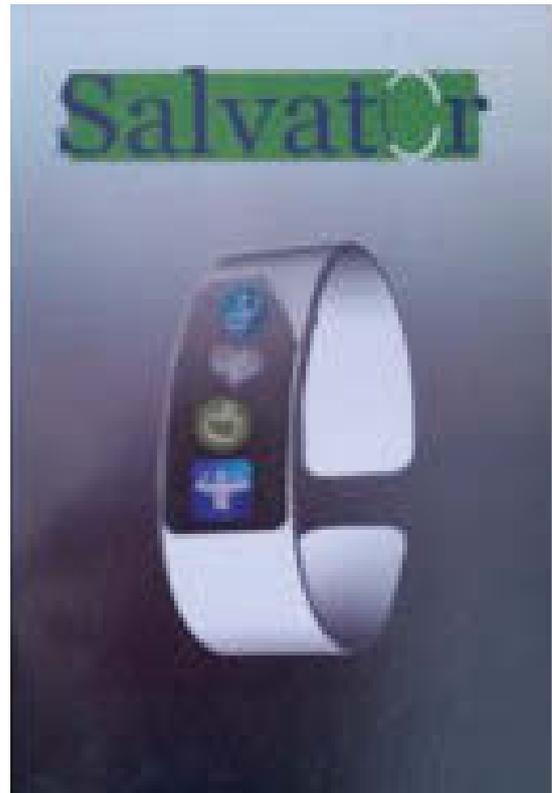
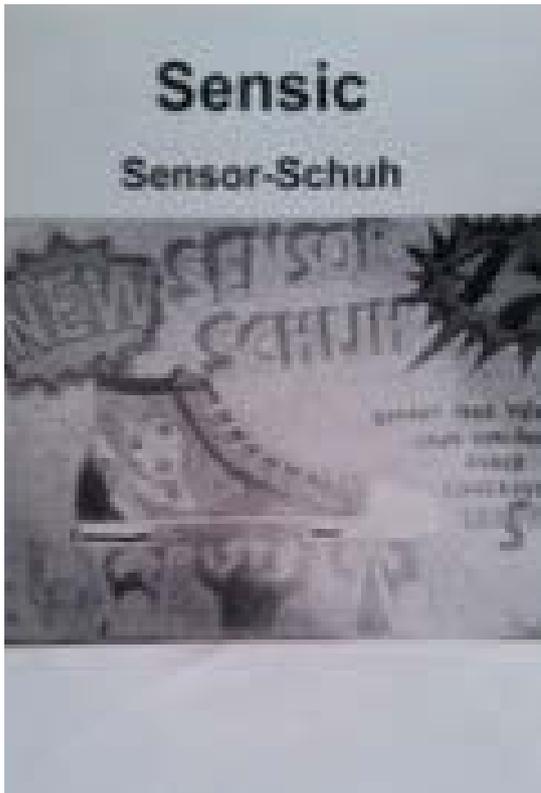
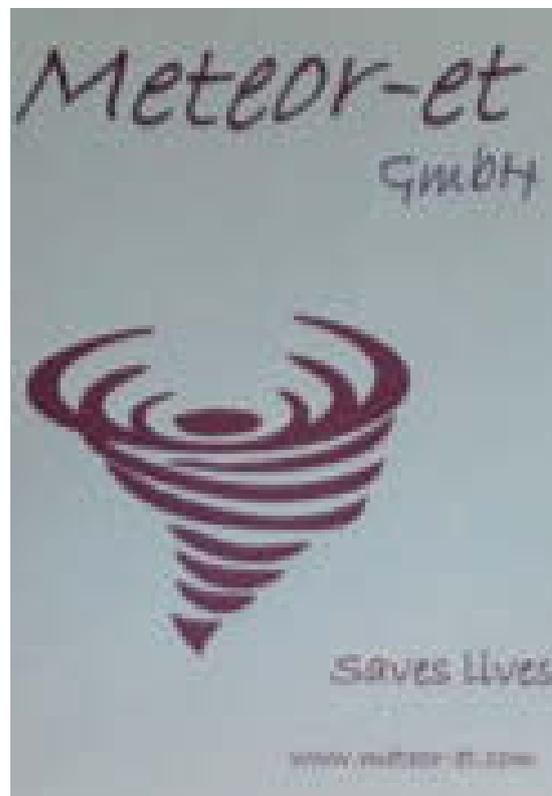


Abb. 4.14-2: Deckblätter des Businessplans



4.15 Simulation politischer Zusammenhänge im Planspiel Energetingen



Einbeziehung wirtschaftlichen Denkens
Gymnasium Kirchheim – Energetische 8samkeit
Jahrgangsstufe 9 bzw. 10

Kurzbeschreibung:

Im Rahmen des Planspiels „Energetingen“ von der TUM School of Education gestalten Schüler die Energiewende. In diesem fächerübergreifenden Projekt erhalten bis zu 180 Schüler (max. 7 Klassen) die Gelegenheit, sich in mehreren Lerneinheiten auf ihre Rolle vorzubereiten und in einer simulierten Gemeindegemeindekonferenz und später in einer Kreiskonferenz ihren Standpunkt zu vertreten.

Ziele:

- Verknüpfung mit bereits Gelerntem: Energetische 8samkeit befasst sich mit den Herausforderungen der Energiewende. In diesem fächerübergreifenden Projekt (Ph, C) erfahren die Schüler bereits in der 8. Jahrgangsstufe Grundbegriffe zur Energie sowie konkrete anwendungsorientierte Fragestellungen wie z. B. zur Energieeffizienz. <https://www.horizontec.de/gymnasium-kirchheim/>. Diese Kenntnisse werden in Jahrgangsstufe 9 oder 10 im Planspiel aufgegriffen.
- Im Planspiel „Energetingen“ werden besonders auch wirtschaftliche und politische Aspekte bezüglich der Umsetzbarkeit von Lösungsmöglichkeiten erarbeitet.
- Schüler werden dazu angeregt, sich an aktuellen Debatten auch außerhalb des Unterrichts zu beteiligen (Partizipation) und lernen die Relevanz schulischer Inhalte für Alltag, Beruf und Politik kennen.

- Überdies wird die Eigentätigkeit der Schüler gefördert, da sie sich den erforderlichen Lehrstoff materialgestützt zum großen Teil selbst erarbeiten.

Beschreibung:

- Ausgangsszenario: Aufgrund der neuen Gesetzeslage ist ein Ende der Atomenergie in Deutschland in Sicht. Schüler sollen als Bürger eines betroffenen Landkreises bei Fragen zu zentralen Angelegenheiten mitentscheiden und bei der zukünftigen Energieversorgung mitarbeiten.
- „Energetingen“ ist dabei ein fiktiver Landkreis, dessen Bürgerschaft demokratisch ein Energiekonzept für die Zukunft entwickelt. Unterschiedliche Gemeinden in Energetingen verfolgen hierbei unterschiedliche Lösungsansätze (Windpark in Stürmlingen, Solarpark in Sonneck, Gaskraftwerk in Brennertshausen, ...). Die Schülerinnen und Schüler nehmen z. B. die Rollen „Bürgermeister/-in“, „Sachverständige(r)“, „Sprecher/-in der Bürgerinitiative“ oder „Kraftwerksbetreiber/-in“ ein.
- Das Ziel ist es, zunächst auf einer Gemeindegemeindekonferenz (später Kreiskonferenz) nach eingehender Recherche und Diskussion eine Lösung zu präsentieren, die möglichst viele Beteiligte zufriedenstellt.



Abb. 4.15-1: Auszug aus dem Schulungsmaterial zum Planspiel „Energetingen“

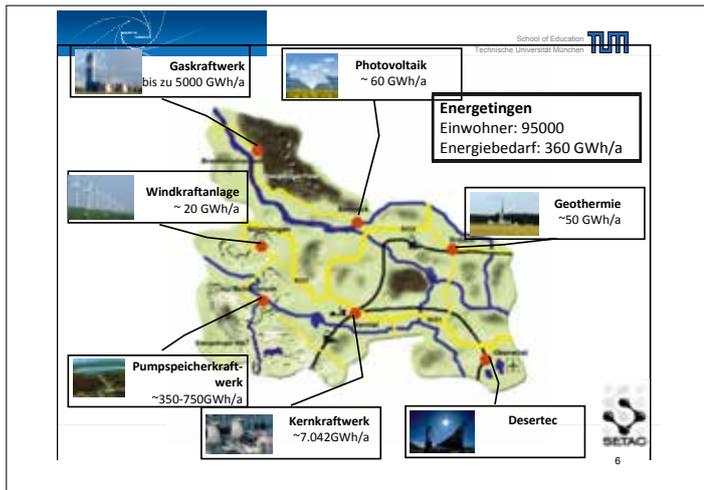


Abb. 4.15-2: Auszug aus dem Schulungsmaterial zum Planspiel „Energetingen“

In der Auseinandersetzung um die Lösungsansätze erfahren die Schülerinnen und Schüler, welche Faktoren im Wettstreit der Ideen entscheiden und welche Rolle dabei naturwissenschaftlich-technische Überlegungen spielen. Fokussiertes Lernziel ist es, die Vernetzung und die Relevanz naturwissenschaftlich-technischer Inhalte zu verstehen und ein dauerhaftes Interesse für diese Themen zu entwickeln.

Empfehlungen:

- Durchführung eines Probedurchlaufs im ersten Jahr, wobei die teilnehmenden Klassen bis zur Gemeindekonferenz geführt werden
- Thematische Hinführung der Schüler an das Planspiel und die Planspielmethode
- Ständige Betreuung der Schüler auch während der Rechercharbeit
- Im Falle einer Benotung des Projekts: Anwesenheit von mindestens zwei Lehrkräften, auch bereits auf den Gemeindekonferenzen (Eine Lehrkraft muss die Konferenz leiten, eine zweite führt die Beobachtungsprotokolle.)

Kurzteil durch eine Projektlehrkraft:

„Gut umsetzbares Planspiel, allerdings sehr abhängig von bereits gelernter Methodenkompetenz und Klassensituation. Wird deutlich effektiver, wenn Spiel bis zur Kreiskonferenz stattfindet (Wettbewerbs-/Konkurrenzgedanke)“

Organisatorisches:

Weiterführende Links / Bezugsquellen für Materialien

- Das gesamte notwendige Spielmaterial und Zusatzmaterial für Lehrkräfte befindet sich auf einer passwortgeschützten Seite: <https://www.moodle.tum.de/course/view.php?id=5144>. Es ist für Teilnehmer an den Spielleiterschulungen zugänglich. Die Fortbildungen werden z. B. über FIBS oder andere Fortbildungsportale angeboten.
- Ausreichende Anzahl an PCs mit Internetzugang nötig
- Homepage der TUM School of Education: <https://www.gympaed.edu.tum.de/forschung/laufend/planspiel-energetingen/>
- Kontakt zu Spielinitiatoren: maximilian.knogler@tum.de, klausmasch@web.de

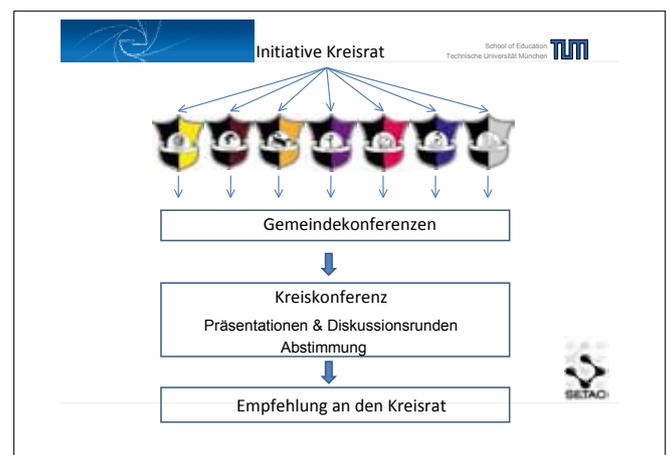


Abb. 4.15-3: Auszug aus dem Schulungsmaterial zum Planspiel „Energetingen“

4.16 Wasserkongress



Präsentieren und Öffentlichkeit
OHG Marktredwitz – Nach uns die Sintflut?
Jahrgangsstufe 8–11

Kurzbeschreibung:

Beim Projekt „Nach uns die Sintflut?“, an dem acht Fachschaften beteiligt sind, fasst eine Abschlussveranstaltung das gemeinsame Projektziel und die Projektergebnisse zusammen. Durch den Wasserkongress stehen die Teilprojekte nicht mehr isoliert für sich, sondern setzen sich vielmehr wie ein Puzzle zusammen und ermöglichen eine ganzheitliche Erfassung des Themenfelds.

Ziele:

- Inhaltliche Verknüpfung aller „Milestones“: Durch die Übersicht über alle relevanten Facetten des Zukunftsthemas werden neue Perspektiven und Lösungsansätze eröffnet.

- Schulung der Selbstkompetenz: Schülerinnen und Schüler erhalten die Möglichkeit, ihre Ergebnisse öffentlichkeitswirksam einem breiten Publikum zu präsentieren.

Durchführung:

Vorbereitungen zum Wasserkongress

Die Inhalte des Wasserkongresses werden weitgehend durch die am Projekt beteiligten Klassen und Fachschaften festgelegt. Es sollte von Anfang an (während des gesamten Schuljahres) darauf geachtet werden, den Projektverlauf und die Ergebnisse gut zu dokumentieren, damit das Material auch präsentiert werden kann.

Ergebnisse und deren Aufbereitung fürs Publikum:

Die von den Projektgruppen erstellten Materialien werden von den Schülern entweder in Vorträgen oder in Form einer Ausstellung präsentiert. Folgende Beispiele sollen dies illustrieren:

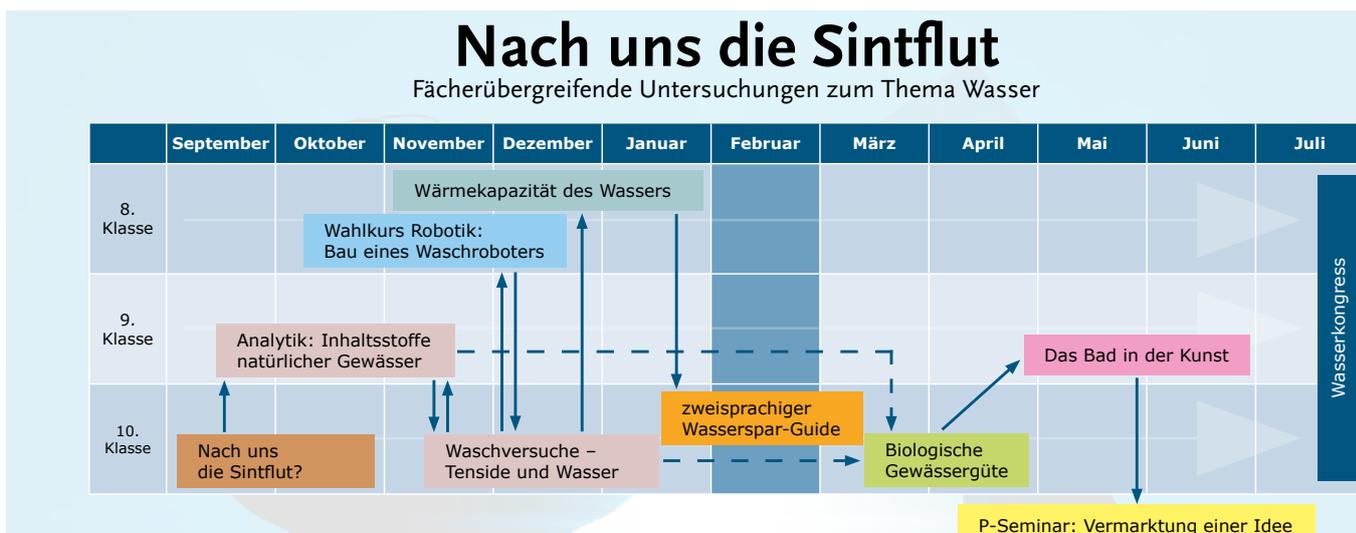


Abb. 4.16-1: Zeitplan der Module

a) Fotodokumentation:

Erforschen einer Waschmaschine, um einen Waschroboter zu konstruieren



Abb. 4.16-2: Zerlegen einer Waschmaschine in Physik, Jgst. 8

b) Präsentation experimenteller Forschungsergebnisse in Vorträgen:

Die Schüler der Projektgruppen präsentieren ihre Ergebnisse multimedial in einer festlichen Abendveranstaltung mit geladenen Gästen.

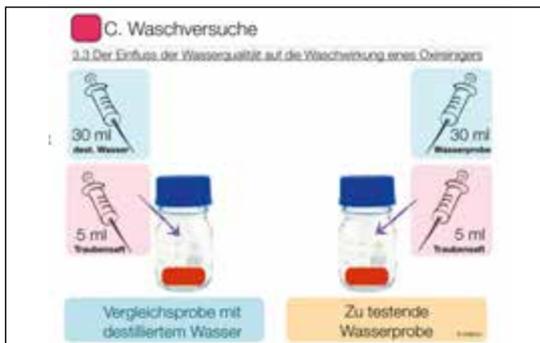


Abb. 4.16-3: Material aus Schülervorträgen: Durchführung der Waschversuche in Chemie, Jgst. 10

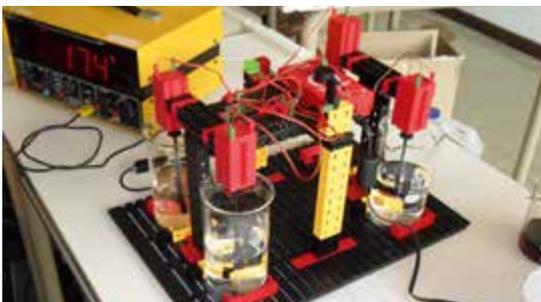


Abb. 4.16-4: Material aus Schülervorträgen: Unterstützung der Waschversuche durch einen Waschroboter (gebaut durch den Wahlkurs Robotik)



Abb. 4.16-5: Material aus Schülervorträgen: Ergebnis aus Chemie, Jgst. 10: Luisenquellwasser erzielt mit Oxireiniger eine besonders gute Waschwirkung.



Abb. 4.16-6: Material aus Schülervorträgen: Ergebnis aus Chemie, Jgst. 9: Luisenquellwasser enthält besonders viel Eisen.

c) Expertenvorträge:

In fast jedem größeren Betrieb spielt das Thema Wasser eine bedeutende Rolle. Die jeweiligen Experten lokaler Unternehmen stellen ihren Betrieb vor und erläutern den verantwortungsvollen Umgang mit der Ressource. Dies verleiht der festlichen Abendveranstaltung zusätzlich Aktualität und Lebensweltbezug und dient der Berufsorientierung.

e) Wanderausstellung zum Thema Wasser:

Das Landesamt für Umwelt bietet spannende Wanderausstellungen zum Thema Wasser an, die die Ausstellung der Schülergruppen ergänzen können.

e) Stellwände zum Projektverlauf und zu Projektergebnissen:



Abb. 4.16-7: Beiträge des Faches Kunst: Projektverlauf in Kunst, Jgst. 9



Abb. 4.16-8: Beiträge des Faches Kunst: Rauminstallation in Kunst, Jgst. 9

4.17 Schülerkongress

Willstätter-Gymnasium Nürnberg
sprachlich und naturwissenschaftlich-technologisch



Präsentieren und Öffentlichkeit
Willstätter-Gymnasium Nürnberg – NutriVISION
Jahrgangsstufe 8–11

Beschreibung:

Beim Schülerkongress am Willstätter-Gymnasium präsentieren alle Schülerinnen und Schüler die Ergebnisse ihrer Forschungsarbeiten und Klassenprojekte, die während des Schuljahres entstanden sind. Dadurch wird ein Forum für einen naturwissenschaftlichen Diskurs geschaffen.

Ziele:

- Motivation der Schülerinnen und Schüler, indem ihrer Arbeit echtes Interesse eines großen Publikums entgegengebracht wird
- Schulung der kommunikativen Kompetenz, indem die Schülerinnen und Schüler zum Sprechen über naturwissenschaftliche Themen und eigene Forschungsergebnisse angehalten werden. Dies geschieht in vorbereiteten Situationen (Vorträge) als auch in situativen Kontexten (Dialoge an Präsentationsständen).

Durchführung:

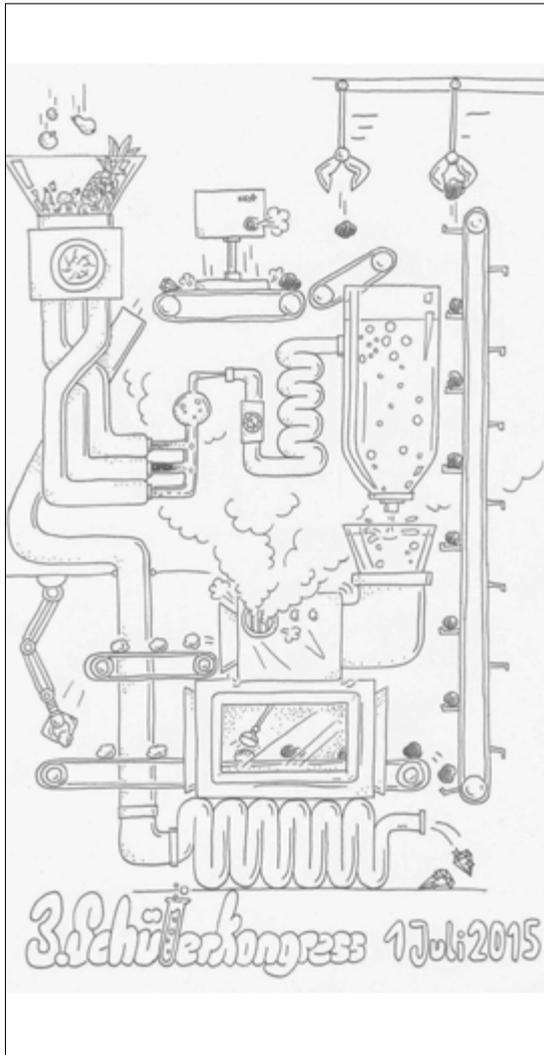
- Es nehmen alle Schülerinnen und Schüler aus den Projektklassen aktiv am Schülerkongress teil.
- Die Präsentation der Arbeitsergebnisse erfolgt in Vorträgen, an Präsentationsständen und mithilfe künstlerischer Darstellungen (Modelle, Objekte, Installationen, usw.).
- Das Publikum besteht aus den Eltern, aus interessierten Lehrkräften, Mitschülerinnen und Mitschülern und aus geladenen Gästen.

- Der Kongress findet in einem feierlichen Rahmen statt. Es gibt ein Programmheft, Grußworte, einen Gastvortrag, Preisverleihungen, Catering, u. v. m.
- Den Schülerinnen und Schülern ist zu Beginn der Arbeitsphase an ihren Projekten schon bekannt, dass die Ergebnisse beim Schülerkongress vorgetragen werden.
- Die Organisation liegt in der Hand der Projektlehrkräfte in Zusammenarbeit mit der Schulleitung.
- Am Ende des Kongresses erfolgt eine Siegerehrung für besonders gelungene Präsentationen. Diese werden durch eine Fachjury bzw. durch ein Publikumsvoting ausgesucht.

Kurzer Erfahrungsbericht:

Der Schülerkongress trug für viele Schülerinnen und Schüler bereits im Vorfeld zur Motivation für ihre Arbeit bei. Zum einen wollte sich natürlich niemand in der Öffentlichkeit „blamieren“, zum anderen wurde vielen durch das öffentliche Interesse an den Projektergebnissen (v. a. durch das Interesse nicht am Projekt beteiligter Mitschüler) bewusst, dass die Beschäftigung mit Naturwissenschaften nicht „uncool“ sein muss. Aufgrund der gelungenen Veranstaltung ergab sich vor allem aber im Nachhinein für einige ein anhaltender Motivationsschub.

Der Kongress sollte am späten Nachmittag stattfinden, rechtzeitig angekündigt sein und in persönlichen Gesprächen (z. B. beim Elternsprechtag) beworben werden, damit möglichst viele berufstätige Eltern und Ehrengäste die Möglichkeit zur Teilnahme wahrnehmen.



Programmheft zum Schülerkongress



Schülervortrag



Präsentationsstände beim „Markt der Möglichkeiten“



Abb. 4.17-1: Impressionen aus dem Schülerkongress: Siegerehrung für die besten Vorträge und Präsentationsstände

4.18 Kreative Präsentationsformen – Kunstinstallation und Filmprojekt

Willstätter-Gymnasium Nürnberg
sprachlich und naturwissenschaftlich-technologisch



Präsentieren und Öffentlichkeit
Willstätter-Gymnasium Nürnberg – NutriVISION
Jahrgangsstufe 10

Kurzbeschreibung:

Zu einem vorgegebenen Zukunftsthema (z. B. „Deutschland sucht das perfekte Dinner im Jahr 2050“) entwickeln Schülerinnen und Schüler ansprechende und mitunter provokative Fragestellungen. Auf der Grundlage der selbst gewählten Themen recherchieren sie geeignete Informationen im Internet und bewerten diese Materialien kriterienorientiert und kritisch. Außerdem entwickeln sie einen Plan zur kreativen Darstellung ihrer Ergebnisse.

Durchführung des Filmprojekts:

- Bildung einer Kerngruppe, die z. B. im Rahmen einer Projektwoche am Film arbeitet (Weitere Schülerinnen und Schüler werden für einzelne Aufgaben zeitlich begrenzt hinzugezogen.)

- Bereitstellung des technischen Equipments (Kamera, Mikrofon, Schnittprogramm ...)
- ggf. Hinzuziehen externer Unterstützer, z. B. CamOn des Bayerischen Rundfunks: <http://www.br.de/unternehmen/inhalt/bildungsprojekte/startseite-camon-cam-on-video-camp-100.html>
- Präsentation des Films beim Schülerkongress (siehe Good Practice-Beispiel 4.17)

Durchführung der Kunstinstallation:

- Bildung einer Organisations- und Koordinationsgruppe
- Reservierung eines Raums für die Installationen
- Präsentation des „Dinner-Tables“ beim Schülerkongress



Abb. 4.18-1: Film zum „Perfekten Dinner 2050“ auf <http://www.horizontec.de/willstaetter-gymnasium-nuernberg/>

Themenbeispiele:	Fachl. Bezug
Alternative Nahrungsmittel: Wie genießbar sind Schädlinge?	B
Designer Food: Welche Trends sind in Zukunft denkbar?	C, B
Functional Food: Ernährung in Kapselform – Ist das überhaupt möglich?	C, B
Stadtplanung: Wie sehen Städte der Zukunft aus unter dem Aspekt des Vertical Farming?	Geo
Esskultur: Wie viele Menschen könnten sich z. B. vegan ernähren?	B, Geo
Rote Gentechnik: Abschied von der Massentierhaltung – Fleisch aus der Petrischale?	B



Tagesmenü:

Nussig milde Mehlwürmer

Frittierte Heuschrecken, frisch und knusprig

Delikate Seidenraupen



Abb. 4.18-2: Impressionen aus dem „Perfekten Dinner 2050“

4.19 Anknüpfung an Wettbewerbe

Die fächerübergreifende Beschäftigung mit Zukunftsthemen birgt eine große Faszination und lohnt sich für alle Beteiligten. Dies zeigen zum einen die Erfolge, die HoriZONtec-Schülerinnen und -Schüler, -Lehrerinnen und -Lehrer erzielen konnten. Zum anderen spiegelt das große nationale und internationale Interesse, auf das HoriZONtec stößt, die Bedeutung der Themenkomplexe wider.

Dies wird im Folgenden an einer Auswahl an Wettbewerbserfolgen dokumentiert, die u. a. mit dem HoriZONtec-Unterricht in Verbindung stehen. Die Beispiele sollen dazu anregen, über den Tellerrand zu blicken, eigene Unterrichtskonzepte weiterzutragen und durch den Austausch mit anderen Teilnehmern neue Impulse zu gewinnen.



Fast alle Modellschulen konnten während der Arbeit an den HoriZONtec-Konzepten auch eine verstärkte Teilnahme an „Jugend forscht“ beobachten. Ein besonders deutlichen Zuwachs hat das Willstätter-Gymnasium Nürnberg in den vergangenen Jahren verzeichnen können. Viele Teilnehmer wurden mit einer Platzierung im Regionalwettbewerb ausgezeichnet. Außerdem konnten die Schülerinnen und Schüler gute Platzierungen im Landeswettbewerb erzielen.

Aufgrund dieser regen und erfolgreichen Teilnahme wurde das Willstätter-Gymnasium Nürnberg am 24. November als „Bayerische Forscherschule des Jahres 2015“ ausgezeichnet.

Die Schule konnte die Jury vor allem durch den durchgehenden fächerübergreifenden Ansatz der Förderung von Mathematik, Informatik, Na-

„Die Auszeichnung ist der Lohn für das außerordentliche Engagement der gesamten Schulfamilie. Schüler, Lehrer, Eltern und Schulleitung haben am Willstätter-Gymnasium ein überzeugendes Konzept zur MINT-Förderung über alle Jahrgangsstufen hinweg auf die Beine gestellt. Mit zeitgemäßen pädagogischen und didaktischen Ansätzen lernen die Schüler hier, naturwissenschaftlich zu denken und zu arbeiten – und das mit großer Freude.“

Staatsminister Dr. Ludwig Spaenle

turwissenschaft und Technik (MINT) überzeugen. Im Methodenunterricht erwerben die Schüler dabei Kompetenzen, Ergebnisse ihrer Forschungen vor unterschiedlichem Publikum zu präsentieren, etwa auf einem Schülerkongress vor der gesamten Schulgemeinschaft.



Abb. 4.19-1: Verleihung des Preises „Bayerische Forscherschule des Jahres 2015“



Das Ludwig-Thoma-Gymnasium und sein Projekt „Mission2Mars“ wurde 2014 mit einem Hauptpreis (zweiter Platz) beim Deutschen Lehrerpreis in der Kategorie „Lehrer: Unterricht innovativ“ ausgezeichnet (<http://www.lehrerpreis.de>). Es schnitt somit als bestplatzierte bayerische Schule in dem Wettbewerb ab, an dem deutschlandweit alle Schulformen mit Sekundarstufe II teilnehmen können.

Die Jury hob vor allem die große Methodenvielfalt, den stark fächerübergreifenden Charakter und die inhaltliche Bandbreite in dem Projekt lobend hervor. Von den Wettbewerbsinitiatoren wurde M2M als exemplarisches Beispiel für den Wettbewerb Deutscher Lehrerpreis auf der Didacta 2015 in Hannover der Öffentlichkeit präsentiert.

„Mit dem Alltags- und Praxisbezug des Marsprojekts lernen die Schüler/innen aktuelle Themen aus unserer Lebenswelt kennen wie z. B. Energie-wende, Blauaugen, Solarzelle, ... Das gesamte Projekt ist en détail auf CD-ROM bis in die Konzeption einzelner Unterrichtsstunden hinein hervorragend dokumentiert.“

Aus dem Gutachten:

„Der grösste Gewinn für die Schüler/innen ist das wachsende Interesse an den MINT-Fächern, verbunden mit einem wachsenden Bewusstsein für die Bedeutung der Ressourcen eines nachhaltigen Umweltschutzes. Hinzu kommen fächerübergreifendes Verstehen von Zusammenhängen, Freude am selbstständigen Erarbeiten von Inhalten, am eigenverantwortlichen Experimentieren sowie das Arbeiten im Team. Die Arbeit in einem fächerübergreifenden Lehrerteam, die Umsetzung gemeinsamer Ziele und die Weiterentwicklung methodisch-didaktischer Formen bilden auch das Grundgerüst für die innere Schulentwicklung.“

Das HoriZONTEc-Team



Abb. 4.19-2: Preisverleihung 2014



Per Brennstoffzelle durch die Galaxis

Science on Stage Deutschland e.V. lud im November 2014 rund 100 der engagiertesten Naturwissenschaftslehrer der Bundesrepublik zum Auswahlevent nach Berlin ein, darunter auch das Ludwig-Thoma-Gymnasium in Prien.

Das LTG-Lehrerteam stellte die im Rahmen des Projekts „Mission2Mars“ entwickelte mikrobiologische Brennstoffzelle für die Unterrichtspraxis vor und konnte das Produkt des P-Seminars „Yeast-

Power – Unternehmensgründung in der Praxis“ europaweit bekannt machen. Das LTG-Lehrerteam überzeugte in diesem hochrangigen Vorentscheid die Jury in Deutschland, sodass das Produkt als Teil der deutschen Delegation in London an der Queens University of London vorgestellt werden konnte.

Während der vier Tage fanden zudem zahlreiche Workshops für erfolgreichen naturwissenschaftlichen Unterricht statt. Des Weiteren wurden in Vorlesungen, Seminaren und der großen Ausstellung von allen teilnehmenden Ländern Unterrichtskonzepte und Versuche vorgestellt. So bieten Wettbewerbe auch eine hervorragende Plattform, die Gedanken von HoriZONTEc mit anderen Ideen zu vernetzen und weiterzuentwickeln.



Abb. 4.19-3: Science on stage



Umweltschule in Europa / Internationale Agenda 21-Schule

Diese Auszeichnung erhalten Schulen, die zwei Projekte zum Thema Umwelt und Nachhaltigkeit durchführen, dokumentieren und einer Jury präsentieren.

In den vergangenen Jahren wurden einige der Modellschulen, manche sogar mehrfach, mit als „Umweltschule in Europa / Internationale Agenda 21-Schule“ ausgezeichnet.

Für Umweltministerin Ulrike Scharf sind die durchgeführten Projekte in mehrfacher Hinsicht wichtig, da sie das persönliche Engagement und die Eigeninitiative junger Menschen fördern sowie einen Beitrag zur umweltverträglichen Gestaltung des Schulalltags leisten. Zudem helfen sie, Umweltbewusstsein und soziale Verantwortung durch aktives Handeln zu erlernen und einen nachhaltigen Lebensstil zu entwickeln.

Die Jury würdigte die jahrgangs- und fächerübergreifende Arbeit vor allem im Rahmen einer

Bildung für nachhaltige Entwicklung (Ressource Trinkwasser, Nutrivision – die Zukunft der Nahrungsmittel, Energieversorgung in Kirchheim und Umgebung) sowie die didaktisch-methodische Herangehensweise an Umwelt- und Zukunftsthemen und die in diesem Zusammenhang beeindruckenden Schülerleistungen (Forschungsarbeiten/Filmprojekt/...).



Abb. 4.19-4: Auszeichnung als Umweltschule in Europa (OHG Marktredwitz, Willstätter-Gymnasium Nürnberg, Gymnasium Kirchheim)

Eckdaten zum Modellversuch

- Leitung:** Cindy Zavrel (bis Oktober 2013), Thomas Heidl (ab Oktober 2013)
- Projektdurchführung:** Schuljahr 2012/2013 – Schuljahr 2014/2015
- Rechtliche Grundlage:** Modellprojekt „HoriZONTec“ als Schulversuch, Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus vom 3. Mai 2012, KWMBI Nr. 12/2012, S. 190 f.
- Wissenschaftliche Begleitung:** Prof. Dr. Manfred Prenzel, Dr. Christoph Schindler, Dr. Martin Gartmeier (TUM School of Education, Susanne Klatten-Stiftungslehrstuhl für empirische Bildungsforschung)
- Projektbeirat:** Dr. Hermann Fußstetter (Mitglied des Vorstands der Stiftung Bildungspakt Bayern)
Dieter Götzl (StMBW)
Jürgen Kaletta (Landeskoordinator Technik und Technologie am bayerischen Gymnasium)
Thomas Northoff (Deloitte-Stiftung)
Prof. Dr. Manfred Prenzel (TUM School of Education)
Petra Reinold (ISB)
- Projektpartner:** Stiftung Bildungspakt Bayern in Kooperation mit dem Bayerischen Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst
- Exklusivpartner:** BMW-Stiftung Herbert Quandt
Deloitte-Stiftung
Joachim-Herz-Stiftung
Schaeffler-Holding GmbH & Co.KG
Siemens-Stiftung
Stefan Quandt
- Weitere Partner:** Hauck & Aufhäuser Privatbankiers KGaA
Bayerischer Rundfunk
- Teilnehmende Schulen:**



Projektkalender

Ort, Datum	Veranstaltung	Ausgewählte Themen bzw. Aktivitäten
Bewerbungs- und Auswahlphase		
Januar 2012	Bewerbungsphase	Bewerbung mit je einem Zukunftsthema durch 29 Gymnasien in Bayern
März 2012	Schulauswahl	Auswahl von 6 Modellschulen durch eine Jury
Konzeptionsphase		
April – August 2012		Planung der Umsetzung im ersten Schuljahr des Schulversuchs
26. - 27.06.2012 Sparkassenakademie Landshut	1. Arbeitstagung	Impulsreferate: Prof. Dr. Manfred Prenzel (TUM School of Education): „Kriterien guten Unterrichts“ Dr. Ellen Walther-Klaus (MINT Zukunft schaffen): „Chancen für junge Leute durch die Fachkräftelücke“ Workshops: Arbeit an den Konzepten, Methoden des Projektmanagements, Festlegung von Erfolgskriterien
Juli 2012		Organisatorische Festlegungen an den Modellschulen (Verteilung der Lehrkräfte auf die Modellklassen, Planung des Stundenrasters,...)
Schuljahr 2012/2013 – 1. Projektjahr		
05.10.2012 Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus	Auftaktveranstaltung	Impulsreferat: Dr. Ulrich Eberl (Leiter Innovationskommunikation der Siemens AG): „Zukunft 2050“ Podiumsdiskussion: „Naturwissenschaft! Nein, danke?“ <ul style="list-style-type: none"> • Andrea Martin, Joachim-Herz-Stiftung • Thomas Northoff, Deloitte-Stiftung • Prof. Dr. Manfred Prenzel, TUM School of Education • Dr. Hermann Fußstetter, Stiftung Bildungspakt Bayern • Dieter Götzl, Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus

Projektkalender

Ort, Datum	Veranstaltung	Ausgewählte Themen bzw. Aktivitäten
Schuljahr 2012/2013 – 1. Projektjahr		
05.10.2012 Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus	2. Arbeitstagung	Workshops: Vorbereitung der Evaluation, Planung der Öffentlichkeitsarbeit, Qualitätssicherung
02.11.2012 MOC München	FORSCHA	Vorstellung von HoriZONTec
Januar 2013	Schulbesuche	Schulbesuche durch die Projektleitung, den Geschäftsführer der Stiftung und den Projektbeirat
21. - 22.01.2013 Schloss Hirschberg	3. Arbeitstagung	Impulsreferate: Prof. Dr. Manfred Prenzel (TUM School of Education): „Alternative Formen der Leistungserhebung“ Dr. Peter Phleps (Institut für Mobilitätsforschung ifmo): „Vom Umgang mit der Zukunft – Mobilitätsszenarien für das Jahr 2030“ Dr. Maiken Winter (TUM School of Education): „Risiken und Chancen des Klimawandels“ Thomas Northoff (Deloitte): „Ansätze zu unternehmerischem Handeln in HoriZONTec“
21.03.2013 Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus	Planungssitzung	Arbeitsschwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Planungen zur Weiterarbeit im Schuljahr 2013/2014 • Einbeziehung des Fachs Wirtschafts- und Rechtslehre • Vorstellung des Planspiels EcoStartup der Ernst Schmidheiny-Stiftung
April - Juli 2013		Gegenseitige Schulbesuche der HoriZONTec-Lehrkräfte an anderen Modellschulen
24. - 25.06.2013 Schülerfor- schungszentrum Berchtesgadener Land	4. Arbeitstagung	Impulsreferate: Dr. Susanne Blei, Ulrich Dettweiler: Vorstellung des Schülerforschungszentrums Workshops: Erfahrungsaustausch und Weiterentwicklung der Dokumentation

Projektkalender

Ort, Datum	Veranstaltung	Ausgewählte Themen bzw. Aktivitäten
Schuljahr 2012/2013 – 1. Projektjahr		
18. - 19.07.2013	Fortbildung	Spielleiterkurs EcoStartup®, ermöglicht durch die Joachim-Herz-Stiftung in Zusammenarbeit mit der Ernst Schmidheiny Stiftung
Schuljahr 2013/2014 – 2. Projektjahr		
16.09.2013 TUM School of Education	Planungssitzung	Entwicklung von Ideen zur medialen Aufbereitung und zur Multiplikation von HoriZONTec
27. - 28.01.2014 Gewürzmühle Berching	5. Arbeitstagung	Impulsreferate: Anne Thoma, Frank Jordan (Bayerischer Rundfunk): Vorstellung der Schülerfilmprojekte des BR Eva Stolpmann (Stiftung Bildungspakt Bayern): Grundzüge des Urheberrechts – Lehrer als Autoren Alexandra Polster: Vorstellung des Vereins MINT-EC Workshops: <ul style="list-style-type: none"> • Erfahrungsaustausch zu erweiterten Formen der Leistungserhebung • Planung je eines Kurzfilms pro Modellschule
März - Juli 2014	RLFB	Durchführung regionaler Lehrerfortbildungen in den Regierungsbezirken
02. - 03.07.2014 Berufsförderwerk Nürnberg	6. Arbeitstagung	Impulsreferate: Barbara Wittmann (Universität Regensburg): „Trends und Perspektiven der Ernährung“ Maximilian Knogler (TUM School of Education): „Die Planspielmethode im Unterricht – das Planspiel Energetingen“ Schulbesuch: Besuch des Schülerkongresses am Willstätter-Gymn. Nürnberg Workshops: Erfahrungsaustausch zu den Unterrichtskonzepten und zu den Kurzfilmprojekten
18.07.2014	Informationsveranstaltung für externe Gymnasien	Gewinnung von 13 Partnerschulen, die die entwickelten Konzepte bzw. ausgewählte Module testen und Feedback geben

Projektkalender

Ort, Datum	Veranstaltung	Ausgewählte Themen bzw. Aktivitäten
Schuljahr 2014/2015 – 3. Projektjahr		
06.10.2014 Asam-Gymnasium München	Sitzung des Projektbeirats	Diskussion der Pläne zur Veröffentlichung, Multiplikation und Implementation der Projektergebnisse
22.10.2014 Gymnasium Königsbrunn	Fortbildung	Spielleiterschulung zum Planspiel Energetingen der TUM School of Education
22.01.2015 Bayerisches Staatsminist. für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst	Planungssitzung	Vorbereitung der Veröffentlichung der Projektergebnisse: 1. Homepage (bis Juni 2015) 2. Printpublikation (im Schuljahr 2015/2016)
März – Juni 2015	Erstellung der Projekthomepage	Bereitstellung aller entwickelten Konzepte sowie zugehöriger Unterrichtsmaterialien auf der Homepage www.horizontec.de
30.06.2015 TUM School of Education	Abschlussveranstaltung	Festvortrag: Prof. Dr. Wolfgang M. Heckl (Generaldirektor des Deutschen Museums): „Die Kultur der Reparatur“ Präsentationen: Prof. Dr. Manfred Prenzel: „Ergebnisse des Schulversuchs HoriZONtec“ Thomas Heidl: Vorstellung der Homepage
Schuljahr 2015/2016 – Multiplikation		
September – Dezember 2015	Multiplikation	Vorstellung der Projektergebnisse bei diversen Veranstaltungen (Fachberatertagung, Schulleitertagungen, Fachbetreuertagungen,...)
13.-14.11 Friedrich-König-Gymnasium Würzburg	MINT-EC-Schulleitertagung	Vorstellung von HoriZONtec im Rahmen von zwei Workshops
Juni 2016	Fertigstellung der Printpublikation	Versand der Printpublikation an alle Gymnasien in Bayern

Modellschulen

Modellschule	Schulleitung	Projektleitung	Kontakt
Ludwig-Thoma-Gymnasium Prien	Dr. Günter Madsack, Christian Metken	Thomas Gerl	sekretariat@ltgprien.de
Rupprecht-Gymnasium München	Dr. Friedrich Seibold	Christina Mückstein	rugdir@gmx.de
Otto-Hahn-Gymnasium Marktredwitz	Gertraud Nickl, Stefan Niedermeier	Johannes Wällisch	direktorat@ohg-marktredwitz.de
Willstätter-Gymnasium Nürnberg	Dr. Heinz Steuer	Ulrich Herwanger	schulleitung@willstaetter-gymnasium.de
Asam-Gymnasium München	Peter Heinz Rothmann	Thomas Seibold	asam-gymnasium@muenchen.de
Gymnasium Kirchheim bei München	Matthias Wermuth	Rosalinde Nürnberger	mail@gymnasium-kirchheim.de

Modellschulen Partnergymnasien

Im Rahmen der Erprobung und Weiterentwicklung der HoriZONTec-Konzepte haben sich 13 Gymnasien in Bayern bereit erklärt, die Projekte bzw. ausgewählte Module zu testen und Feedback zur Unterrichtskonzeption und –dokumentation zu geben. Dieses Feedback konnte in die Projektdokumentation einfließen und dabei helfen, die Materialien zu verbessern. Wir bedanken uns bei:

- Carl-Spitzweg-Gymnasium Germering
- Gymnasium Starnberg
- Humboldt-Gymnasium Vaterstetten
- Städt. Sophie-Scholl-Gymnasium München
- Gregor-Mendel-Gymnasium Amberg
- Chiemgau-Gymnasium Traunstein
- Gymnasium Königsbrunn
- Werner-Heisenberg-Gymnasium Garching

- Feodor-Lynen-Gymnasium Planegg
- Gymnasium Oberhaching
- Otfried-Preußler-Gymnasium Pullach
- Gymnasium Berchtesgaden
- Friedrich-Rückert-Gymnasium Ebern

Links

- Projekthomepage des Schulversuchs HoriZONTec: <http://www.horizontec.de/>
- Homepage der Stiftung Bildungspakt Bayern: <http://bildungspakt-bayern.de/horizontec/>
- Susanne Klatten-Stiftungslehrstuhl für Empirische Bildungsforschung: <http://www.ebf.edu.tum.de/home/>
- Pressemitteilung zur Abschlussveranstaltung: <http://www.km.bayern.de/schueler/meldung/3601/schueler-begeistern-sich-fuer-wichtige-zukunftsthemen.html>

Impressionen



Gruppenbild mit allen HoriZONTec-Teilnehmern bei der Abschlussveranstaltung



Prof. Dr. Wolfgang M. Heckl bei der Abschlussveranstaltung



Dr. Ulrich Eberl (Siemens AG) bei der Auftaktveranstaltung



Podiumsdiskussion bei der Auftaktveranstaltung (v. l. n. r.: Dieter Götzl, Prof. Dr. Manfred Prenzel, Dr. Hermann Fußstetter, Cindy Zavrel, Andrea Martin, Thomas Northoff)



Podiumsdiskussion bei der Abschlussveranstaltung (v. l. n. r.: Thomas Gerl, Johannes Wällisch, Tim Storck, Margareta Schlüter, Sandra Ndayambaje, Kilian Baum, Mathias Wermuth)



Ansprechpartner:

Stiftung Bildungspakt Bayern
Jungfernturmstr. 1
80333 München

Tel.: (089) 2186 – 2091

Fax: (089) 2186 – 2833

www.bildungspakt-bayern.de

www.horizontec.de

