

NaT-Working

So kommt Wissenschaft in die Schule:
Beispiele aus der Praxis

Herausgegeben von der Robert Bosch Stiftung

Vorwort

Können Sie sich noch an den Funken erinnern, der Ihr Interesse an Wissenschaft geweckt hat? Auf diese Frage antworten Naturwissenschaftler oder Ingenieure nur selten mit einem wissenschaftlichen oder technischen Tatbestand. Vielmehr wird von einem Zusammentreffen mit einem begeisterten Lehrer oder Wissenschaftler in der Jugend erzählt. Genau auf diesen persönlichen Kontakt von Jugendlichen mit den „Begeisterten“ baut unser Programm „NaT-Working – Naturwissenschaften und Technik: Schüler, Lehrer und Wissenschaftler vernetzen sich“, denn nur die Begeisterten können den Funken überspringen lassen. Der Titel impliziert „networking“ – vernetzen. Und das ist das Neue an diesem Programm, das die Robert Bosch Stiftung vor vier Jahren eingerichtet hat. Über gemeinsame Projekte wird ein dichtes Netz an persönlichen Kontakten zwischen zwei Welten aufgebaut, die vorher nur vereinzelt oder gar nicht miteinander verbunden waren: die aktuelle Forschung und die Schule. Und darin liegt der Erfolgsfaktor für Nachhaltigkeit: Enge persönliche Kontakte werden die Förderung durch die Stiftung überdauern.

Durch den dramatischen Rückgang der Studentenzahlen in den Naturwissenschaften und die aufrüttelnden Ergebnisse der TIMS- und PISA-Studien ist in den Forschungseinrichtungen in Deutschland ein „Aufwachen“ zu spüren. Programmen wie NaT-Working gelingt es, Wissenschaftler dazu zu bewegen, ihren so oft liebevoll, höhnisch oder vorwurfsvoll zitierten Elfenbeinturm zu verlassen und sich in direkten Kontakt mit der Schule zu begeben. Dabei sind die Lehrer als Partner genauso wichtig wie die Schüler.

Gemeinsam mit Wissenschaftlern können sich Lehrer bei politischen Entscheidungsträgern mehr Gehör verschaffen. Ein kohärenter Unterricht in einem modernen naturwissenschaftlichen Fach kann nur aus der Partnerschaft von Lehrern und Wissenschaftlern hervorgehen. Nicht nur aktuelles Fachwissen, sondern

auch Kenntnisse über den Gegenstand Wissenschaft an sich, sind der wichtige Beitrag der Wissenschaftler.

Wir danken an dieser Stelle allen in NaT-Working engagierten Personen, insbesondere den Mitgliedern des Beirats sowie Joachim Laukenmann, der die Reportagen für diese Broschüre geschrieben hat. Lassen Sie sich inspirieren von der Phantasie und dem Tatendrang der Wissenschaftler, Lehrer und Schüler!

Ingrid Wüning

Stuttgart, im Juli 2004

Inhalt

Einführung	7
Beispiele aus der Praxis	15
<i>Joachim Laukenmann</i>	
Wozu in die Ferne schweifen?	
NaT-Working-Biologie im Oberschulamtbereich Freiburg	16
Das Land, wo Geld in Schulen fließt	
NUGI – Netzwerk Universität, Gymnasien, Industrie: „Molekularbiologie und Biotechnologie ins Gymnasium“, Ulm	21
Chemie à la Harry Potter	
Das NaT-Lab für Schülerinnen und Schüler an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz	27
Das Weltall in uns und um uns herum	
Kooperation von Schulen und Forschungseinrichtungen in Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik (MINT), Jülich	32
Eine Exkursion zum Ursprung des Schwarzwalds	
Geowissenschaften in Südwestdeutschland, Tübingen	40
In den Fußstapfen von Sokrates	
NaT-Working Mathematik NRW, Duisburg	46
Spannung auf dem RoboCup in Paderborn	
Schüler bauen Roboter (Robot Building Labs), Ulm	52
„Hey Mädels, ihr könnt das auch!“	
Schülerinnen im Umgang mit modernen Technologien des Alltags, Karlsruhe	59

Dokumentation	65
Ausschreibung	65
Räumliche Verteilung der geförderten Projekte	69
Geförderte Projekte 2000 bis 2004	70
NaT-Working-Preise	78
Mitglieder des Programmbeirats	81
Die Robert Bosch Stiftung	82
Impressum	83

Einführung

Warum NaT-Working?

Eine höhere allgemeine Kompetenz im Umgang mit wissenschaftlichem Wissen ist eine Voraussetzung zur Teilhabe an der Meinungsbildung in einer Demokratie. Aktuelle Beispiele sind die Diskussionen um die Forschung mit embryonalen Stammzellen oder den Einsatz der Gentechnik in der Landwirtschaft. Wissenschaft, insbesondere naturwissenschaftliche Grundlagenforschung sowie die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses sind von staatlicher Finanzierung und damit von der Zustimmung der Öffentlichkeit abhängig. Gleichzeitig sind naturwissenschaftlich und technisch ausgebildete Arbeitskräfte unerlässlich für das Wohl einer Industrienation.

Verhältnis
Gesellschaft
und Wissen-
schaften

Ende der neunziger Jahre machten der gravierende Mangel an qualifizierten Hochschulabgängern in natur- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen sowie das schlechte Abschneiden deutscher Schüler bei der TIMS-Studie deutlich: Mit dem Verhältnis zwischen der jungen Generation und den Naturwissenschaften bzw. der Technik steht es nicht gut. Doch wo sollte ein Förderprogramm ansetzen, um Abhilfe zu schaffen? Voraussetzung für eine dauerhafte Beschäftigung mit Naturwissenschaften und Technik ist Interesse. Häufig gehören jedoch diese Disziplinen in der Schule zu den unbeliebtesten Fächern. Insbesondere Physik und Chemie gelten als schwierig und trocken. Früher war der spielerische Umgang mit Technik oft fester Bestandteil des Familienlebens, besonders bei Jungen. Heute können oder wollen viele Eltern dies nicht mehr leisten. Wer also soll heute Interesse, ja Begeisterung für die Wissenschaft wecken?

Interesse
wecken

Das neue Programm

Persönliche Vorbilder

Viele Naturwissenschaftler und Ingenieure haben die Erfahrung gemacht, daß Vorbilder, zum Beispiel ein begeisterter Fachlehrer oder ein charismatischer Professor, entscheidenden Anteil am eigenen Weg in die Forschung hatten. Genau an dieser Stelle setzt das Programm NaT-Working an: Vermittlung und Pflege von persönlichen Partnerschaften zwischen Forschern, Lehrern und Schülern in gemeinsamen Projekten. Unter diesem Leitgedanken und mit dem Ziel, die wissenschaftliche Neugier und das Verständnis für die Prinzipien der Wissenschaft bei Schülern und Lehrern zu fördern, schrieb die Stiftung NaT-Working erstmals im Sommer 2000 aus.

Der Kontakt der Lehrer zu der von ihnen studierten Wissenschaft soll wiederhergestellt werden, damit sie ihren Unterricht auffrischen können. Und in der Forschung aktive Wissenschaftler tragen mit ihren Kenntnissen dazu bei, daß neue Inhalte und neue Methoden Eingang in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht finden. Was gibt es Spannenderes für Schüler, als unter Anleitung führender Wissenschaftler selbst Hand anzuzeigen und Experimente zu aktuellen Themen durchzuführen?

Ein Konzept, das auf persönliche Begegnung von Forschern und Schulen und deren bundesweite Vernetzung setzt, gab es vor drei Jahren noch nicht. Inzwischen sind etliche Projekte an der Schnittstelle zwischen Schule und Forschung entstanden, aber das integrierende NaT-Working-Konzept ist noch immer einzigartig.

Integrierendes Konzept

Die Basis des Programms sind die regionalen, auf eine Fachdisziplin ausgerichteten NaT-Working-Netze. In ihnen begegnen sich jeweils Wissenschaftler, Lehrer und Schüler über mehrere Jahre in gemeinsamen Projekten. Die Stiftung kann die Zusammenführung der Projektpartner mit sogenannten Starthilfe-Workshops unterstützen. Lehrer und Wissenschaftler nehmen daran teil und planen die Projekte gemeinsam. Zwischen den NaT-Working-Netzen wer-

den Erfahrungen und Ideen auf thematisch oder auf ein Bundesland konzentrierten Treffen ausgetauscht. Einmal im Jahr kommen die Vertreter aller NaT-Working-Initiativen auf dem NaT-Working-Symposium zusammen. Es dient neben dem bundesweiten Austausch und der Vernetzung gleichzeitig als Bühne für die Vergabe der NaT-Working-Preise an besonders herausragende Vorhaben.

Die gemeinsamen Projekte eines regionalen NaT-Working-Netztes erhalten von der Stiftung eine Förderung für zunächst drei Jahre. Zu den geförderten Aktivitäten gehören zum Beispiel Praktika für Lehrer oder Schüler in den Labors der Forscher, Sommerschulen, Schülerkongresse oder spielerische Praxisprojekte in der Freizeit. Darüber hinaus wurden vielversprechende Projekte von bereits bestehenden Gruppen von Lehrern und Wissenschaftlern in die Förderung aufgenommen. Wichtig ist dabei, daß Schüler, Lehrer und Forscher immer wieder persönlich zusammentreffen, nicht nur im Internet.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) unterstützt NaT-Working seit Juli 2002 durch die Vermittlung neuer Partnerschaften zwischen Forschern und Schulen. Sie wirbt bei den von ihr geförderten Naturwissenschaftlern und Ingenieuren für das Programm und ermutigt die Forscher, gemeinsame Projekte mit Schulen in Zusammenarbeit mit der Stiftung durchzuführen.

Bislang hat die Stiftung für NaT-Working über vier Millionen Euro aufgewendet. Die Fördersumme für ein NaT-Working-Netz liegt für drei Jahre bei etwa 50 000 Euro. Diese Mittel können für Reise- und Aufenthaltskosten, für Geräte und Verbrauchsmittel sowie für Hilfskräfte eingesetzt werden.

Erfolgsfaktoren

In dieser Broschüre werden acht sehr unterschiedliche Projekte aus NaT-Working vorgestellt. Sie sind beispielhaft für bundes-

Projektförderung

Kooperation mit der DFG

weit inzwischen über 65 regionale NaT-Working-Netze und zeigen das breite Spektrum möglicher Ansätze und Konzepte sowie deren Erfolgchancen.

NaT-Working ist ein Experimentierfeld und inzwischen eine große Fundgrube für neue Unterrichtsformen und -inhalte. In typischen NaT-Working-Projekten geht es nicht nur um neue Vermittlungsformen von wissenschaftlichen Fakten. Hier lernt man den Gegenstand Wissenschaft an sich kennen, seine Prinzipien und den Alltag in der Forschung. Hier wird auf vielfältige Weise ausprobiert, wie man die Last der Erkenntnis bei Schülern zur Lust an der Erkenntnis verwandeln kann.

Dabei hängt der Erfolg von guten Rahmenbedingungen ab. So spüren engagierte Akteure manchmal Gegenwind oder erfahren zumindest wenig Unterstützung, sei es aus dem Kollegenkreis in der Schule, an der Hochschule oder auch von den Schulbehörden.

Welche sind die Faktoren, die solche NaT-Working-Vorhaben an der Schnittstelle zwischen Forschung und Schule erfolgreich machen? Diese Frage hat die Stiftung im dritten Jahr der Förderung gemeinsam mit dem Beirat des Programms und an NaT-Working beteiligten Lehrern und Wissenschaftlern beantwortet:

Das Konzept

- Lehrer und Wissenschaftler planen und führen die Projekte gemeinsam durch. Dies stellt sicher, daß die Bedürfnisse beider Seiten berücksichtigt werden und ein fruchtbarer Dialog von Beginn an möglich ist.
- Die Förderung der Schüler beginnt möglichst früh und wird in Mittel- und Oberstufe kontinuierlich fortgesetzt. Die Projekte ermöglichen eine wiederkehrende Begegnung mit der Wissenschaft. Die Aktivitäten sind mehrtägig und/oder finden über einen längeren Zeitraum regelmäßig statt.

- Sowohl die breite Schülerschaft als auch besonders begabte und interessierte Schüler werden gefördert.
- Für Mädchen ab der 6. Klasse gibt es spezielle Angebote, die auf ihre Interessen zugeschnitten sind.
- Besonders motivierend für Schüler sind Wettbewerbe.
- Ortswahl: Schüler sind begeistert, wenn sie in einem richtigen Forschungslabor mit Laborkittel und Schutzbrille arbeiten dürfen und anschließend in der Hochschulmensa essen gehen.
- Die Beziehung und die Aufgabenverteilung zwischen den Lernorten Schule und Forschungseinrichtung sind geklärt.
- Schulbehörden unterstützen die Projekte ideell und finanziell, beispielsweise durch Erlaß von Deputatsstunden.
- Lehreraus- und -fortbildung sind in das Vorhaben integriert, um eine nachhaltige Wirkung zu erzielen.
- Institutionalisierung: Die Gründung eines Vereins und die Schaffung einer zentralen Anlaufstelle erleichtern oftmals die Verwaltung und Koordination eines Kooperationsprojektes.
- Ein überzeugendes Konzept ist wichtig, um Förderer und Sponsoren zu gewinnen.

Die Projektpartner

- Das ehrenamtliche Engagement ruht auf den Schultern möglichst vieler Lehrer und Wissenschaftler und ist damit für den einzelnen tragbar.
- Die Persönlichkeit der beteiligten Wissenschaftler und Lehrer ist sehr wichtig. Begeisterte und begeisternde Persönlichkeiten und ein engagiertes Team treiben die Projekte voran.
- Die Leitungen der beteiligten Schulen und Einrichtungen und die Kollegen stehen hinter den Projekten und unterstützen sie.
- Ein gutes Betreuungsverhältnis erleichtert das Experimentieren mit einer großen Schülerzahl. Kompetente wissenschaftliche Hilfskräfte entlasten die Lehrer von technischen Hilfestellungen und ermöglichen ihnen die Konzentration auf pädagogische Aufgaben.
- Win-Win-Situation: Wichtig ist, daß Lehrer und Wissenschaftler mit dem Projekt einen Gewinn verbinden, sei es zum Bei-

spiel durch Erleichterungen bei der Unterrichtsvorbereitung, sei es durch die Nachwuchswerbung für die Hochschule.

- Bei Aktivitäten mit jüngeren Schülern machen die Eltern mit.

Die Themen und Experimente

- Die ausgewählten Themen und Experimente sind altersgerecht und sprechen die Schüler an. Wichtig sind die Nähe zur aktuellen Forschung und zugleich der Bezug zum Alltag oder zu den „großen“ Themen des Lebens. Ungeeignet ist das Vorziehen von Experimenten aus dem Studium.
- Versuchsbeschreibungen und Begleitmaterial sind qualitativ hochwertig. Den Schülern wird verständlich gemacht, weshalb die entsprechenden Versuche durchgeführt werden und mit welchem Ziel geforscht wird.
- Die Themen weisen zugleich einen Bezug zum Schulstoff auf. Sie werden im Schulunterricht vor- und nachbereitet.
- Die Geräte und Versuchsmethoden sind robust und funktionieren. Zugleich ermöglichen sie freies Experimentieren und regen die Phantasie an. Schüler lernen diszipliniertes Beobachten und Protokollieren.



Schüler experimentieren im Science Forum der Universität Siegen.

- Mitmachen macht Spaß. Das Ambiente, selbständiges Experimentieren, Produkte zum Mit-nach-Hause-Nehmen, aber auch konzentrierte Arbeit im Labor und die Begegnung mit interessanten Persönlichkeiten, bereiten Freude.
- Projekte in Fachdisziplinen, die nicht im Fächerkanon der Schulen vorkommen, sind Quelle für Anregungen und erweitern den Horizont der Schüler.

Diese Erfolgsfaktoren werden in den folgenden acht Kapiteln anhand der Beispiele aus der Praxis verdeutlicht.

Beispiele aus der Praxis

Die folgenden acht Kapitel sind jeweils einem beispielhaften NaT-Working-Projekt gewidmet. Kurzbeschreibungen, Reportagen und Interviews geben Einblick in die gemeinsamen Aktivitäten der Schüler, Lehrer, Naturwissenschaftler und Ingenieure. Sie zeigen, wie Wissenschaft und Technik in die Schule kommen, und welche Faktoren wichtig für den Erfolg der Projekte sind. Wir wünschen uns, daß die geschilderten Erfahrungen für andere bei der Planung ähnlicher Vorhaben wertvoll sind und Anregungen für neue Lehr- und Lernformen liefern.



Wozu in die Ferne schweifen?

NaT-Working-Biologie im Oberschulamtbereich Freiburg

Das Projekt

Ein Ring aus fünf Stützpunktschulen mit dem Institut für Biochemie und Molekularbiologie der Universität Freiburg im Zentrum: Das ist die Struktur dieses Projekts. Lehrer und Wissenschaftler bieten Schülern der 12. und 13. Klassen durch Praktika, Universitätstage und Schülerkongresse Einblick in die moderne Biochemie und Molekularbiologie. Die fünf Schulen verfügen über personell und materiell besonders gut ausgestattete Schullabore, die von jeweils 12 bis 15 Gymnasien genutzt werden. Somit ist eine flächendeckende Versorgung aller Gymnasien im Oberschulamtbereich Freiburg mit forschungsnahen Experimenten gewährleistet, ohne daß jede Schule über die rund 6000 Euro teure Ausrüstung verfügen muß.

Die Projektaktivitäten sind auf drei Ebenen angesiedelt: Auf der untersten Ebene lernen Schüler im Klassenverband in den Schullabors aktuelle biochemische und molekularbiologische Arbeitsweisen kennen. Im Schuljahr 2002/03 nahmen über 1000 Schüler und mehr als 100 Lehrer und Referendare an den Praktika teil. Neben dieser Breitenförderung können jährlich rund 120 interessierte Schüler weiterführende Methoden in den Forschungslaboren der Universität kennenlernen. Schließlich gibt es für 60 ausgewählte Schüler einmal im Jahr einen Schülerkongreß.

Der Routenplaner liefert die Zahlen, die das Leid der Landschule bedeuten. 97,9 Kilometer lang ist die schnellste Verbindung von Bad Säckingen nach Freiburg. Dauer: Eine Stunde und 24 Minuten. Ohne Stau. 125,4 Kilometer sind es von Bad Säckin-

gen nach Konstanz. Und auf zwei Stunden 57 Minuten berechnet der Routenplaner die Fahrt nach Stuttgart. „Wir haben keine Universität im Umkreis von zehn Kilometern“, klagt Carsten Hansen, Biologielehrer am Scheffel-Gymnasium in Bad Säckingen und Koordinator des NaT-Working-Projekts im Oberschulamtbereich Freiburg. „In den Zeitungen wird immer berichtet, was für tolle Sachen die Schulen an den Universitäten machen. Aber da konnte ich bislang als Landschullehrer immer nur von der Ferne aus zuschauen.“

Auf einem von der Stiftung im Oktober 2000 organisierten Starthilfe-Workshop hat sich Hansen daher für seine Vision stark gemacht: „Es muß auch auf dem Land Zentren geben, in denen jede Schule die Möglichkeit hat, moderne molekularbiologische Versuche durchzuführen“, erläutert er seine damaligen Argumente. „Ich wollte eine dezentrale Organisationsstruktur.“ Mittlerweile braucht Hansen nur noch wenige Meter vom Lehrerzimmer ins schuleigene Biolabor zurückzulegen, um auch mit seinen Schülern anspruchsvoll molekularbiologisch zu experimentieren. Denn das Scheffel-Gymnasium ist eines von fünf re-

Lehrer und
Wissenschaftler
planen die Pro-
jekte gemeinsam



Neue molekular-
biologische Methoden
halten Einzug in die
Schullabore.

Vorbildliches Konzept

gionalen Schulzentren, die mit einem Molekularbiologie-Koffer ausgestattet wurden und ihre Dienstleistung jeweils rund einem Dutzend umliegender Schulen anbieten. „So decken wir alle Gymnasien im Oberschulamt Freiburg ab“.

Auf dem Planungstreffen wurden auch andere Projektformen diskutiert, zum Beispiel, daß die Schulen an die Universität Frei-

burg gehen und dort bei den beteiligten Forschern Jan Brix und Christof Meisinger Versuche machen. „Das hätte ein Massenproblem gegeben“, sagt Hansen. „Wenn wir mit 40 Schulen an die Uni kommen, dann machen die das nur ein Jahr lang mit. Auch deshalb wurde ein Konzept entwickelt, bei dem zwar der fachliche Input von der Universität kommt und manche Schüler gelegentlich die Universität besuchen dürfen, bei dem aber die Hauptlast der Ausbildung an den fünf Schulzentren liegt.“

In einer der Versuchsreihen geht es um die Analyse von Lebensmitteln. Dort können die Schüler mit Hilfe des genetischen Fingerabdrucks nachweisen, ob die Schweinsbratwurst auch Rind-

fleisch enthält oder ob irgendwelche Erkrankungen im Fleisch vorliegen. „Wir möchten, daß jeder Schüler, der ein Gymnasium verläßt, so eine Methode kennenlernt.“ In die Schullabore kommen daher Regelklassen gemeinsam mit ihren Biologielehrern. Die Labors sind so eingerichtet, daß maximal vier Schüler an einem Gerät arbeiten und alle beschäftigt werden.



Die Delegation von NaT-Working-Biologie auf dem 1. NaT-Working-Symposium im März 2002 in Berlin.

Unter den zahlreichen Besuchern ihres Labors identifizieren die Laborleiter besonders interessierte und engagierte Schüler, jährlich rund 120 Jugendliche. „Die dürfen dann für einen Tag an die Universität und können dort unter Anleitung der Wissenschaftler Versuche durchführen, die an der Schule nicht möglich sind.“ Beispielsweise erproben die Jugendlichen das Verfahren des „Western-Blottings“, mit dem man Virusproteine nachweisen kann. Weiter lernen die Schüler den Uni-Betrieb ein wenig kennen: Sie gehen in die Mensa, und sie erleben die Professoren und Dozenten aus nächster Nähe. „Die Schüler sind immer überrascht, daß das ganz normale Leute sind“, berichtet Hansen.

60 Schüler, die an der Universität waren und sich noch weiter engagieren wollen, werden einmal jährlich zu einem Schülerkongreß auf Schloß Beuggen bei Rheinfelden eingeladen. „Dort gibt es ein breites Angebot an Schülervorträgen und Fachreferaten von Wissenschaftlern“, sagt Hansen. „Das Schloß bietet ein sehr schönes Ambiente. Das ist wirklich ein Sahnehäubchen, das wir uns da für die engagiertesten Schüler leisten.“

Damit sich das Projekt wie geplant entwickeln konnte, waren neben der finanziellen Unterstützung vor allem zwei Dinge entscheidend: die fachliche Beratung durch die Wissenschaftler und engagierte Biologielehrer. „Hätten wir die beiden Biologen und die Lehrer nicht, würde es nicht laufen. Die leisten die Arbeit. Die investieren ihre Zeit“, betont Hansen. Und der Wissenschaftler Brix ergänzt: „Beide Seiten profitieren von dem Projekt: Die Schulen durch das Know-how der Universität, ohne die eine erfolgversprechende Konzeption der Versuche schwer geworden wäre. Und die Universität dadurch, daß sie bei den Schülern Nachwuchswerbung betreiben kann.“

Obwohl sich die fünf Schulzentren zunächst an die von den Wissenschaftlern ausgearbeiteten Versuche halten, entwickeln sie auch ein Stück eigenes Profil: Das Schullabor am Kant-Gymnasium in Tuttlingen hat sich zum Beispiel auf die Proteinanalyse

Breiten- und Spitzenförderung

Engagierte Lehrer und Wissenschaftler

Win-Win-Situation

spezialisiert. Dort untersuchen die Schüler nicht nur Proteine im Fleisch von gewöhnlichem Schlachtvieh, sondern auch Pflanzenproteine. Das Alexander-von-Humboldt-Gymnasium in Konstanz führt Arbeitsgemeinschaften für Begabte durch und hat eigene Schülermentoren ausgebildet, die wiederum jüngere Schüler unterrichten. Und das Scheffel-Gymnasium in Lahr hat sein Labor zusätzlich beruflichen Schulen geöffnet.

„Wir sind richtig stolz darauf, sagen zu können, daß sich unser Konzept bewährt“, freut sich Hansen. „Wir merken das daran, daß unsere Kundschaft mit den Füßen abstimmt und zu uns kommt. Alle Schullabors haben enormen Zuspruch.“ Wichtig ist die Unterstützung der Schulbehörden. „Es ist uns gelungen, Entlastungsstunden für die Laborleiter zu bekommen, die umfangreiche zusätzliche Arbeit leisten. Und wir haben eine tragfähige Verbindung zum Oberschulamt durch eine Person, Herrn Harder.“ Ernst Harder ist der am Oberschulamt Freiburg für Biologie zuständige Fachreferent. Gleichzeitig ist er Mitglied der Steuergruppe des NaT-Working-Projekts, in der alle schulischen Laborleiter und die beiden Wissenschaftler der Universität vertreten sind. Und wenn Not am Mann ist, leitet Harder sogar selbst einmal ein Praktikum in einem Schullabor.

Wie gut das Projekt ankommt, sieht Hansen noch an etwas anderem: „Wir werden immer wieder zu Tagungen eingeladen, um unser Projekt zu präsentieren. Und wir haben Anfragen aus Karlsruhe und Tübingen. Dort wollen sie unser Konzept übernehmen. Da werden wir natürlich helfen.“ Und für diese Hilfeleistung nimmt der Landschullehrer gerne einmal die 230,1 Kilometer nach Karlsruhe oder die zwei Stunden 29 Minuten bis nach Tübingen in Kauf.

Einbindung
der Schul-
administration

Das Land, wo Geld in Schulen fließt

**NUGI – Netzwerk Universität, Gymnasien, Industrie:
„Molekularbiologie und Biotechnologie ins Gymnasium“,
Ulm**

Das Projekt

Das „Netzwerk Universität, Gymnasien, Industrie“ (NUGI) wurde zur Förderung des Nachwuchses in der Biotechnologie und zur Erneuerung des naturwissenschaftlichen Unterrichts an Gymnasien im Jahr 1996 ins Leben gerufen. Im NUGI kooperieren derzeit 22 Gymnasien aus Baden-Württemberg und Bayern, mehrere Biotechnologieunternehmen und die Universität Ulm. Um die Partnergymnasien mit modernen Gentechniklaboren auszustatten, investiert NUGI mit Unterstützung von Stiftungen, Firmen und der Schulträger jeweils rund 50 000 Euro.

In den Schullabors betreuen die Biologielehrer die Versuche aus der Mikrobiologie und Biotechnologie, die in Anlehnung an aktuelle industrielle Verfahren entwickelt wurden. Sie erhalten das hierfür nötige Rüstzeug in Fortbildungen. Bei Fragen und Problemen helfen Wissenschaftler der Universität Ulm. Schüler sollen durch die Aktivitäten ein kritisches Interesse an mikro- und molekularbiologischen Fragestellungen entwickeln. Daher werden die Praktika durch Referate, zum Beispiel über Vorteile und Risiken gentechnisch veränderter Nahrungsmittel, ergänzt. Jährlich sind rund 400 Schüler und etwa 50 Lehrer an NUGI beteiligt.

„Glucose-6-Phosphat und NADP⁺ werden durch Glucose-6-Phosphat-Dehydrogenase zu 6-Phosphogluconolacton und NADPH + H⁺ abgebaut.“ Alles klar? Falls nicht, könnten die

Schülerinnen Anna und Cora vom Nikolaus-Kopernikus-Gymnasium in Weißenhorn bei Ulm sicher weiterhelfen. Denn das sind ihre eigenen Worte aus dem Bericht über ihr 14tägiges Praktikum in einem Forschungslabor an der Universität Ulm. Bei diesem Praktikum lernten die beiden mikrobiologische Arbeitstechniken kennen, darunter Wachstumsmessungen am Bakterium *Escherichia coli*, bei denen die erwähnte Glucosereaktion von Bedeutung ist. Weiter führten die Schülerinnen zum Beispiel eine Polymerasekettenreaktion durch, die in der Kriminaltechnik eine wichtige Rolle spielt: War er's oder war er's nicht? O. J. Simpson und Mick Jagger sind prominente Beispiele für den Einsatz dieser molekularbiologischen Methode bei juristischen Auseinandersetzungen.

Ein Praktikum, wie es Anna und Cora erlebten, ist einer der Höhepunkte im Programm des „Netzwerks Universität, Gymnasien, Industrie“ (NUGI). Selbst wissenschaftlich zu arbeiten, war für Anna und Cora eine „hochinteressante Erfahrung“, die sogar Nachwirkungen hat: „Wir fühlten uns in unserem früheren Beschluß bestätigt, unsere Berufswege in ähnliche Bahnen zu lenken.“



Steriles Arbeiten und Pipettieren erfordern Übung.

Bis solche und andere positive Erfahrungen möglich wurden, mußte der Initiator der Vorhabens, Dr. Erhard Stupperich von der Abteilung für Mikrobiologie und Biotechnologie der Universität Ulm, jedoch zunächst einige Täler durchschreiten. Denn die Geschichte vom NUGI beginnt mit einer Ernüchterung. 1996 hat Stupperich auf einer Lehrerfortbildung eine Reihe von Experimenten vorgeführt, die er als „sehr einfach“ klassifiziert. Doch die Reaktion der Lehrer ließ Stupperich aus allen Wolken fallen: „Das ist alles gut und schön, aber das können wir an der Schule nicht durchführen“, schildert der Forscher die Reaktion der Lehrer. „Daraufhin habe ich mir das Gymnasium in Wiblingen und andere Schulen angeschaut“, so Stupperich weiter. „Ich war baß erschrocken.“ An Ausrüstung fand er in den Biologieräumen in erster Linie ausgestopfte Eulen und dergleichen vor. Das läßt zwar das Herz eines Ornithologen höher schlagen, aber was die Biotechnologie betrifft, waren die Möglichkeiten der Schulen meilenweit von dem entfernt, was heute an Hochschulen und in der Industrie gang und gäbe ist.

„Zudem habe ich mir die Abituraufgaben in Biologie angesehen“, sagt Stupperich. „Das war, gelinde ausgedrückt, eine sehr klassische Biologie, die im Jahr 1850 folgende anzusiedeln ist, die aber mit der heutigen Forschung überhaupt nichts zu tun hat.“ Da ging es um Mendel, oder die Frage, was denn nun der Erbinformationsträger ist, das Protein oder das Gen. „Das hat mich so geärgert, daß ich beschlossen habe, es den Schülern selbst zu zeigen: Es ist die Nukleinsäure. Man kann die Schüler damit arbeiten lassen, dann können sie sich davon selbst überzeugen!“ Gemeinsam mit dem damaligen Rektor des Gymnasiums Ulm-Wiblingen wurde anschließend überlegt, wie aktuelle Themen aus der Biologie in die Schule gebracht werden könnten.

Lehrer und Wissenschaftler planen die Projekte gemeinsam

Nach einer Überschlagsrechnung war schnell klar, daß Investitionen von mindestens 50 000 Euro nötig sind, um eine Schule passend auszustatten. „Jetzt spinnt er“, war laut Stupperich die übliche Reaktion der Lehrer. Denn an Gymnasien liegen die

Etats für Biologie bei etwa 1500 Euro pro Jahr. „Da war einiges an Überzeugungsarbeit zu leisten, um zu zeigen, daß so hohe Investitionen möglich sind.“ Stupperich putzte im folgenden die Klinken von Biotechnologieunternehmen – mit Erfolg. Und so konnte am Beispiel Wiblingen gezeigt werden, daß es möglich ist, große Summen für eine zukunftsorientierte Biologie an Gymnasien zu bekommen.

„Ich habe zu dieser Investition eine wirtschaftliche Rechnung“, legt Stupperich dar. „Ein Biologiestudium kostet rund 90 000 Euro. Wenn man einem potentiellen Biologiestudenten im Vorfeld klar machen kann, daß das, was er sich vorgenommen hat, nichts für ihn ist, dann haben wir volkswirtschaftlich gesehen 90 000 Euro gespart. Wenn ich einen anderen, begabten Schüler dagegen fördere, dann ist diese Summe bestens investiert. Und wenn Sie das in Vergleich zur Investition von rund 50 000 Euro setzen, dann rechnet sich eine solche Investition in die NUGI-Schulausstattung sofort.“

Aber es gab noch weitere Gründe, Biotechnologieunternehmen ins Projekt einzubinden. „Die meisten Absolventen der Universität bleiben nicht an der Hochschule“, sagt Stupperich. „Ein wichtiger potentieller Arbeitgeber ist die Industrie.“ Daher die Überlegung, die Schüler rechtzeitig mit möglichen Arbeitgebern in Kontakt zu bringen, damit sie sehen, was dort auf sie zukommt.

Fachleute aus der Industrie werden auch zu Vorträgen eingeladen. „Wir organisieren im Jahr durchschnittlich vier Vortragsreihen, die mit jeweils zwei Vorträgen einen Nachmittag in Anspruch nehmen“, sagt Stupperich. „In den Vorträgen versuchen wir, die ganze Breite der modernen Biologie abzudecken.“ Daneben werden Referenten von Hochschulen oder Max-Planck-Instituten eingeladen. Seit einiger Zeit finden im Anschluß an die Vorträge in kleinerem Kreis Gesprächsrunden mit den Referenten statt. Dort lernen die Schüler und Lehrer die Forscher von ihrer persönlichen Seite kennen. Und für besonders inter-



Einweisung in einen mikrobiologischen Versuch am Nikolaus-Kopernikus-Gymnasium Weißenhorn.

essierte Schüler werden Exkursionen zu diversen Biotechnologieunternehmen organisiert. Verantwortungsbewußte Schüler dürfen auch selbständig auf die NUGI-Ressourcen zugreifen. Bewährt hat sich das insbesondere bei zwei Schülern des Nikolaus-Kopernikus-Gymnasiums in Weißenhorn, die bei „Jugend forscht“ teilgenommen haben. „Im Jahr 2002 haben die beiden mit ihrem Projekt den 3. Platz in diesem Wettbewerb auf Bundesebene belegt“, freut sich Stupperich über den Erfolg.

Breiten- und Spitzenförderung

Den Lehrern steht es offen, mit welcher Altersgruppe sie arbeiten wollen. Manche fangen mit ganz einfachen Übungen bereits in der 8. Klasse an. Dinge wie Klonieren sind dagegen sehr anspruchsvoll und werden erst in der Oberstufe durchgeführt. „Die Schüler sollen sehen, woran heute wissenschaftlich gearbeitet wird“, sagt Stupperich. „Wir bringen ihnen aber auch bei, daß die Biotechnologie massive wirtschaftliche Interessen verfolgt. Es geht nicht nur um die reine Wissenschaft.“ Die wissenschaftlichen Prinzipien werden zwar herausgearbeitet, dargestellt und anhand von Beispielen belegt, aber die Schüler lernen auch, wie man mit Biotechnologie Geld verdienen kann.

„Kürzlich haben wir mit Schülern das Gen für ein fluoreszierendes Protein aus einer Qualle in *Escherichia coli* eingesetzt. Die grün fluoreszierenden Bakterien zeigen dann, daß das Gen aus der Qualle im Bakterium tatsächlich aktiv ist“, sagt Karin Ilg, Biologielehrerin am Pestalozzi-Gymnasium in Biberach. „Die Schüler sind geradezu überrascht, wie einfach dieses Verfahren ist, machbar in ein paar Stunden in einem Schullabor“, sagt Ilg. Die Schüler verstünden damit sehr gut die Bedeutung des Gentechnik-Gesetzes mit Sicherheitsauflagen und auch, daß solche Experimente angemeldet, geprüft und kontrolliert werden müs-



Ulmer Schüler lernen die Mikrobiologie an der Universität kennen.

sen. In einem Forschungslabor der Firma Boehringer konnten die Schüler anschließend sehen, daß die erlernten Techniken in der Industrie tatsächlich angewendet werden. „Wir können den Schülern mit gutem Gewissen sagen: Ihr experimentiert mit Dingen, die heute aktuell sind.“ Und das ist sicher eine willkommene Ergänzung zu den ausgestopften Eulen.

Chemie à la Harry Potter

Das NaT-Lab für Schülerinnen und Schüler an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Das Projekt

1997 und 1998 entstanden zwei Initiativen an der Universität Mainz: Schnupperkurse für Schüler im Fachbereich Chemie und das Ada-Lovelace-Projekt, das speziell Frauen für die Naturwissenschaft begeistern möchte. Ziel beider Initiativen ist es, Kinder und Jugendliche frühzeitig und nachhaltig für Naturwissenschaften zu interessieren, an die Universität zu binden und als Studierende für naturwissenschaftliche Fächer zu gewinnen. Im Jahr 2000 wurde mit Unterstützung des rheinland-pfälzischen Wissenschaftsministeriums und Mitteln der Robert Bosch Stiftung das NaT-Lab eingerichtet, ein Chemielabor an der Universität Mainz, das Schülern im Alter von acht bis 19 Jahren offensteht.

Schulklassen können das NaT-Lab für Versuchsprogramme buchen. Kinder und Jugendliche können hier Experimente aus der Chemie, der Pharmazie oder der Physik durchführen. Eine Trennung der Geschlechter in den Klassenstufen 5 bis 7 erwies sich als sehr vorteilhaft. Heute nutzen mehr als 100 Schulen regelmäßig das NaT-Lab. Im Durchschnitt kommen drei Klassen pro Woche, was sich zu über 3000 Schülern sowie mehr als 100 Lehrern im Jahr addiert. 50 Studenten, Diplomanden und Doktoranden wirken als Mentoren mit und erhalten hierfür eine Schulung.

Mit Chemie hat dieses Treiben garantiert nichts zu tun. Hier ist pure Magie am Werk. Junge Zauberlehrlinge in phantasievollen Kostümen mixen Pulver mit Säure, hantieren mit magischen

Professor Albus
Dumbledore alias
Professor Dr. Wolfgang
Tremel, Chemiker
an der Universität
Mainz, eröffnet die
„Einführung in die
Zauberei und Hexe-
rei“ für Kinder von
8 bis 12.



Flüssigkeiten, schütteln und rühren bis es raucht und brodelt. Kein Geringerer als der Zaubermeister Professor Albus Dumbledore alias Professor Dr. Wolfgang Tremel, Leiter des Instituts für Anorganische und Analytische Chemie der Universität Mainz, hat zu dieser „Einführung in die Zauberei und Hexerei“ an die „Scola Alta Urbi Moguntiae“ geladen. Rund 70 Zauberschüler im Alter von acht bis zwölf Jahren folgen jedes Jahr dem Ruf, um auf den Spuren von Harry Potter den Zauber der Chemie kennenzulernen und um Hexenkuchen aus Muggel-Zunge, Nasenwurm-Fleisch oder grüne Spaghetti mit schwarzer Soße zu verspeisen. „Wir wollen die Kinder wieder für die Naturwissenschaft begeistern“, sagt die für das Ereignis als Harry Potter verkleidete Professorin Claudia Felser, Initiatorin des Projekts und wie Tremel Chemikerin. „Kinder sind normalerweise sehr neugierig. Wir wollen versuchen, ihnen das Wunder und das Abenteuer von Naturwissenschaften zu zeigen.“

Zauberei und Hexerei sind wirklich rätselhaft. Das mußte nicht nur Harry Potter auf der Zauberschule in Hogwarts lernen. Das

Altersgerechte
Angebote

merken auch die Kinder an der Scola Alta, wenn sie mit den original Harry-Potter-Zaubersprüchen die Magie zur Realität werden lassen. Mit dem Spruch „Stupor“ beschwören die Schüler beim „Versteinerungszauber“ eine Flüssigkeit und staunen über schlagartig erstarrte Marshmallow-Mäuse. Diese wären dank flüssigem Stickstoff natürlich auch ohne Zauberspruch erstarrt. Fasziniert beobachten die Kinder, wie festes Kohlendioxid in Phenolphthalein Nebel erzeugt. Und weil es so schön war, das Ganze noch mal: „Prior incantato“. Dieser Harry-Potter-Zauberspruch wiederholt den letzten Zauber. Nochmals hüllt sich ein Glaszylinder in Nebel. Schnell ist allen klar: Mit Harry Potter als Vorbild macht sogar Chemieunterricht Spaß.

Wissenschaft zum Erleben gibt es nicht nur für junge Zauberlehrlinge, sondern auch für Jugendliche der Mittel- und Oberstufe. Zum Beispiel, wenn im Schüler-Gentechniklabor mit modernsten Methoden ein genetischer Fingerabdruck angefertigt wird und die Schüler damit dem Täter eines fingierten Falls auf die Spur kommen. Ein Erlebnis sind auch Experimentalvorträge der Reihe „Physik am Samstagmorgen“: Jährlich besuchen rund

Früh beginnen
und bis zur
Oberstufe
kontinuierlich
fördern



Begeisterte Kinder
beim „Projekt Wasser“
an der Grundschule
Nieder-Olm.

200 Oberstufenschüler freiwillig an fünf Samstagen hintereinander diese Vortragsreihe. Und im Programm „MMM statt WWW – Mathematik am Mittwochmittag“ lassen sich Jugendliche ab der 11. Klasse in die Zauberwelt der Mathematik einführen.

Vorbildliches Konzept

So begleitet die Universität Mainz Kinder und Jugendliche ab der 2. Schulklasse durchgehend bis zum Abitur. „Besonders die Kleinen lassen sich noch relativ einfach für die Naturwissenschaften begeistern“, sagt Claudia Felser. „Wenn wir die Wurzeln



„Zauberschüler“ im Universitätslabor. Zu den Erfolgsfaktoren eines gelungenen Forscherwochenendes gehören auch die Laborkittel.

früh legen, gehen sie auch während der Pubertät nicht verloren. Wir hatten Grundschüler, die mittlerweile in die 8. Klasse gehen und immer noch dem Schülerlabor treu sind. Man kann wirklich sagen: Wir haben unseren Fanclub.“

Betreuungsverhältnis

Zusammen mit den Lehrern betreuen vier bis sechs wissenschaftliche Mitarbeiter jede Klasse beim Experimentieren im Labor. Um die Schüler zu begeistern, ist auch das Umfeld wichtig. Hierzu gehören das Labor genauso wie die Laborkittel und das gemeinsame Essen in der Mensa mit den Studenten.

Doch Wissenschaft zum „Anfassen und Erleben“, wie beim Harry-Potter-Event, ist nur ein Aspekt des NaT-Labs an der Universität Mainz. „Wir wollen keine isolierten Fun-Erlebnisse bieten, sondern etwas Regelmäßiges“, sagt Felser. „Wenn Kontinuität gegeben ist, dann bleiben auch die Erinnerungen wach.“ So gibt es neben den Highlights wie dem Harry-Potter-Event noch die Angebote „Wissenschaft zum Vertiefen“ und „Wissenschaft zum Studieren“.

Im Mittelpunkt der Programmreihe „Wissenschaft zum Vertiefen“ steht das „Entdeckende Lernen“. Schüler setzen sich mit anspruchsvollen Problemen aus der Wissenschaft auseinander und versuchen, sie unter fachkundiger Anleitung selbst zu lösen. Zur Reihe gehören die Ferienakademien, die sich um Themen wie „Farben – synthetisch oder natürlich“ und „Nanotechnik“ drehen. „Wissenschaft zum Studieren“ ist ein Orientierungsprogramm für Schüler der Oberstufe, die Interesse an einem naturwissenschaftlichen Studium haben.

„Insgesamt hat sich diese Initiative auf jeden Fall gelohnt“, sagt Felser. „In Chemie haben wir hier in Mainz einen enormen Zuwachs an Studentenzahlen. Unsere Kapazitäten sind schon wieder mehr als ausgelastet.“ Offenbar zahlt sich die Kontinuität aus. Oder haben die Chemiker geschummelt und den Harry-Potter-Zauberspruch „Engorgio“, der alles größer macht, auf die Studentenzahl angewandt? Pure Magie also? Dann bleibt nur eines anzufügen: *Prior incantato*.

Das Weltall in uns und um uns herum

Kooperation von Schulen und Forschungseinrichtungen in MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik), Jülich

Das Projekt

Dem Gymnasium Haus Overbach in Jülich-Barmen und Schulen der Region Düren – Mönchengladbach – Aachen bietet sich ein reichhaltiger Pool erstklassiger Forschungseinrichtungen in unmittelbarer Nähe: das Forschungszentrum Jülich, die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH), die Fachhochschule Aachen sowie Forschungslaboratorien der ortsansässigen Industrie. Auf diesen Pool greift Heinz Lingen, Direktor des Gymnasiums Haus Overbach und Initiator des Projekts, gerne zurück. Die Schule nutzt das Know-how der Wissenschaftler für eine Reihe von Aktivitäten. Hierzu gehören Ferienakademien zur Hirnforschung genauso wie die „New Lunar Society“ oder das Projekt „Open Lab“. Bei der New Lunar Society stellen Wissenschaftler ihre Forschungsgebiete vor und diskutieren mit den Schülern über aktuelle Entwicklungen. „Open Lab“ ermöglicht Schülern eigenständiges Experimentieren und das Kennenlernen echter Forschungslabore. Als wesentliches Ziel hat Schulleiter Lingen vor Augen, den Dialog zwischen Schülern, Wissenschaftlern und Lehrern zum festen Bestandteil des Schulprogramms zu machen. Die Schulkultur und das Schulleben möchte er in diesem Sinne nachhaltig prägen.

Ein Montagabend in Birmingham. In Matthew Boultons Villa sind rund ein Dutzend erlesener Wissenschaftler, Entwickler und Philosophen versammelt, darunter Erasmus Darwin, Arzt und Botaniker, Großvater von Charles Darwin, Joseph Priestley, der

als Mitentdecker des Sauerstoffs gilt, und James Watt, Erfinder der Dampfmaschine, die er gemeinsam mit Matthew Boulton realisiert hat. Von etwa 1765 bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts hat sich diese bemerkenswerte Runde einmal im Monat in und um Birmingham versammelt, immer an dem Montag, der dem Vollmond am nächsten lag. Der Mond sollte den Teilnehmern der „Lunar Society“ spät abends den Weg nach Hause leuchten. Die hochrangige Gesellschaft tauschte wissenschaftliche Entdeckungen aus, diskutierte darüber, wie diese Entdeckungen zu neuen Industrieprodukten führen könnten, und debattierte über die soziale Bedeutung der industriellen Revolution und des revolutionären politischen Klimas der Zeit. Es heißt, die Lunar Society wurde als Treffpunkt von Wissenschaftlern, Erfindern



Die New Lunar Society trifft sich in der alten Klosterbibliothek des Gymnasiums Haus Overbach.

und Philosophen an Bedeutung nur noch von der Royal Society übertroffen.

Ein Freitagabend im Gymnasium Haus Overbach. In der alten Klosterbibliothek haben sich gegen 19 Uhr rund 50 Schüler, einige Lehrer und Professor Dr. Hans-Joachim Blome vom Fachbereich Luft- und Raumfahrttechnik der Fachhochschule Aachen versammelt. Es ist der erste Freitag nach dem Vollmond. Hier, in der „New Lunar Society“, werden ähnlich bedeutende Fragen diskutiert wie damals in Birmingham: Wie entsteht im Gehirn etwas wie das Ich? Kann man das Bewußtsein erweitern? Was ist wirklich wahr? Wohin entwickelt sich unser Universum? Noch immer drängen Besucher in den Raum. Ein Tisch wird hinausgetragen, um Platz zu schaffen für weitere Stühle.

Engagierte Lehrer

Ein dicht bekrizteltes Konzeptblatt in der Hand, begrüßt Witold Franke die Runde. Franke, Chemie- und Sportlehrer am Gymnasium Haus Overbach, ist ein wirbelnder Mensch, der nicht nur die Fäden der New Lunar Society in den Händen hält, sondern das Open Lab, das Lab für Kids, die Ferienakademien und vieles mehr organisiert. Dreißig weitere Themen für die New Lunar Society hat er bereits im Kopf. Themen, die er aus der nächtlichen Lektüre unzähliger Bücher destilliert. „Die letzten Wochen habe ich meist nur ein bis zwei Stunden pro Nacht geschlafen“, sagt Franke.

Themenwahl

Heute abend lautet das Thema „Interstellare Raumfahrt“. Nach einer Einführung von Lehrer Franke über die Geschichte der Raumfahrt stellt Professor Blome die wesentlichen Fragen, auf die er mit seinem Vortrag Antwort geben möchte: Gibt es intelligentes Leben nur einmal im Kosmos, oder ist Leben eine kosmische Zwangsläufigkeit? Können wir andere Sonnensysteme mit heutiger oder künftiger Raketentechnik erreichen? Wo liegt die Grenze zwischen Wissenschaft und Fiktion?

„Wir möchten wissen, was jenseits der Grenzen unseres Wissens ist. Dieses Verlangen kennzeichnet uns Menschen“ zitiert Blome eingangs Carl-Friedrich von Weizsäcker und macht damit den jungen Menschen Mut, ihrem eigenen Wissensdrang nachzukommen. Dann legt er Folien mit Berechnungen auf den Projektor: Mit heutiger Raketentechnik dauert die Reise zum Mond rund drei Tage, zur Sonne bräuchte man 160 Tage, zu Sirius, einem nahegelegenen Stern, etwa 100 000 Jahre. Sprich: Die Reisezeit zu den nächsten Sternen ist größer als die Lebensspanne der Astronauten. Gibt es Auswege? Während er redet, ist Blome förmlich von Schülern umringt, kann nur wenige Schritte hin- und herlaufen, so dicht ist der Raum belegt, und so dicht ist die Atmosphäre.

Immerhin, erläutert Blome, habe die interstellare Raumfahrt schon begonnen: Die Raumsonden Pioneer 10 und 12 sowie Voyager 1 und 2 haben das innere Sonnensystem bereits verlassen, haben selbst Pluto schon weit hinter sich gelassen. „Wie eine galaktische Flaschenpost tragen sie Informationen über die Menschheit hinaus in den Weltraum“, sagt Blome. Auf die Frage, ob wir die nächstgelegenen, zwischen fünf und zehn Lichtjahren entfernten Sterne wohl jemals erreichen werden, ob eine interstellare Raumfahrt also möglich ist, meint er: „Ja, zu den nächstgelegenen Sternen wird man kommen, zumindest unbemannt.“ Doch nur langfristig denkende Zivilisationen werden miteinander in Kontakt treten können, meint er. Schließlich sei damit zu rechnen, daß selbst Licht mehrere hundert Jahre von unserer bis zu einer anderen hypothetischen Zivilisation unterwegs ist, Botschaften mithin nur im Takt von Jahrhunderten ausgetauscht werden können.

Viele Fragen kann der Professor in seinem Vortrag nur anstoßen, etwa wenn er über Hochgeschwindigkeitsraketen spricht, die sich vielleicht einmal dank Antimaterie-Antrieb, Sonnensegel oder Warp-Drive realisieren lassen – oder auch nicht. Er spricht vom Tunneln durch Wurmlöcher und von Treibstoff aus der Vakuum-

energie. Und am Ende öffnet er das Thema für die anschließende Gesprächsrunde, indem er den Dichter Novalis zitiert: „Wir träumen von Reisen durch das Weltall. Ist denn das Weltall nicht in uns?“.

Nachdem die wichtigsten Fragen der Schüler in kleinerem Kreis und bei Kerzenschein geklärt sind – es ist schon bald 23 Uhr –, darf sich Blome wie vor ihm schon unter anderen die Professoren Dr. Thomas Hebbeker, Kosmologe von der RWTH Aachen, und Professor Dr. Joachim Treusch, Vorstandsvorsitzender des Forschungszentrums Jülich, in ein ehrenwertes Büchlein eintragen: Die New Lunar Society ist um ein erlesenes Mitglied reicher.

Interview mit Schulleiter Heinz Lingen

Robert Bosch Stiftung: *Sie haben mit ihrem Vorhaben den NaT-Working-Preis 2003 gewonnen. Was zeichnet das Overbacher Projekt Ihrer Ansicht nach besonders aus?*

Heinz Lingen: Ich glaube, daß wir sehr innovative Projekte gestartet haben. Innovativ, weil wir Projektthemen haben, die wirklich neue wissenschaftliche Linien aufgreifen. Das gilt zum Beispiel für die Themen Hirnforschung und Computeralgebra. Ich halte aber auch bestimmte Methoden und Veranstaltungen, bei denen Schüler, Lehrer und Wissenschaftler sich begegnen, für sehr innovativ, zum Beispiel die New Lunar Society. Die New



Heinz Lingen,
Leiter des Gymnasiums Haus Overbach
in Jülich.

Lunar Society ist abgeleitet aus jener klassischen Lunar Society, die im 18. Jahrhundert in England gegründet wurde und in der Unternehmer, Wissenschaftler und Bürger sich einmal im Monat bei Vollmond trafen. Wir haben das übernommen. Schüler können für diese Abende Themen vorschlagen und wir überlegen, welche Wissenschaftler wir als Referenten einladen können.

Welche Überlegungen führten zum heutigen Konzept?

Wir versuchten, mehrere Fliegen mit einer Klappe zu schlagen. Das heißt, wir wollten Schüler, Wissenschaftler und Lehrer auf verschiedenen Ebenen zusammenbringen. Einmal wollten wir die naturwissenschaftliche Kompetenz aller Schüler erhöhen. Zugleich wollten wir für besonders Interessierte Anreize bieten, sich mit Naturwissenschaften zu beschäftigen und dabei auch Wissenschaftler kennenzulernen. Und als dritte Stufe wollten wir eine Art Excellence-Programm für Hochbegabte anbieten, das sich nicht nur an Schüler unserer Schule richtet, sondern allen Jugendlichen unseres Einzugsbereichs offensteht.

Breiten- und
Spitzenförde-
rung

Wie haben Sie Ihr Konzept konkret umgesetzt?

Auf der Ebene, auf der wir alle Schüler unserer Schule erreichen wollen, haben wir Projekte initiiert, die in den Unterricht integriert sind. Mit Unterstützung des Forschungszentrums Jülich, der Universität und der Firma Grünenthal GmbH in Aachen konnten wir eine fachübergreifende Unterrichtsreihe zum Thema Hirnforschung entwickeln. Am Beginn des Projektes stand eine Lehrerfortbildung zu diesem Thema. Danach kamen unsere Lehrer der Fächer Biologie, Physik, Chemie und Erziehungswissenschaft zusammen, um eine fachübergreifende Unterrichtsreihe zu entwickeln. Sie ist heute fest im Kursunterricht der Jahrgangsstufe 12 implementiert. Das ist ein Beispiel dafür, wie wir versuchen, alle Schüler auf einem erhöhten Niveau mit naturwissenschaftlichen Themen zu beschäftigen. Am Ende der Unterrichtsreihe steht – sozusagen als Highlight – ein Wissenschaftstag im Forschungszentrum Jülich. Dort besuchen wir die Forschungslaboratorien und die Klinik, und die Forscher stellen ihre Arbeit vor. Bei diesem Projekt kooperieren wir mit anderen Schulen, so daß bisher 400 Schüler und 15 Lehrer aus fünf Schulen daran teilgenommen haben.

Geklärte Beziehung
zwischen
den Lernorten
Schule und
Forschungslabor

Etwas Vergleichbares machen wir in der Mathematik. Dort haben wir für alle Schüler der gymnasialen Oberstufe MAPLE eingeführt, ein Computeralgebra-System. Die Unterrichtsreihe entwick-

keln wir gemeinsam mit dem Forschungszentrum Jülich und mit der Aachener Firma Scientific Computers. Und das ist so innovativ und weiterführend, daß das nordrhein-westfälische Schulministerium jetzt versuchen möchte, diese Methoden und Inhalte auf andere Schulen zu übertragen. Mittlerweile ist es zu einem Netzwerk der MAPLE-Schulen gekommen.

Ein typisches Angebot der zweiten Stufe, mit dem wir uns an interessierte Schüler wenden, ist das „Open Lab“. Hierbei stehen den Schülern an zwei bis drei Nachmittagen pro Woche die Türen zu den schuleigenen Chemie- und Physiklabors zum eigenen Experimentieren offen. Manche Schülerarbeiten werden von Wissenschaftlern betreut. Dann veranstaltet unsere Schule öffentliche Wissenschaftstage, an denen einige hundert Personen teilnehmen, davon rund 150 Schüler, etwa 100 Bürger der Region und rund 40 Wissenschaftler.

Auf der dritten Stufe, wo es um die hochbegabten Schüler geht, bieten wir Ferienakademien und Workshops an zu Themen wie Spracherkennung, Umweltanalytik, Medizintechnik und Hirnforschung. An der Ferienakademie können Jugendliche aus ganz Deutschland teilnehmen.

Ihr Angebot wendet sich also nicht nur an das Gymnasium Haus Overbach?

Nein, es ist mir ganz wichtig, daß wir uns als dienstleistende Schule sehen. Bei der Ferienakademie können wir nur einen Teil der Plätze mit unseren Schülern belegen. Unsere Wissenschaftsabende, wie die New Lunar Society, sind grundsätzlich offen für Schüler der Region. Zudem bieten wir unsere Inhalte anderen Schulen an. Dazu haben wir unsere Materialien auf CD gebracht, zum Beispiel zur Hirnforschung. Zudem bietet das Forschungszentrum Jülich die Wissenschaftstage zur Hirnforschung auch anderen Schulen an mit der Methodik und den Unterrichtsmaterialien, wie wir sie entwickelt haben. Dank der CD steht diesen Schulen umfangreiches Unterrichtsmaterial zur Verfügung.

Wie gelingt es Ihnen, die Schülerinnen und Schüler für die Teilnahme an den verschiedenen Projekten zu gewinnen?

Wir versuchen, eine Schulkultur aufzubauen, in der Leistung von den Jugendlichen positiv besetzt wird, in der sich Jugendliche im Alter von 13 bis 16 Jahren für Forschung interessieren. Das kann man nicht abstrakt tun, es postulieren, sondern man muß erlebbar machen, daß Leistung ein positiver Wert ist. Dazu dienen die Kontakte zu den Wissenschaftlern auf der einen Seite und auf der anderen Seite die Möglichkeit, etwas selbständig zu erforschen. Wir setzen darauf, daß die Begegnung mit dem Wissenschaftler tragfähig ist und daraus ein weiteres Interesse erwächst.

Was sind Ihrer Erfahrung nach die entscheidenden Faktoren, um die Begeisterung der Jugendlichen für Naturwissenschaft und Technik zu wecken?

Das hängt von deren Alter ab. Besonders für die Jüngeren ist es wichtig, selbst etwas zu erforschen. Da haben wir einerseits im normalen Unterricht sehr viele Einheiten, in denen die Schüler selbst experimentieren dürfen. Dann haben wir die Workshops „Chemie für Kids“ am Wochenende, zu denen wir unsere Schüler der 5. und 6. Klasse einladen. Bei älteren Schülern ist es wichtig, daß sie Leistungsträger treffen, die sowohl fachkompetent als auch authentische Persönlichkeiten sind und die anschaulich darüber berichten können, wie sie zur Forschung gekommen sind oder wie sich ihr Alltag abspielt. Es ist sehr viel Arbeit auf dieser Ebene der Begegnung notwendig. Wenn wir eine leistungsorientierte Schule wollen, müssen die Schüler Begegnungen mit Leistungsträgern haben.

Akzeptanz bei Schülern

Altersgerechte Angebote

Eine Exkursion zum Ursprung des Schwarzwalds

Geowissenschaften in Südwestdeutschland, Tübingen

Das Projekt

Schüler für das Studium der Geowissenschaften zu gewinnen und das breite Verständnis für die Zusammenhänge im System Erde zu fördern, haben sich die Initiatoren dieses Projekts vorgenommen. Die Wissenschaftler und Lehrer lernten sich auf einem NaT-Working Starthilfe-Workshop im November 2000 kennen. Sie entwickelten acht Teilprojekte, die auf die Geologie und Geographie Südwestdeutschlands zugeschnitten sind und interessante Fragestellungen für die jeweiligen Schulstandorte ermöglichen. Sechs der acht Teilprojekte sind für Schüler konzipiert. Sie machen zum Beispiel überwucherte Steinbrüche, Felsen oder Erdrutsche wieder zugänglich, um daran erdgeschichtliche Fragen studieren zu können, für die sie ihre Gesteinsproben mit modernen Instrumenten an der Universität analysieren. Unter dem Motto „Erkundung von Böden und Vegetation – Erkundung didaktisch geeigneter Stellen“ suchen Referendare in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern für Schulexkursionen geeignete Biotope und dokumentieren diese. Schließlich wird interessierten Lehrern dreimal jährlich eine Fortbildung über aktuelle wissenschaftliche Entwicklungen geboten. Vor allem die praktische Erfahrung im Gelände, der Zugang zu Forschungslabors und der persönliche Kontakt zu Wissenschaftlern an der Universität sind wichtige Elemente aller Teilprojekte. Derzeit sind neun Schulen, etwa 15 Lehrer und jährlich bis zu 300 Schüler am Projekt beteiligt.

Klick – klick – klick, knattert der Geigerzähler in unregelmäßiger Folge. Gregor Markl, Professor für magmatische und meta-

morphe Petrologie an der Universität Tübingen, hält den Zähler an einen Granitblock am Boden. „Was ihr jetzt hört, das ist der radioaktive Strahlungshintergrund“, erklärt er. „Diese Strahlungsintensität ist typisch für den Bärhaldegranit der Region um Menzenschwand.“ Rund 30 Schüler, zehn Lehrer und drei Wissenschaftler der Universität Tübingen sind mit Professor Markl für ein Wochenende im Südschwarzwald unterwegs. „Wir sind hier hochgelaufen“, erklärt er den nach rund 16 Kilometern bergiger Wanderung zum Teil erschöpften Zuhörern, „weil sich hier die größte Uranlagerstätte der alten Bundesländer befindet.“ Noch bis 1992, berichtet Markl, sei das durch Erosion freigelegte Uran hier abgebaut, auf offene Laster verladen, durch den Kurort Menzenschwand weiter nach Schluchsee gekarrt und dort auf Güterwaggons verladen worden.

Mit schnellen, weit ausholenden Schritten marschiert der schlaksige, 1,97 Meter große Mann weiter zum heute renaturierten Schachteingang der Grube Krunkelbach und hält dort den Geigerzähler an eine millimeterfeine, pechschwarze Ader,



Mit langen Schritten voraus: Professor Gregor Markl mit Schülern des Projekts „Geowissenschaften in Südwestdeutschland“ auf einer Wanderung.



Geländeuntersuchungen und Exkursionen sind ein wichtiger Bestandteil geologischer Lehre und Forschung.

die an einem Granitblock zu sehen ist. Das Klicken des Geigerzählers intensiviert sich zu einem nervtötenden Pfeifton. „Das Schwarze, was ihr hier seht, das ist Pechblende. Davon wurden in der Grube meterstarke Adern abgebaut.“ Gebannt lauschen die Schüler und Lehrer den spannenden Ausführungen über die Entstehungsgeschichte der Lagerstätte. Vor 300 Millionen Jahren, erfahren die Zuhörer, seien heiße, wäßrige Lösungen aus der tiefen Erdkruste aufgestiegen und hätten das Uran und andere Erze in Spalten abgesetzt, Spalten, die durch tektonische Aktivität gebildet wurden. „Vermutlich hält der Bildungsprozeß in einigen hundert Metern Tiefe auch heute noch an“, sagt der erst 32jährige Hochschullehrer, der vor vier Jahren als

damals jüngster Professor Deutschlands an die Universität Tübingen berufen wurde und momentan zwei seiner Doktoranden die Bildung der Erzlagerstätten im Schwarzwald erforschen läßt.

Die Urangrube Krunkelbach ist die letzte Station auf der rund 18 Kilometer langen Rundwanderung, um die der Forscher seine Gruppe regelrecht scheucht. Nur auf dem 1415 Meter hohen Herzogenhorn, nach gut 600 Meter Anstieg, gönnt er ihnen eine halbe Stunde Mittagspause.

Am Startpunkt der Wanderung, vor der Jugendherberge Menzenschwand morgens um neun Uhr, erläutert Markl anhand geologischer Karten die Entstehungsgeschichte und Geologie der Region. Der Schwarzwald, sagt er, sei im wesentlichen aus zwei kleinen Schollen zusammengewachsen, ähnlich wie Sri Lanka und Madagaskar. Die Wanderung werde über junge Granite führen, über einen alten, ehemaligen Ozeanboden, wieder über Granite und an 8000 bis 10 000 Jahre alten Gletschermoränen

entlang. Als bei der Wanderung später die Grenze zwischen jungem Granit und ehemaligem Ozeanboden überschritten wird, läßt Markl zwei Steine durch die Hände reichen: Einen Granit, magmatisches Gestein, und einen Schiefer, metamorphes Gestein, das einst am Meeresboden lag und durch hohen Druck während der Kontinentalverschiebung verändert wurde. Den Unterschied zwischen magmatischem und metamorphem Gestein dürften die Schüler so schnell nicht vergessen.

„Mit Schülern aus Rottweil war ich schon ein paarmal im Gelände“, erzählt Markl. „Dabei haben die Schüler Steine gesammelt und mit nach Hause genommen. Von manchen haben wir an der Universität Dünnschliffe gemacht. An der Schule wurden diese dann mit einem Polarisationsmikroskop untersucht, das mit Geldern der Robert Bosch Stiftung angeschafft wurde.“ Mit anderen Proben machten die Schüler zum Beispiel Frost-Tau-Wechselversuche, um zu sehen, wie verschiedene Gesteine verwittern. „So konnten die Schüler mit eigenen Augen sehen, welche Gesteine die guten Baustoffe sind und welches die schlechten.“

Der Jungforscher erklärt in mit Späßen angereicherter Sprache. Vor den Schülern vermeidet er unverständliches Fachchinesisch und baut keine künstliche Distanz zu ihnen auf. „Das hat der Markl gut gemacht, dafür, daß er keine Ahnung hat“, wagt ein Schüler gar zu frotzeln. So gesteht der Wissenschaftler, der an der Universität problemlos als Student durchgehen könnte, bei der Besichtigung von Moränen im Alb tal ein, daß er nicht weiß, wie hier drei Endmoränen hintereinander gestaffelt entstehen konnten. Aber das macht nichts, denn eine Schülerin aus Überlingen springt ein und referiert, wie der Gletscher durch mehrmaligen Rückzug und erneutes Anwachsen die drei Endmoränen geschaffen hat.

Gelungene Ergänzung zum Unterricht

Anhand der Gesteine und ihrer Mineralien läßt sich die Entstehung der Erzlagerstätten rekonstruieren.



Charisma

Markl ist schon früh mit den Steinen in Kontakt gekommen. „Seit ich elf bin, interessiere ich mich für Mineralien. Ich bin an einem Mineraliengeschäft vorbeigelaufen, fand die Dinger schön und habe seither Mineralien gesammelt, weil mich einfach die Farben und Formen faszinieren.“ Er beschloß aber zunächst, das Hobby nicht zum Beruf zu machen, sondern Chemie und Physik auf Lehramt zu studieren. Aus Interesse setzte er sich dann doch einmal in eine Vorlesung über Mineralogie. „Das hat



Steine erzählen
Geschichte.

mich so fasziniert, daß ich mich zu einem Doppelstudium entschlossen habe.“ In nur sechs Semestern schaffte er das Diplom in Mineralogie. Dann ging es in die Wissenschaft. Schon mit 28 Jahren, am Ende seiner Habilitation, hatte er eine lange Publikationsliste vorzuweisen. Die Begeisterung für sein Fach treibe ihn an. „Das schöne an meiner Tätigkeit ist die Verbindung aus Geländearbeit, Naturbeobachtung, Lehre und modernen analytischen Methoden“, sagt er und unterbricht plötzlich seine Ausführungen: „Schaut mal, ist das herrlich hier, da wächst Arnika, dort Wollgras und hier seht ihr eine Orchidee.“

Etwas von seiner Begeisterung möchte er den Schülern mitgeben. Der einfachste Ansatzpunkt dafür seien Exkursionen im Gelände. Das durchbreche die Monotonie des Schulalltags und sei dadurch automatisch positiv besetzt. „Erstens sehen die Schüler: Geowissenschaften sind etwas richtig Praktisches“, sagt Markl. „Die Schüler gehen raus, nehmen ihre eigenen Proben mit und machen etwas damit, sei es im Unterricht oder an der Universität. Zweitens merken die Schüler durch den direkten Kontakt mit Forschern: Wir sind normale Leute. Das ist enorm wichtig. Und drittens, das ist die Hoffnung, daß die Schüler von den Fragestellungen in ihren Bann gezogen werden. Wenn im Endeffekt ein paar Prozent von den Leuten, die wir hier haben, später etwas mit Geowissenschaften macht, dann sehe ich das als Erfolg an.“

Win-Win-
Situation

Ein positiver Trend hat sich schon eingestellt. „In den letzten zwei Jahren sind die Studentenzahlen bei uns um 400 Prozent gestiegen“, sagt Markl, „aber das hängt sicher nicht nur mit dem Projekt zusammen. Das geht parallel mit Zahlen in der Physik und der Chemie. Und es hängt wohl mit dem Jahr der Geowissenschaften 2002 zusammen. Da überlappen sich viele Dinge.“

Beim Verlassen der ehemaligen Grube Krunkelbach läßt Professor Markl die Schüler – klick – klick – klick – an seinem Geigerzähler vorbeispazieren, sicherheitshalber. Nicht, daß einer von ihnen eine Jugendsünde des Forschers wiederholt und ein strahlendes Andenken mit nach Hause nimmt.

In den Fußstapfen von Sokrates

NaT-Working Mathematik NRW, Duisburg

Das Projekt

Die Verantwortlichen von NaT-Working Mathematik NRW wollen neue Lehr- und Lernformen und damit ein neues Bild von Mathematik überhaupt in die Schulen tragen. Zu den Aktivitäten in sechs Teilprojekten gehören beispielsweise Praktika für Schüler in der Industrie, Workshops über neue Lehrformen, Seminare zum Einsatz von Computer und Software im Unterricht und Ferienkurse für Schüler zu aktuellen Forschungsgebieten. Beim sogenannten sokratischen Gruppengespräch formulieren die Schüler selbständig mathematische Sachverhalte und suchen eigenständig Lösungswege. Lehrer und Professoren wirken hierbei nur als Moderatoren mit. An NaT-Working Mathematik sind die Universitäten Wuppertal und Duisburg-Essen mit derzeit 10 Professoren sowie rund 20 Lehrer und 120 Schüler aus dem Bundesland Nordrhein-Westfalen beteiligt.

Gespannt sitzen fünf Siebtkläbler in einem Seminarraum der Universität Wuppertal und warten, welche harte Nuß Dr. Gerd Höwekamp ihnen wohl diese Woche zu knacken gibt. „Diese einfachen Aufgaben der Studenten wisch ich mal weg“, witzelt Höwekamp, Lehrer am Remscheider Ernst-Moritz-Arndt-Gymnasium, und hantiert mit dem nassen Schwamm an der Tafel. Zwei weitere Schüler strecken den Kopf zur Tür herein. „Könnt ihr mal einen Salto über den Tisch machen?“ sagt Höwekamp und fordert sie damit auf, sich hinter die erste Tischreihe zu plazieren. In dieser gelösten Atmosphäre kann auch die Aufgabe nicht wirklich schockieren, die Höwekamp nun stellt: Ein gleichschenkliges Trapez werde durch eine Diagonale in zwei gleichschenklige Dreiecke zerlegt. Bestimme die Innenwinkel dieses Trapezes.

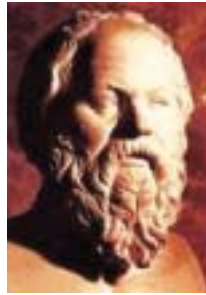
Ein, zwei, dreimal scheinen die Schüler den Aufgabentext zu lesen, reiben sich das Kinn, kritzeln etwas auf ein Blatt Papier. Wäre dies eine Prüfung, müßte nun jeder Schüler versuchen, einsam vor sich hinbrütend die Aufgabe zu lösen, eine Aufgabe, die für die Siebtkläbler wohl zu schwierig ist. Doch statt stillem Brüten kommt reges Leben in den Seminarraum. So schlägt die Schülerin Marta vor, zunächst einmal das Problem durch eine Zeichnung an der Tafel zu erläutern – und tut das auch. Sofort beginnt eine eifrige Diskussion, ob die Zeichnung das Problem korrekt wiedergibt und welche Seiten der Dreiecke nun die gleichschenkligen sind. Und schon ist der Nachwuchs in das „Sokratische Gruppengespräch“ vertieft, um die Aufgabe durch gemeinsames Nachdenken zu lösen. „Uns geht es darum, Mathematik weniger als eine Ansammlung von Tatsachen und Techniken, sondern mehr als aktiven Prozeß erfahrbar zu machen“, sagt Professor Dr. Jürgen Blankenagel, der das Vorhaben gemeinsam mit Höwekamp leitet und parallel in einem anderen Seminarraum ein sokratisches Gespräch von Fünft- und Sechstkläblern führt.

Eigenständiges
Problemlösen
der Schüler



Mathematik im Team:
Bei NaT-Working
Mathematik NRW
kommen neue Lehr-
und Lernmethoden
zum Einsatz.

Im Gespräch halten sich die Schüler mal mehr mal weniger eng an einen Satz von Regeln, die der Philosoph Leonard Nelson und der Pädagoge Gustav Heckmann für das sokratische Gruppengespräch formuliert haben. Darunter sind die folgenden: Sagt nur, was ihr *wirklich* denkt. Alle müssen von einem Gedanken



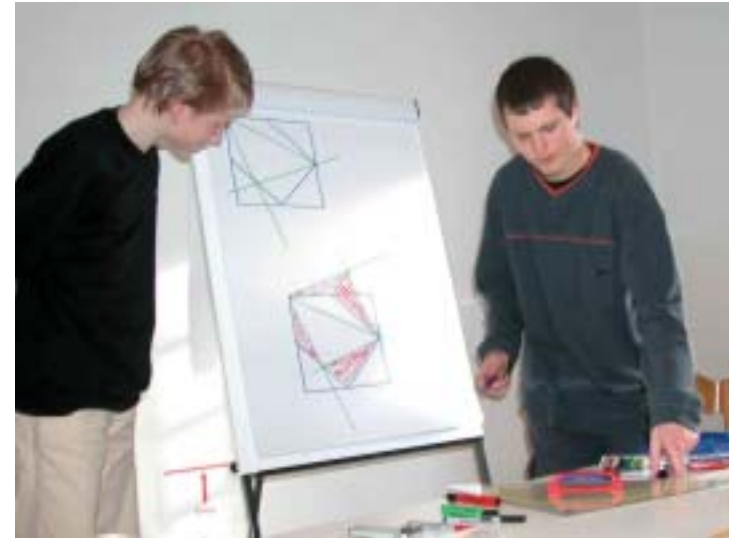
Der griechische Philosoph Sokrates

überzeugt sein, ehe sie ihm zustimmen. *Jeder Gedanke*, dem alle zustimmen können, soll in einem Satz festgehalten werden. Achtet gemeinsam darauf, daß *alle* am Gespräch beteiligt sind.

Nur Höwekamp nimmt nicht aktiv an der Lösungsfindung teil. Als Gruppenleiter schaltet er sich nur ein, damit die Schüler sich wirklich verstehen und damit eine Gesprächsline erhalten bleibt. Während Marta zeichnet, erinnert sie sich an einen mathematischen Satz über gleichschenklige Dreiecke, der bei der Lösung hilfreich sein könnte. Da alle Teilnehmer diesem Satz zustimmen, fordert Höwekamp die Schülerin auf, ihn an der Tafel festzuhalten: „Bei einem gleichschenkligen Dreieck sind die Basiswinkel immer gleich“, schreibt Marta an die Tafel. So hangeln sich die Schüler von einer unumstößlichen Aussage zur nächsten, debattieren über Wechselwinkel und Kongruenz der Dreiecke im Trapez und äußern Zweifel, wenn sie von einer Behauptung nicht überzeugt sind.

Didaktisches Konzept

Die sokratischen Gespräche gehören zu NaT-Working Mathematik NRW, ein Vorhaben, das unter der Gesamtleitung von Professor Dr. Günter Törner vom Institut für Mathematik der Universität Duisburg-Essen steht. „Wir verstehen dieses Projekt als Reaktion auf die Qualitätskrise des Mathematikunterrichts in Deutschland, die spätestens seit den letzten TIMSS-Erhebungen ins Bewußtsein der Öffentlichkeit gerückt ist“, sagt Törner. Seinerzeit hatte er die Vorstellung, die eher „platte Schullandschaft“, in der alle Schulen gleich sind, durch eine „hügelige Landschaft“ abzulösen. Eine Landschaft, in der Schulen Schwer-



Alle Schüler versuchen gemeinsam zu einer Lösung der gestellten Aufgabe zu kommen.

punkte entwickeln, in der vertikale Verbindungen zur Hochschule und Industrie vorhanden sind. „Unser Ansatz, Dinge zu bewegen, ist eine Art Bypaß zwischen Schule und Hochschule. Damit verändern wir das Paradigma, unter dem man sich als Schüler, Lehrer und Hochschullehrer sieht.“ Nimm Lehrer, Schüler, Hochschullehrer aus ihrer klassischen Rolle heraus, so Törners Gedanke, und laß den Lehrer zu einem Forscher werden, den Schüler zu einem kleinen Entwickler und den Hochschullehrer zu einem Fachberater.

Wie das aussieht, erläutert er anhand eines Praktikums, bei dem die Schüler die Güte des biometrischen Handschrifterkennungssystems HESY für die Firma BS Biometric Systems GmbH in Bonn statistisch erfaßt haben. „Das ist ein stochastisches Prüfproblem, für das weder der Lehrer noch der Hochschullehrer ein Verfahren in der Schublade hatte“, sagt Törner. Statt die Schublade zu drücken, waren die Schüler auf einmal so etwas wie Mitarbeiter bei Biometric Systems. Und der Lehrer war den Schülern nicht fünf Schritte voraus, sondern stand vor dem glei-

Bezug zur aktuellen Forschung

chen Problem und war auf den Hochschullehrer als Berater angewiesen. Der Hochschullehrer wiederum sah sich als Industriemathematiker herausgefordert. „Die Schüler haben dadurch Einblick in neue Themeninhalte bekommen“, sagt Törner. „Sie haben erlebt, wie Mathematik entsteht. Mathematik, die im Gegensatz zu den klassischen Schulbuchaufgaben nicht immer aufgeht.“

So erleben die Schüler, was Törner als „Prozeß des Mathematisierens“ bezeichnet. „Mathematik ist nicht rechnen, Mathematik ist nicht Formeln lernen, sondern Mathematik bedeutet Mathematik treiben. Mathematik ist auf der einen Seite für mich Spra-



Bei den NaT-Working-Symposien präsentieren die Teilnehmer ihre Projekte auf Postern (v.l.n.r. Professor Jürgen Blankenagel, Schülerin Katharina und Oberstudienrat Gerd Höwekamp).

che, Mathematik ist auf der anderen Seite auch Werkzeug. Mathematik ist System. Mathematik ist formale Theorie. Mathematik ist auch Programmieren. Ich versuche einfach, diese Tätigkeiten in den Mittelpunkt zu stellen und im klassischen Unterricht gelingt das nur unzureichend.“ So widerlegt Törner das weit verbreitete Vorurteil, Mathematik stehe in einem negativen Verhältnis zur Kreativität. „Viele sagen: ‚In der Mathematik habe ich

keine Chance kreativ zu sein, denn da ist alles fein säuberlich geordnet“, sagt Törner. „Nein! Mathematik hat viel mit Kreativität zu tun. Und von daher muß ich sagen, unser Ansatz ist erfolgreich.“

Nicht so erfolgreich ist im Moment der sokratische Dialog der Schüler. Eine falsche Aussage hat sie in die Irre geführt. „Ich weiß nicht, was an meiner Zeichnung falsch sein soll“, beharrt Marta auf ihrer ursprünglichen Annahme, kann den Rest der Truppe aber im Moment nicht überzeugen. Ratlos schweigen die Schüler für einige Minuten. „Was denkt ihr, wo hängt es?“, beendet Höwekamp die Stille. „Was ist euch wichtig, von dem was ihr jetzt gesagt habt, und worüber seid ihr euch nicht im klaren?“ Ein Schüler windet sich ein wenig auf dem Stuhl und äußert die Vermutung, die beiden Dreiecke seien doch nicht kongruent wie fälschlich vermutet. Nach einigem Widerstand stimmen die anderen zu. Und mit Hilfe von farbiger Kreide bringen die Schüler wieder Klarheit in die Zeichnung an der Tafel und in ihre Gedanken. Dann hat Marta die entscheidende Eingebung, die den gordischen Knoten zum Platzen bringt. Sie erkennt, daß einer der Winkel im Trapez genau doppelt so groß sein muß wie ein Winkel in einem der gleichschenkligen Dreiecke. Mit Hilfe des ersten von Marta an die Tafel geschriebenen Satzes über die Basiswinkel und mit dem Satz über die Wechselwinkel kann sie sofort alle weiteren Winkel des Dreiecks in Relation zueinander setzen. Schließlich erkennt ein Schüler, daß die Summe aller Winkel der beiden Dreiecke 360 Grad sein muß und kann damit alle Innenwinkel des Trapezes bestimmen. Nach einer Stunde Knobeln ist die harte Nuß somit innerhalb weniger Minuten geknackt.

Spannung auf dem RoboCup in Paderborn

Schüler bauen Roboter (Robot Building Labs), Ulm

Das Projekt

1998 wurde unter Federführung von Dr. Gerhard Kraetzschmar von der Abteilung Neuroinformatik das erste Roboterbaulabor an der Universität Ulm als Kurs für Schüler angeboten. Auf Grund des regen Interesses haben die Wissenschaftler Lehrerfortbildungen abgehalten. Derzeit werden Roboterbaulabore an rund 30 Schulen als Arbeitsgemeinschaften oder Wahlkurse angeboten.

In den Roboterbaulaboren haben Schüler die Chance, selbstständig autonome, mobile Roboter zu konstruieren und zu programmieren. Mädchen können auch in reinen Mädchengruppen arbeiten. Die Schüler durchlaufen in diesen Kursen alle Phasen der Konstruktion und Programmierung von Robotern. Sie lösen dabei zunehmend schwierigere Aufgabenstellungen, die meist mit lokalen, später mit nationalen und sogar internationalen Wettbewerben ihren Höhepunkt finden. Neben den Wettbewerben sind die Teilnahme an Tagungen und Messen ein wichtiges Element, um Beziehungen zu Wirtschaftsunternehmen und Wissenschaftlern aufzubauen.

Neben dem Verständnis naturwissenschaftlicher Prozesse werden auch soziale Kompetenzen vermittelt, denn die Teilnehmer arbeiten grundsätzlich im Team und organisieren die Aufgabenverteilung selbst.

Ein Raum, fast so groß wie ein Fußballfeld. Kreuz und quer wuseln Kinder und Jugendliche, gruppieren sich um Spieltische oder starren wie gebannt auf ihre Laptops. Manche tüfteln an klei-

nen Fahrzeugen, halb so groß wie ein Schuhkarton. Sie schrauben, löten oder laden das soeben optimierte Programm auf eines dieser Gefährte herunter. Stimmengewirr liegt über der Hintergrundmusik und wird nur gelegentlich von schrillen Trillerpfeifen übertönt. Willkommen auf dem RoboCup Junior 2003, Heinz Nixdorf MuseumsForum Paderborn, drittes Obergeschoß.

Hier treten die Wissenschaftler von morgen mit ihren selbst gebastelten, autonom agierenden Fußball-Robotern gegeneinander an oder sie lassen ihre fesch ausgestaffierten Roboter einen Tanz aufführen, passend zur Musik. An Spieltisch H stehen die Pilotoren den Psychos gegenüber. Die Pilotoren, das sind Jens



Wettbewerbe motivieren: Beim RoboCup Junior treten Schülerteams mit ihren selbstgebaute Fußballrobotern gegeneinander an.

und Ludwig vom Graf-Münster-Gymnasium in Bayreuth, die amtierenden deutschen Meister und Vizeweltmeister in der Disziplin „Roboterfußball zwei gegen zwei“. Jede Mannschaft hat einen Torwart und einen Feldspieler auf dem schreibetischgroßen Feld. Mit zahlreichen Sensoren ausgestattet, versuchen die Roboter ohne Eingriff von außen den Ball ins gegnerische Tor zu kicken. Gerade sind die Pilotoren durch ein Eigentor in Rückstand geraten. Und dabei bleibt es auch. Ohne mit der Wimper zu zucken, stecken Jens und Ludwig die Niederlage weg. Jetzt müssen eben die nächsten beiden Spiele gewonnen werden, damit es für die Qualifikation reicht.

Wettbewerbe

„Solche Wettbewerbe sind sehr wertvoll, denn jetzt sehen wir, welche Sensoren sich bewähren, welche nur unnötig Sorge machen und welche absolut zuverlässig sind“, sagt Ludwig. Die siegreichen Roboter vom letzten Jahr mußten Jens und Ludwig zerlegen, weil das Material auch für andere Schüler zur Verfügung stehen soll. Vor zwei Monaten erhielten sie eine neue Ausrüstung und konnten einen neuen Feldspieler und einen neuen Torwart aufbauen. „Da haben wir uns nach zusätzlicher Sensorik umgeschaut“, sagt Ludwig. „Neben den üblichen Infrarotsensoren haben wir jetzt Ultraschallsensoren, einen elektronischen Kompaß und einen Temperatursensor, der die Abkühlung durch den Fahrtwind feststellen kann und so dem Roboter Rückmeldung gibt, ob die Bewegung, die er durchführen soll, in der Praxis tatsächlich durchgeführt wird.“ All diese Sensoren optimal aufeinander abzustimmen, ist eine anspruchsvolle Aufgabe.

Breiten- und Spitzenförderung

„Ich sehe die Beschäftigung mit Robotern als ideale Tätigkeit, um ganze Klassen, ganze Schulen, ganze Jahrgänge, Jungen wie Mädchen, sehr früh anzusprechen und für Technik und Naturwissenschaft zu interessieren“, sagt Dr. Gerhard Kraetzschmar, Initiator des RoboCup und Wegbereiter des NaT-Working-Projekts „Schüler bauen Roboter“. Die Roboterbaulabore wurden zunächst an acht Schulen in Bayern und Baden-Württemberg

eingerrichtet. Die Anschubfinanzierung dazu hat die Robert Bosch Stiftung gegeben. Heute sind über 30 Schulen, rund 50 Lehrer und über 500 Schüler am Projekt beteiligt. Entscheidend für die rasche Ausbreitung waren und sind laut Kraetzschmar die Lehrerfortbildungen. „Die Lehrer waren unsere ersten Multiplikatoren. Die haben die Begeisterung mitgenommen.“ Eine Hilfe für viele Schulen ist die zentrale Beschaffung und Verteilung der notwendigen Ausrüstung durch den eigens hierfür gegründeten Trägerverein „The Cool Science Institute“.

Trägerschaft

Das zweite Spiel der Pilotoren gegen Ursulus elasticus läuft besser. „Für uns ist es interessant, im Geiste mitzuverfolgen, an welcher Stelle im Programm der Roboter sich gerade befindet“, erklärt Jens während des Spiels. Denn manchmal klammern sich die Fußballroboter sinnlos an der Wand oder in einer Ecke fest, weil sich irgendein Algorithmus im Kreise dreht. Das Spiel entscheiden die Pilotoren mit 6:2 für sich. Die Welt ist wieder in Ordnung.

„Die selbständige Arbeit der Schüler ist enorm wichtig“, sagt Dr. Martin Bader, Lehrer am Illertal-Gymnasium in Vöhringen und Mitorganisator des RoboCup Junior. „Wir sehen das jetzt bei den Drittkläßlern. Es ist erschreckend, daß die in der Schule nie gelernt haben, irgend etwas selber zu machen.“ Das fängt laut Bader schon beim Öffnen der Roboterbaukästen an. Sind die Kästen offen, warten die Kinder darauf, daß der Lehrer sie auffordert, anzufangen.

Eigenständiges Problemlösen der Schüler

Doch schon nach wenigen Hilfestellungen sind die Kinder in der Lage, selbständig ein Ziel zu verfolgen. Das Ziel kann lauten, daß der Roboter einen Ball erkennen oder einer schwarzen Linie folgen muß. Jeder Schüler versucht, das anders zu verwirklichen. Jeder Roboter sieht anders aus. Jedes Programm sieht anders aus. Natürlich muß der Lehrer gelegentlich korrigierend eingreifen. „Aber die Fortgeschrittenen machen die Projekte fast schon selbständig“, sagt Bader. „Da greife ich nur ein, wenn es große Probleme gibt. Wie die Schüler daran wachsen,

sehen Sie daran, daß meine ehemaligen Schüler jetzt die Kleinen unterrichten.“

Im dritten und für die Qualifikation entscheidenden Spiel haben die Pilotoren Probleme mit dem Feldspieler. Ein Rad hat sich gelockert. Der Spieler muß vom Feld und Jens hantiert mit einem Schraubenschlüssel. Auch die Gegner, die Checkerz, haben Schwierigkeiten. Das Spiel endet 0:0 unentschieden. Dritter Platz für die Pilotoren. Krisensitzung, denn nur die ersten zwei der jeweiligen Gruppe kommen weiter. Dabei wollten Jens und Ludwig unbedingt mit zur Weltmeisterschaft im Roboterfußball nach Padua. Die beiden brüten über den Spielergebnissen und



Jens und Ludwig analysieren und optimieren die Softwaresteuerung ihrer Roboter während einer Spielpause.

rechnen. Reicht es für die Qualifikation? Als amtierender Deutscher Meister in der Vorrunde auszuschneiden, war nicht das, was sie sich vorgenommen hatten. Dann die offizielle Nachricht: Sie sind qualifiziert. „Alles wieder offen“, sagt Jens erleichtert und läßt die angestaute Druckluft ab.

„Wenn man diese Wettbewerbe nicht hätte, wäre man vielleicht am Anfang hochmotiviert und würde mit großem Elan daran gehen, einen Roboter zu programmieren“, sagt Kraetzschmar. Aber es zeigt sich, daß das ein ziemlich schwieriges Geschäft ist. Zwischendurch kommen Phasen, wo es durchaus frustrierend sein kann, weil der Roboter einfach nicht das tut, was man denkt, das er tun müßte. „Diese Wettbewerbe halten die Schüler motiviert. Sie entwickeln Ausdauer, weil sie gezielt auf einen solchen Wettbewerb hinarbeiten.“ Neben der Motivation hält es Kraetzschmar für wichtig, daß sich die Schüler präsentieren können. „Als Musiker oder Künstler zeigt man sein Können selbstverständlich vor einem Publikum. Was aber machen Naturwissenschaftler und Techniker? Die haben eigentlich kaum eine Möglichkeit, sich zu präsentieren. Doch hier auf dem RoboCup können sie zeigen, wozu sie fähig sind.“

Für Ludwig und Jens geht es jetzt im Spiel gegen die Skippix um alles oder nichts. Es fängt gut an. 1:0 für die Pilotoren direkt nach dem Anstoß. Dann Ausgleich: 1:1. Ein Eigentor von Skippix bringt die Pilotoren wieder in Führung. Selbst der besonnene Ludwig zeigt nun Nerven, schlägt sich mit der Hand auf die Brust und schnauft tief durch. Doch ihr neuer Feldspieler ist noch nicht optimal in Schuß. 2:2, die Anspannung steht allen ins Gesicht geschrieben. Ludwig vergräbt die Hände in den Hosentaschen. Spielende. Verlängerung. Ein Golden Goal muß die Entscheidung bringen.

Roboterbaulabore werden von der 3. bis zur 13. Klasse angeboten. „Wir haben uns dabei für eine Dreigliederung entschieden“, sagt Bader. „Bei den Kleinen fangen wir mit der graphisch ori-

entierten Software ROBOLAB an, nach zwei Jahren steigen wir auf textorientierte Programmierung um. Und ab der 9. Klasse arbeiten die Schüler nicht mehr mit LEGO-Baukästen, sondern mit dem professionelleren Tetrrix-System, das an der Universität Ulm speziell für Schüler entwickelt wurde.“ Und wenn selbst Tetrrix nicht mehr genügt, ergreifen die Schüler die Initiative, gehen zu Firmen, legen Konstruktionszeichnungen vor und besprechen sie mit den Entwicklern.

In der Verlängerung dann die Ernüchterung für die Piloten. Skippix schafft das Golden Goal. Der Vizeweltmeister ist draußen. Versteinerte Mienen. Zu einer Analyse sind Jens und Ludwig im ersten Moment nicht in der Lage. Mehr als die etwas banale Behauptung: „Wir müssen noch mehr an unserem Programm arbeiten“, bringt Jens nicht über die Lippen. Dann dreht er ab.

Am Tag nach dem enttäuschenden Ausscheiden können Jens und Ludwig wieder lächeln. „Ich habe gerade mit Herrn Kraetzschmar gesprochen“, triumphiert Ludwig sichtlich gelöst. „Als amtierender Vizeweltmeister dürfen wir trotzdem mit zur Roboter-WM nach Padua.“

„Hey Mädels, ihr könnt das auch!“

Schülerinnen im Umgang mit modernen Technologien des Alltags, Karlsruhe

Das Projekt

Mit Roboter- und Sensorbausystemen läßt sich Technik und Physik spielerisch und unmittelbar erleben. Mit dieser Erkenntnis im Hinterkopf sollen speziell Mädchen für Naturwissenschaft und Technik begeistert werden und ihre Berührungsängste abbauen. Die Schülerinnen arbeiten vorwiegend mit LEGO-Dacta-Bausätzen. Sie führen vielfältige Experimente durch, zum Beispiel Bau und Steuerung einer Ampelanlage, die Konstruktion und Programmierung von Robotern oder die Regelung eines Vergnügungsparks.

Um das Angebot möglichst vielseitig gestalten zu können, sind sechs Professoren der Fachbereiche Architektur und Bauwesen, Mechatronik und Naturwissenschaften, Elektro- und Informationstechnik sowie Geoinformationswesen der Fachhochschule Karlsruhe beteiligt. Insgesamt haben bisher rund 150 Schülerinnen des Mädchen-Gymnasiums St. Dominikus Karlsruhe mit den Bausätzen gearbeitet. Im Anschluß an die Erprobungsphase werden ab Herbst 2003 weitere Schulen einbezogen. Der aktiven Beteiligung von Wissenschaftlern kommt in dem Vorhaben eine große Bedeutung zu: Wo die Mädchen technische Abläufe allein nicht verstehen, erläutern die Wissenschaftler ihnen die teils komplexen Prozesse.

Auf diese Frage waren die Schülerinnen offenbar nicht vorbereitet. Soeben hatten Anika, Juliane und Eva ihr Modell einer computergesteuerten Sortieranlage spannend und dank Einsatz von Multimedia sehr anschaulich auf dem 2. NaT-Working-Sym-

posium der Robert Bosch Stiftung in München vor über 200 Zuhörern präsentiert. Und dann diese Frage, wo doch zahlreiche Jungs im Auditorium saßen. „Seid ihr froh, daß ihr bei diesem Projekt als Mädchen unter euch seid?“ Schweigen. Erst nach einer Aufmunterung vom Podium ließen die Mädchen die Katze aus dem Sack: „Ja, ich denke, das war schon ganz gut so“, sagte Juliane schließlich. „Jungs hätten sich vielleicht in den Vordergrund gedrängt, sobald irgend etwas nicht auf Anhieb geklappt hätte.“ Und das wäre einem wesentlichen Ziel des Vorhabens nicht förderlich: Speziell die Mädchen sollen an neue Technologien herangeführt werden.

Denn bekanntlich ist der Anteil von Frauen in technisch orientierten Fachbereichen sehr gering. Derzeit liegt er bundesweit bei rund 16 Prozent. „Geschlechtsspezifische Merkmale können hierfür jedoch nicht als Ursache angeführt werden“, sagt Professor Dr.-Ing. Harald Garrecht vom Fachbereich Architektur und Bauwesen der Fachhochschule Karlsruhe und Koordinator des Vorhabens. „Mädchen haben im Grunde dieselben tech-



Schülerinnen des Mädchen-Gymnasiums St. Dominikus, Karlsruhe, auf Tuchfühlung mit modernen Technologien des Alltags.

nischen Fähigkeiten wie Jungs. Doch wenn diese Fähigkeiten im Kindesalter nicht geschult werden, dann verlieren sie sich schnell.“

Statt technischer Fähigkeiten würden in der Kindheit eher die typischen Rollen vermittelt: Der Junge kriegt eine Rennbahn geschenkt, das Mädchen einen Puppenwagen. So liegt laut Garrecht der Ursprung für das Desinteresse von Schülerinnen an Naturwissenschaft und Technik in erster Linie in der Erwartungshaltung von Familie und Gesellschaft. Und die Ablehnungshaltung von Mädchen gegenüber den technischen und naturwissenschaftlichen Fächern in der Oberstufe könne auf das Fehlen einer frühen Förderung entsprechender Neigungen zurückgeführt werden. Der Ansatz des Karlsruher Projekts lautet daher: Die Mädchen so früh wie möglich mit der Technik und dem Programmieren konfrontieren. „Sie verlieren dann jegliche Angst vor Schaltungen und Programmen“, sagt Garrecht. Die Vorbehalte, die manche Schülerinnen in die Roboter-Arbeitsgemeinschaften mitbrachten, seien in kürzester Zeit abgebaut.

„Bei uns wird seit vielen Jahren in der siebten Klassenstufe eine Arbeitsgemeinschaft „Naturwissenschaft und Technik“ angeboten“, sagt Karola Bernert, Lehrerin am St. Dominikus Gymnasium, auf deren Initiative die ersten Roboterbaukurse an ihrer Schule stattfanden. „Da lernen die Schülerinnen die Programme anhand von einfachen Beispielen kennen, bauen einen Roboterarm, ein Fließband oder ein Modell eines Getränkeautomaten und programmieren dessen Steuerung.“ Weiter bietet Bernert für die Klassen 6 bis 11 eine Arbeitsgemeinschaft zum Thema Energie und Umwelt an, in der zum Beispiel ein Windrad, ein Solarauto oder ein intelligentes Haus gebaut und gesteuert wird. Gerade beim Thema Energie finden die Roboterbausätze auch Eingang in die Regelklassen. „In den Klassen 8 bis 11 können die LEGO-Dacta-Bausätze gut im regulären Physikunterricht eingesetzt werden“, erläutert Bernert. Zudem wurden die Bausätze in der Informatik-AG und im Physikunterricht der Oberstufe verwendet.

Förderung von
Schülerinnen

„Es ist sehr wichtig, daß Mädchen in solchen technischen Gebieten ohne Jungen arbeiten können“, betont Bernert. „Dann können diese nicht die ganze praktische Arbeit an sich reißen.“ In gemischtgeschlechtlichen Gruppen, so die Erfahrung, drängen sich die Schüler gerne vor. Die Jungs erledigen die Technik, die Mädchen dürfen allenfalls Protokoll führen. In diesem Projekt sind die Mädchen selbst gefordert, müssen die Konzepte in Eigenregie erarbeiten, die Roboter eigenständig zusammenbauen und programmieren. „Die Begeisterung der Schülerinnen hat uns darin bestärkt, daß dies ein guter Ansatz ist“, sagt Garrecht. Ob die Mädchen das auch so sehen?

Die Schülerinnen Anika und Juliane aus der 8. beziehungsweise 10. Klasse des St. Dominikus Gymnasiums in Karlsruhe sprachen über ihre Arbeit:

Was bringt ein Mädchen dazu, an einem Roboterkurs teilzunehmen?

Juliane: Bei uns in der Schule hingen Zettel aus mit den Fragen: Hast Du Lust, im Team zu arbeiten? Machst Du gerne was mit LEGO? Ich fand die Idee einfach interessant: Man nimmt etwas aus dem Alltag, in unserem Fall eine Sortieranlage, und versucht das mit LEGO-Bausteinen nachzubilden.

Anika: Ich wurde von Frau Bernert angesprochen, ob ich denn nicht bei einem LEGO-Roboterprojekt mitmachen möchte. Ohnehin mag ich es, am Computer zu sitzen und zu programmieren. Ich programmiere auch meine eigenen Homepages. Das habe ich mir zum Großteil selbst beigebracht.

Was hat euch bei der Arbeit mit den Robotern am meisten Spaß gemacht?

Anika: Am meisten Spaß hat es mir gemacht, Roboter zu konstruieren, die nicht in einem der Baupläne vorgegeben waren. Frau Bernert hat uns erlaubt, in Freistunden gelegentlich allein mit den Bausätzen zu arbeiten.

Juliane: Für mich war es die gemeinschaftliche Arbeit an den Robotern. Wir haben uns gemeinsam hingesetzt und die Teile

Gelungene
Ergänzung zum
Schulunterricht

zusammengebaut. Am Anfang hat man ganz viele kleine Einzelteile und denkt: „Ach du meine Güte, was das wohl gibt?“ Aber da wird wirklich etwas ganz Ordentliches daraus. Jeder hat dann versucht, einen Teilaspekt zu programmieren. Und wenn mal etwas nicht funktioniert hat, hat man sich gegenseitig geholfen.

Warum habt ihr denn ausgerechnet eine Sortieranlage gebaut?

Anika: Wir hatten die Aufgabe, irgend etwas mit Bezug zum Alltag zu machen. Dann haben wir überlegt, was sich mit LEGO realisieren läßt und sind dann auf eine Sortieranlage gekommen. So etwas gibt es für Pakete bei der Post und auch bei McDonald's, um Hamburger zu sortieren. Was man dazu braucht, sind ein Kran, ein Fließband und ein Fahrzeug. Zunächst haben wir geschaut, wofür es Bauanleitungen gibt und welche wir davon verwenden können. Dann haben wir die Steuerung programmiert und kleine Verfeinerungen vorgenommen, bis alles gepaßt hat.



Die Schülerinnen mit ihrer automatischen Sortieranlage.

Und wie funktioniert die Sortieranlage?

Juliane: Auf einem Fließband kommen die Steine angefahren. Wenn ein weißer Stein kommt, mißt ein Sensor den Lichtwert und erkennt, daß der Stein weiß ist. Das Fließband stoppt und das Programm sagt dem Roboterarm: „Da ist ein weißer Stein.“ Dann schwenkt der Roboterarm rüber, greift den Stein auf und lädt ihn auf ein Auto. Bei einem schwarzen Stein bekommt der Roboterarm kein Signal. Der Stein fährt einfach auf dem Fließband weiter und landet in einem Auffangbehälter.

Seid ihr froh, daß ihr Mädchen in den Roboterkursen unter euch seid?

Anika: Ja, eigentlich schon. Ich habe zwar keinen direkten Vergleich, wie es mit Jungs wäre. Aber so, wie ich es von der Grundschule her kenne, denke ich schon, daß sich die Jungs immer vordrängeln hätten, getreu dem Motto: „Wir können sowieso alles besser“. Wenn Jungs dabei gewesen wären, glaube ich, dann hätten manche Mädchen, die jetzt dabei waren, auch gar nicht mitgemacht.

Juliane: Viele Jungs, die ich kenne, sind der Meinung: „Mädchen sind doof, die können überhaupt nichts, was mit Mathe oder Technik zu tun hat.“ Wenn beim Programmieren mal was nicht funktioniert, hätten die Jungs vielleicht gesagt „Ach, ihr könnt das überhaupt nicht“ – und hätten sich eingemischt.

Empfindet ihr es als exotisch, daß ihr euch als Mädchen mit etwas Technischem wie Robotern beschäftigt?

Anika: Für mich ist das völlig normal. Ich habe keinen Bruder, sondern eine Schwester. Meine Schwester und ich, wir befassen uns viel mit Dingen, die typisch für Jungs sind. Ich spiele auch gerne Fußball und ich programmiere gerne.

Juliane: Ich denke, es sind eher die Jungs, die das exotisch empfinden. Frauen sind aber ganz bestimmt nicht dümmer, trauen sich aber oft nicht in diese technischen Berufe, weil es immer noch eine Männerdomäne ist. Da muß man sich eben sagen: Hey Mädels, ihr könnt das auch!

Dokumentation

Ausschreibung

Im Programm NaT-Working fördert die Robert Bosch Stiftung die Vernetzung von Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen und Schulen. Die Partnerschaften zwischen Wissenschaftlern und Schulen innerhalb dieser Netze sind die Grundlage für eine Vielzahl von gemeinsamen Projekten von Forschern, Lehrern und Schülern.

Was sind die Ziele?

- Jungen Menschen und ihren Lehrern einen direkten Zugang zum aktuellen Geschehen in Naturwissenschaften und Technik und zu den Prinzipien der Wissenschaft verschaffen;
- Förderung der wissenschaftlichen Neugier bei Schülern und Lehrern;
- Vermittlung und Pflege von persönlichen Partnerschaften zwischen Naturwissenschaftlern, Ingenieuren und Schulen, weil Neugier am besten jene wecken können, die diese selbst empfinden;
- Grundlage und Strukturen für notwendige Veränderungen im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht an Schulen schaffen;
- Erprobung von neuen Formen der Vermittlung innerhalb und außerhalb des Unterrichts.

Wer kann mitmachen?

NaT-Working richtet sich an

- Naturwissenschaftler und Ingenieure an Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Museen und in der Industrie

sowie an

- Lehrer und Schüler aller Schularten und Altersstufen.

Wie fördert die Stiftung?

Für die Umsetzung guter Ideen für gemeinsame Projekte von Schülern, Lehrern und Wissenschaftlern bietet die Stiftung verschiedene Instrumente an:

NaT-Working-Starthilfe

Keimzellen für regionale NaT-Working-Aktivitäten sind die Starthilfveranstaltungen. Dort lernen sich Wissenschaftler und Fachlehrer aus einer Region kennen und planen gemeinsame Aktivitäten. Die Stiftung übernimmt die Reise- und Aufenthaltskosten der Teilnehmer und kann bei der Partnerfindung behilflich sein. Die Teilnehmer konzentrieren sich auf Themen aus einer wissenschaftlichen oder technischen Disziplin. Anschließend kann eine Förderung der geplanten Aktivitäten in Form eines Projektpakets, d. h. einem Bündel von Projekten bei der Stiftung beantragt werden.

Bereits bestehende Gruppen von Lehrern und Wissenschaftlern werden ebenfalls eingeladen, neue Projekte vorzuschlagen.

Projektförderung für regionale NaT-Working-Netze

Die Stiftung fördert gemeinsame Aktivitäten und Projekte. Hierfür ist ein Antrag bei der Stiftung einzureichen. Die Projekte können für eine Laufzeit von bis zu drei Jahren unterstützt werden.

NaT-Working-Preise

Besonders herausragende Initiativen zeichnet die Stiftung jährlich mit NaT-Working-Preisen aus.

NaT-Working-Treffen

Einmal pro Jahr findet ein Treffen der Teilnehmer an NaT-Working zum Kennenlernen und Erfahrungsaustausch statt. Da-

mit soll ein bundesweites Netzwerk aufgebaut werden. Begleitet werden die Treffen von einem attraktiven Rahmenprogramm.

Was fördert die Stiftung?

Das Spektrum möglicher Aktivitäten und Projekte ist groß: Gefördert werden klar definierte und zeitlich begrenzte Vorhaben.

Beispiele sind:

- Praktika für Schüler und Lehrer in den Labors der Forscher,
- Projektstage, Sommerschulen, Schülerkongresse,
- Theaterprojekte mit wissenschaftlichem Hintergrund,
- neue Wege für die Lehrerfortbildung,
- spielerische Praxisprojekte in der Freizeit und
- Exkursionen mit Wissenschaftlern.

Anträge werden für eine Förderung in Betracht gezogen, wenn die geplanten Aktivitäten und Projekte

- die regelmäßige persönliche Begegnung und den Austausch zwischen Schülern, Lehrern und Wissenschaftlern ermöglichen,
- auf eine wissenschaftliche Disziplin ausgerichtet sind (z.B. Physik, Chemie, Biologie, Geowissenschaften, Technik, Mathematik),
- mehrere Schulen und Forschungseinrichtungen in einer Region einbeziehen und
- zunächst auf eine Laufzeit von drei Jahren ausgelegt sind.

Mittel können beantragt werden für

- Sachkosten,
- Reise- und Aufenthaltskosten und
- Unterstützung durch wissenschaftliche Hilfskräfte oder Studierende.

Bei der Auswahl der Vorhaben achtet die Stiftung vor allem auf die Originalität, auf die Konzepte zur Vernetzung zwischen Forschung und Schulen, das Engagement der beteiligten Lehrer und Wissenschaftler und die Begründung für die beantragten Kosten.

Was wird nicht gefördert?

Nicht gefördert werden

- einmalige Veranstaltungen, wie zum Beispiel „Tage der offenen Tür“ oder
- Projekte, die ausschließlich die Vernetzung über neue Kommunikationswege, wie zum Beispiel das Internet, vorsehen.

Ausgeschlossen von der Förderung sind außerdem

- Infrastrukturmaßnahmen sowie
- Personalstellen (Ausnahme: Mittel für zeitlich befristet eingesetzte Hilfskräfte, siehe oben).

Wie kann man sich bewerben?

Interessierte richten zunächst eine schriftliche Anfrage an die Stiftung. Diese Anfrage sollte folgendes enthalten:

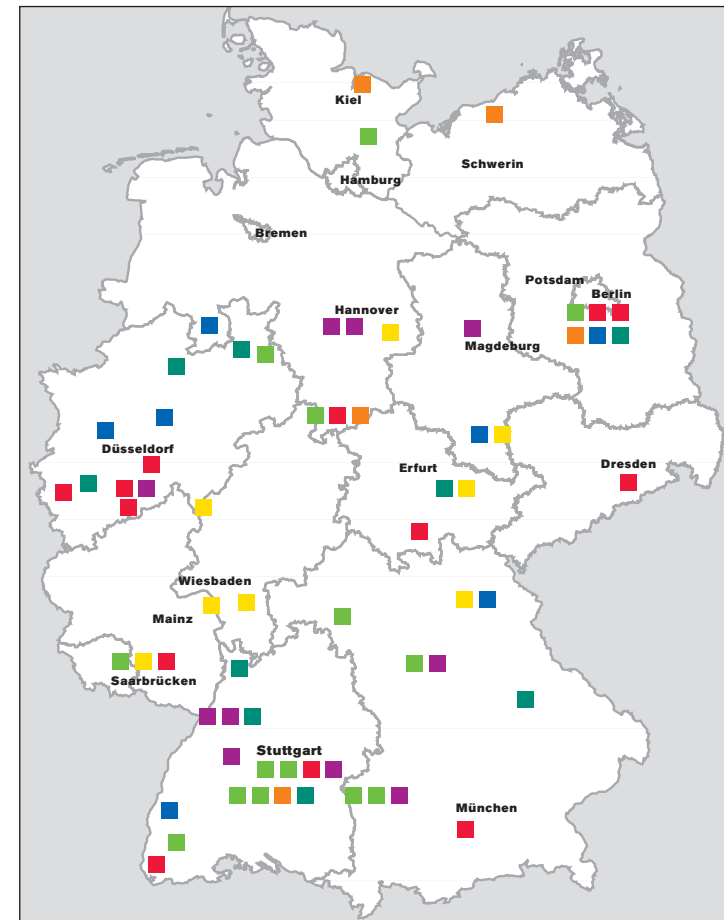
- Kurzbeschreibung der Projektideen (max. zwei Seiten) und Angaben zu
- den Projektpartnern sowie
- den Kosten und der Finanzierung (einschließlich anderer Finanzierungsquellen und der Eigenbeteiligung).

Die Stiftung prüft die Anfragen und teilt innerhalb von vier Wochen mit, ob zu dem Vorhaben ein Antrag eingereicht werden kann. Bei der Antragstellung sind keine Abgabefristen einzuhalten.

Die Stiftung kann Gruppen von Lehrern oder Wissenschaftlern bei der Suche nach geeigneten Projektpartnern unterstützen.

Weitere Informationen zu NaT-Working, zu den bereits geförderten Projekten und zur Anfrage- und Antragstellung sind im Internet unter www.nat-working.de verfügbar.

Räumliche Verteilung der geförderten Projekte



Geförderte Projekte 2000 bis 2004

Stand: Juni 2004

Biologie und Medizin

Ich sehe was, was Du nicht siehst: Klein und Groß auf Expedition in den Mikrokosmos
Humboldt-Universität zu Berlin,
Museum für Naturkunde
Dr. Charles Oliver Coleman, Dr. Birger Neuhaus
Bewilligungssumme: 63 700 Euro

Schülerkongress „Der genetische Fingerabdruck“, Oktober 2001, Bochum
Gesellschaft für Biochemie und Molekularbiologie e.V.
Dr. Jörg Maxton-Küchenmeister
Bewilligungssumme: 5800 Euro

Versuche zur Chemie und Biochemie von Naturstoffen im Schullabor am Forschungszentrum Borstel
Forschungszentrum Borstel – Zentrum für Medizin und Biowissenschaften



Kinder untersuchen Kleinstlebewesen im Mikroskopierzentrum des Berliner Museums für Naturkunde.

Prof. Dr. Helmut Brade
Integrierte Gesamtschule Bad Oldesloe
Klaus Mangold
Bewilligungssumme: 41 300 Euro

Projekt Molekularbiologie Universität Erlangen-Nürnberg
Universität Erlangen-Nürnberg,
Institut für Klinische Virologie
Prof. Dr. Walter Doerfler
Bewilligungssumme: 19 000 Euro

NaT-Working-Biologie im Oberschulamtbereich Freiburg
Universität Freiburg, Institut für Biochemie und Molekularbiologie
Dr. Jan Brix, Dr. Christof Meisinger
Scheffel-Gymnasium Bad Säckingen
Carsten Hansen
Bewilligungssumme: 76 000 Euro

Biologieexperimente am XLAB
XLAB – Göttinger Experimentallabor für junge Leute e.V.
Dr. Eva Maria Neher
Bewilligungssumme: 50 000 Euro

Lehrerfortbildungen in der Biologie am European Molecular Biology Lab (EMBL) 2001 und 2002
European Molecular Biology Organization, Heidelberg
Dr. Andrew Moore
Bewilligungssumme: 21 900 Euro

Neuro- und Membranphysiologie unter Weltraumbedingungen
Universität Hohenheim, Institut für Physiologie
Prof. Dr. Wolfgang Hanke
Bewilligungssumme: 17 300 Euro

International Biomedical Summer School Jena 2001
Universität Jena, Institut für Pathologie
Prof. Dr. Stephan Patt
Bewilligungssumme: 2600 Euro

Molekulargenetik in der Schule – Anwendung der PCR zur Diagnostik des Borellienbefalls von Zecken
Universität Kaiserslautern, Lehrbereich Genetik
Priv.-Doz. Dr. Matthias Redenbach
Bewilligungssumme: 6200 Euro

NUGI – Netzwerk Universität, Gymnasien, Industrie Lemgo: Biotechnologie in der Schule
Engelbert-Kämpfer-Gymnasium Lemgo
Dr. Friedrich Bratvogel
Bewilligungssumme: 37 300 Euro

NaT-Working-Netz Molekularbiologie und Gentechnik Region Stuttgart
Wirtemberg-Gymnasium Stuttgart
Markus Müller
Bewilligungssumme: 39 000 Euro



Das XLAB – Göttinger Experimentallabor für junge Leute e.V. – ermöglicht Schulklassen aus ganz Deutschland naturwissenschaftliches Experimentieren.

Kompetenzzentren „life sciences“
Oberschulamt Tübingen
Dr. Brigitte Kern-Veits
Bewilligungssumme: 73 300 Euro

Mitmach-Labor „MikroMorph“ – Grundbausteine des Lebens
Universität Tübingen, Institut für Hirnforschung
Prof. Dr. Hermann J. Schlüsener
Bewilligungssumme: 27 500 Euro

NUGI – Netzwerk Universität, Gymnasien, Industrie: Molekularbiologie und Biotechnologie ins Gymnasium
Universität Ulm, Abteilung Mikrobiologie und Biotechnologie
Dr. Erhard Stupperich
Bewilligungssumme: 80 900 Euro

Neurobiologisches Praktikum: Wirkungsweise von Narkosemitteln
Universität Ulm, Universitätsklinik für Anästhesiologie
Priv.-Doz. Dr. Henry Weigt, Priv.-Doz. Dr. Karl Föhr
Bewilligungssumme: 21 000 Euro

Bio-logisch! – Biowissenschaftliches Schul-Universitäts-Netz
Universität Würzburg, Theodor-Boveri-Institut für Biowissenschaften
Prof. Dr. Peter Seibel
Bewilligungssumme: 78 000 Euro

Chemie*C#NaT – Chemie vernetzt Naturwissenschaften und Technik*

Universität Bayreuth, Abteilung für Didaktik der Chemie
Walter Wagner
Bewilligungssumme: 38 100 Euro

Vernetzung von Schule und Hochschule zur Stärkung des Chemieunterrichts
Technische Universität Braunschweig, Institut für Lebensmittelchemie
Prof. Dr. Petra Mischnick
Bewilligungssumme: 53 800 Euro



Schüler der 5. Klasse experimentieren mit Solarzellen an der Universität Bayreuth.

NaT-Working Schülerprojekte Chemie
Universität Frankfurt am Main, Fachbereich Chemische und Pharmazeutische Wissenschaften
Prof. Dr. Hans-Joachim Bader,
Prof. Dr. Joachim Engels
Bewilligungssumme: 52 700 Euro

Lernen durch Lehren – Schüler und Studenten leiten Chemie- und Physik-Arbeitsgemeinschaften für Grundschüler
Universität Halle-Wittenberg, Fachbereich Chemie
Dr. Kerstin Prokoph
Bewilligungssumme: 18 800 Euro

NaT-Netz Chemie/Biologie Thüringen
Universität Jena, Arbeitsgruppe Chemiedidaktik
Prof. Dr. Volker Woest
Bewilligungssumme: 70 000 Euro

C-Mobil und Micro-Lab – Chemische Experimente für den Dialog von Schule und Universität
Universität Kaiserslautern, Fachbereich Chemie
Prof. Dr. Helmut Sitzmann
Bewilligungssumme: 47 000 Euro

NaT-Lab für Schülerinnen und Schüler
Universität Mainz, Institut für Anorganische und Analytische Chemie
Prof. Dr. Wolfgang Tremel
Bewilligungssumme: 64 200 Euro

Science Forum
Universität Siegen
Prof. Dr. Volker Scharf
Bewilligungssumme: 30 200 Euro

Physik und Astronomie*Magnetische Datenspeicherung – Gegenwart und Zukunft*

Technische Hochschule Aachen, II. Physikalisches Institut
Prof. Dr. Ulrich Rüdiger
Bewilligungssumme: 8000 Euro

MultiMechanics Project – Auftaktseminar für Schüler zur Einführung in eine neue Software für den Physikunterricht
Trifels-Gymnasium und Internat Annweiler
Thomas Poth
Bewilligungssumme: 2900 Euro

Schülerpraktika in Forschungslabors: Vernetzung von Schulen, Humboldt-Universität und außeruniversitären Forschungseinrichtungen im Rahmen des UniLab-Adlershof
Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Physik
Prof. Dr. Lutz-Helmut Schön
Bewilligungssumme: 43 800 Euro

Schüler erleben Astronomie und Raumfahrt in Berlin-Brandenburg
Technische Universität Berlin, Institut für Fachdidaktik Physik und Lehrerbildung
Dr. Jürgen Kirstein
Bewilligungssumme: 68 900 Euro

Faszination Nanowelten – Ein Impuls für die naturwissenschaftliche Schulbildung
Nanotechnologie und Schule e.V., Bonn
Dr. Wolfgang Welz
Bewilligungssumme: 20 000 Euro

Physikwerkstatt Rheinland
Universität Bonn, Institut für Angewandte Physik
Prof. Dr. Dieter Meschede
Bewilligungssumme: 74 900 Euro



Schüler dokumentieren ein physikalisches Experiment.

astrobox – Tagung zur Astronomie und Raumfahrt, Oktober 2003, Buxtehude
Arbeitskreis Astronomie im Deutschen Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V. (MNU)
Ulrich Uffrecht
Bewilligungssumme: 5000 Euro

Winterschule für Sächsische Gymnasien
Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Dresden
Uta Gneiße
Bewilligungssumme: 12 300 Euro

Didaktik, Lehrerfortbildung, Wissenstransfer – ein Gemeinschaftsprojekt von Wissenschaftlern und Lehrern im DLR_School_Lab Göttingen
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Köln
Britta Schade, Harald Görlich
Bewilligungssumme: 41 500 Euro

Ilmenauer Physiksommer 2001 bis 2003
Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften
Prof. Dr. Peter Scharff,
Prof. Dr. Thomas Leisner
Bewilligungssumme: 50 000 Euro

Didaktik, Lehrerfortbildung, Wissenstransfer – ein Gemeinschaftsprojekt von Wissenschaftlern und Lehrern im DLR_School_Lab Köln

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Köln
Britta Schade, Dr. Richard Bräucker
Bewilligungssumme: 33 000 Euro

*NaT-Working-Projekt
„Anschauliche Quantenphysik“*
Hans-Thoma-Gymnasium, Lörrach
Bernd Kretschmer
Bewilligungssumme: 11 400 Euro

*Schüler und Lehrer erleben Garching
Wissenschaft*
Technische Universität München,
Fakultät für Physik
Dr. Andreas Kratzer
Bewilligungssumme: 62 900 Euro

Johannes-Kepler-Sternwarte
Kepler-Gesellschaft e.V. Weil der Stadt
Prof. Dr. Manfred Fischer
Bewilligungssumme: 5000 Euro

*SchulPOOL: Schulphysik-Offensive
Optimaler Lernerfolg*
Universität Wuppertal, Fachbereich
Physik
Prof. Dr. Jörn-Uwe Fischbach
Bewilligungssumme: 69 200 Euro

Geowissenschaften

Geographische Informationssysteme an der Schule – Schüler und Schülerinnen erkunden gemeinsam mit Geowissenschaftlern ökologische Phänomene der Berliner Stadtlandschaft
Humboldt-Universität zu Berlin,
Geographisches Institut
Dr. Gregor C. Falk
Bewilligungssumme: 24 800 Euro



Mit dem Forschungsschiff Alkor auf hoher See: Kieler Schüler entnehmen der Ostsee eine Planktonprobe.

NaT-Working Kooperationsprojekt „Auf den Spuren Humboldts“ – Geochemie und Vulkanforschung in der Schule
Universität Göttingen,
Geowissenschaftliches Zentrum
Prof. Dr. Gerhard Wörner
Bewilligungssumme: 34 100 Euro

NaT-Working Meeresforschung
IfM-GEOMAR – Leibniz-Institut für Meeresforschung, Kiel
Prof. Dr. Wolf-Christian Dullo
Bewilligungssumme: 80 900 Euro

Bau einer vollautomatischen Wetterstation
Ostseegymnasium Rostock
Frank Meyer
Bewilligungssumme: 3800 Euro

Geowissenschaften in Südwestdeutschland
Universität Tübingen, Institut für Mineralogie, Petrologie und Geochemie
Prof. Dr. Gregor Markl
Bewilligungssumme: 70 000 Euro

Mathematik und Informatik

Experimentelle Mathematik mit GEONExT – Konzepte für den Einsatz dynamischer Mathematiksoftware im Schulunterricht
Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Mathematik und ihre Didaktik
Prof. Dr. Peter Baptist
Bewilligungssumme: 47 700 Euro

Sommerschulen „Lust auf Mathematik“ für Berliner Schülerinnen und Schüler
Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Mathematik
Prof. Dr. Jürg Kramer
Bewilligungssumme: 24 200 Euro

SamstagsUni – Statistik und Stochastik in der Schule
Universität Dortmund, Fachbereich Statistik
Dr. Philipp Sibbertsen
Landrat-Lucas-Schule Leverkusen
Heinz Klaus Strick
Bewilligungssumme: 39 700 Euro

NaT-Working Mathematik NRW
Universität Duisburg-Essen, Institut für Mathematik
Prof. Dr. Günter Törner
Bewilligungssumme: 70 000 EUR

COMPI – Computer online in Mathematik, Physik und Informatik
Universität Halle-Wittenberg, Fachbereich Physik
Prof. Dr. Wolfram Hergert
Bewilligungssumme: 33 000 Euro

„Entdeckungen im Zahlenland“ – Entwicklung und Erprobung von Modellen und geeigneten Materialien zur Förderung mathematischer Kompetenzen im Kindergarten
Stadt Lahr, Amt für Soziales, Schulen und Sport
Günter Evermann, Dr. Gerhard Friedrich
Bewilligungssumme: 46 600 Euro



Einen Zugang zu komplexeren Problemen der Mathematik ermöglichen die Sommerschulen „Lust auf Mathematik“.

Sommerakademien „Kognitive Mathematik: Mathematische Denk-Lern-Lehr-Prozesse“ 2002 bis 2004

Universität Osnabrück, Institut für Kognitive Mathematik
Prof. Dr. Elmar Cohors-Fresenborg
Bevolligungssumme: 16 200 Euro

Ingenieurwissenschaften

Schüler-Arbeitsgemeinschaft: Technik und Informatik

Albert-Schweitzer-Gymnasium, Erlangen
Norbert Schell
Bevolligungssumme: 1400 Euro

Technik und Naturwissenschaften in Grundschulen

Fachhochschule Hannover, Labor für Strömungsmaschinen
Prof. Dipl.-Ing. Arno Klose
Bevolligungssumme: 50 000 Euro

Das „fliegende“ Klassenzimmer an der Universität – Elektrotechnik als spannendes Erlebnis

Universität Hannover, Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik
Prof. Dr.-Ing. Heyno Garbe
Bevolligungssumme: 18 600 Euro

Schülerinnen im Umgang mit modernen Technologien des Alltags

Fachhochschule Karlsruhe
Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht
St. Dominikus Mädchen-Gymnasium Karlsruhe
Karola Bernert
Bevolligungssumme: 16 200 Euro

Kognition im Sport

Universität Karlsruhe, Institut für Prozessrechenstechnik, Automation und Robotik
Prof. Dr.-Ing. Heinz Wörn
Bevolligungssumme: 51 300 Euro

Autonome mobile Roboter und Brennstoffzellen – Magdeburger Schüler untersuchen kybernetische und (bio)verfahrenstechnische Fragestellungen

Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme, Magdeburg
Prof. Dr.-Ing. Jörg Raisch
Bevolligungssumme: 58 700 Euro

Pforzheimer Engineering Science Net

Fachhochschule Pforzheim, Institut für Angewandte Forschung
Prof. Dr.-Ing. Norbert Jost
Bevolligungssumme: 64 650 Euro

Roboterbau mit Schülern und andere Aktivitäten im Bereich der Technischen Kybernetik

Universität Stuttgart, Institut für Systemtheorie technischer Prozesse
Prof. Dr. Frank Allgöwer
Bevolligungssumme: 54 200 Euro

Schüler bauen Roboter (Robot Building Labs)

Universität Ulm, Abteilung Neuroinformatik
Dr. Gerhard K. Kraetzschmar
Bevolligungssumme: 82 300 Euro

Multidisziplinär

NatLab – Naturwissenschaftliches Zentrum für Schüler und Lehrer

Freie Universität Berlin, Fachbereich Biologie, Chemie, Pharmazie
Prof. Dr. Harmut H. Hilger,
Prof. Dr. Dieter Rewicki
Bevolligungssumme: 69 900 Euro

Hertz Junior – Wissenschaft kinderleicht

Hertz 87,9 – Campus Radio für Bielefeld
Prof. Dr. Wolfgang Braungart
Bevolligungssumme: 20 500 Euro

Internationales Science Camp, Juli/August 2003, Göttingen

XLAB – Göttinger Experimentallabor für junge Leute e.V.
Dr. Eva-Maria Neher
Bevolligungssumme: 25 000 Euro

science-live! – Schülerlabor für Naturwissenschaften und Technik

Pädagogische Hochschule Heidelberg
Interdisziplinäres Institut Naturwissenschaften Technik Gesellschaft
Prof. Dr. Michael Schallies
Bevolligungssumme: 24 300 Euro

Qualifizierungsverbund Schule, Hochschule und regionale Institutionen zur Förderung von Gymnasiasten für naturwissenschaftliche und technische Fachdisziplinen

Fachhochschule Jena
Prof. Dr. Andreas Voß
Ernst-Abbe-Gymnasium Jena
Dr. Wolf-Dieter Ebert
Bevolligungssumme: 31 200 Euro

Kooperation von Schulen und Forschungseinrichtungen in MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik)

Gymnasium Haus Overbach, Jülich
Heinz Lingen
Bevolligungssumme: 51 000 Euro



Schüler untersuchen im NatLab der Freien Universität Berlin Lebensmittel.

Science Academy Baden-Württemberg 2004-2006

Oberschulamt Karlsruhe
Dr. Peter Gilbert
Bevolligungssumme: 76 200 Euro

Forscherwerkstätten an Grundschulen – Ein Schulprojekt für technische und naturwissenschaftliche Talente

Stadt Münster, Pädagogische Arbeitsstelle des Schulamtes
Helga Boldt
Bevolligungssumme: 60 600 Euro

Science Daycamp für Schüler der 6. Klasse, September 2004, Regensburg

Universität Regensburg, Frauenbüro
Prof. Dr. Birgit Lorenz
Bevolligungssumme: 3500 Euro

Kooperationsprojekt „Schule und Universität – Hand in Hand“

Universität Tübingen, Institut für Anorganische Chemie
Prof. Dr. Hermann A. Mayer
Kepler-Gymnasium Tübingen
Friedrich Glück
Bevolligungssumme: 43 600 Euro



Faszination Roboter: die Kybernetiker der Universität Stuttgart organisieren einen jährlichen Roboterbauwettbewerb für die Schulen der Region.

NaT-Working-Preise der Robert Bosch Stiftung

Preisträger 2002

1. Preis

Geowissenschaften in Südwestdeutschland
Universität Tübingen, Institut für
Mineralogie, Petrologie und Geochemie
Prof. Dr. Gregor Markl
10 000 Euro

2. Preis

NaT-Working Mathematik NRW
Universität Duisburg-Essen, Institut
für Mathematik
Prof. Dr. Günter Törner
5000 Euro

3. Preis

*Roboterbau mit Schülern und andere Aktivi-
täten im Bereich der Technischen Kybernetik*
Universität Stuttgart, Institut für
Systemtheorie technischer Prozesse
Prof. Dr. Frank Allgöwer
3000 Euro

4. Preis

NaT-Lab für Schülerinnen und Schüler
Universität Mainz, Institut für
Anorganische und Analytische Chemie
Prof. Dr. Wolfgang Tremel
2000 Euro

5. Preis

*Mitmach-Labor „MikroMorph“:
Grundbausteine des Lebens*
Universität Tübingen, Institut für
Hirnforschung
Prof. Dr. Hermann J. Schlüsener
1000 Euro

Sonderpreis

Bau einer vollautomatischen Wetterstation
Ostseegymnasium Rostock
Frank Meyer
500 Euro



1. NaT-Working-Preis
2002: Professor
Gregor Markl, Lehrer
Michael Lamberty und
die Schüler des Droste-
Hülshoff-Gymnasiums
Rottweil.



1. Preis 2003 für
„Kooperation von
Schulen und For-
schungseinrichtungen
in MINT-Fächern,
Jülich“.

Preisträger 2003

1. Preis

*Kooperation von Schulen und Forschungs-
einrichtungen in MINT-Fächern*
(Mathematik, Informatik, Naturwissen-
schaft und Technik)
Gymnasium Haus Overbach, Jülich
Heinz Lingen
5000 Euro

2. Preis

*NUGI – Netzwerk Universität, Gymnasien,
Industrie: Molekularbiologie und Biotechno-
logie ins Gymnasium*
Universität Ulm, Abteilung
Mikrobiologie und Biotechnologie
Dr. Erhard Stupperich
4000 Euro

3. Preis

Schüler bauen Roboter (Robot Building Labs)
Universität Ulm, Abteilung
Neuroinformatik
Dr. Gerhard K. Kraetzschmar
3000 Euro

4. Preis

*NaT-Working-Biologie im Oberschulamts-
bereich Freiburg*
Universität Freiburg, Institut für
Biochemie und Molekularbiologie
Dr. Jan Brix, Dr. Christof Meisinger
Scheffel-Gymnasium Bad Säckingen
Carsten Hansen
2000 Euro

5. Preis

Science Forum
Universität Siegen
Prof. Dr. Volker Scharf
1000 Euro

Preisträger 2004**1. Preis**

*C#NaT – Chemie vernetzt
Naturwissenschaften und Technik*
Universität Bayreuth, Abteilung für
Didaktik der Chemie
Walter Wagner
5000 Euro

2. Preis

DLR_School_Lab Göttingen
Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt e.V., Göttingen
Susanne Stempel, Harald Görlich
4000 Euro

3. Preis

*Schülerinnen im Umgang mit modernen
Technologien des Alltags*
Fachhochschule Karlsruhe
Prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht
St. Dominikus Mädchen-Gymnasium
Karlsruhe
Karola Bernert
3000 Euro



1. Preis 2004 für
„C#NaT – Chemie
vernetzt Naturwissen-
schaften und Technik“,
ein gemeinsames Pro-
jekt von Lehrern und
Chemikern an der
Universität Bayreuth.

4. Preis

*Chemie und Physik in der Haushalts-
mikrowelle und im Ultraschallbad*
Universität Frankfurt/Main, Institut für
Didaktik der Chemie
Prof. Dr. Hans Joachim Bader
Arnim Lühken
2000 Euro

Sonderpreis

NaT-Working Mathematik NRW
Universität Duisburg-Essen, Institut für
Mathematik
Prof. Dr. Günter Törner
1000 Euro

Mitglieder des Programmbeirats

Professor Dr. Volkmar Braun
Geschäftsführender Direktor des Instituts für Mikrobiologie/
Membranphysiologie
Universität Tübingen

OStD Heinz Durner
Schulleiter und Lehrer für Mathematik und Physik
Gymnasium Unterhaching

Professor Dr. Manfred Euler
Leiter der Abteilung Didaktik der Physik
Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften
Universität Kiel

Dr. Beate Konze-Thomas
Leiterin der Gruppe Sonderforschungsbereiche
Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn

Ulrich Schnabel
Wissenschaftsjournalist
DIE ZEIT, Hamburg

Dr. Alexander Urban
Geschäftsführer und Lehrer für Mathematik und Chemie
Stiftung für Bildung und Behindertenförderung, Stuttgart

OStD Wolfgang Waldinger
Schulleiter und Lehrer für Mathematik und Physik
Johannes-Kepler-Gymnasium, Leonberg

Dr. Ekkehard Winter
Stellvertretender Generalsekretär, Mitglied der Geschäftsleitung
und Leiter des Bereichs Programm und Förderung
Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, Essen

Die Robert Bosch Stiftung

Die Robert Bosch Stiftung wurde 1964 gegründet und ist eine der großen unternehmensverbundenen Stiftungen in Deutschland. Sie führt die gemeinnützigen Bestrebungen des Firmengründers und Stifters Robert Bosch (1861-1942) weiter. Rund 92 Prozent des Stammkapitals der Robert Bosch GmbH gehören der Stiftung, der die Dividende der Robert Bosch GmbH anteilig zufließt.

Die Robert Bosch Stiftung setzt Schwerpunkte, entwickelt Programme, Wettbewerbe und Förderpreise und unterstützt modellhafte Einzelvorhaben. Dies geschieht in den Bereichen Wissenschaft in der Gesellschaft, Gesundheit/Humanitäre Hilfe, Völkerverständigung, Jugend, Bildung und Bürgergesellschaft. Im Jahr 2003 hat die Stiftung rund 49 Millionen Euro für gemeinnützige Vorhaben bereitgestellt.

ROBERT BOSCH STIFTUNG

Robert Bosch Stiftung GmbH
Heidehofstraße 31
70184 Stuttgart

Telefon: 0711/4 60 84-76 (Rafael Benz)
0711/4 60 84-31 (Hildegard Micko)
0711/4 60 84-35 (Dr. Ingrid Wüning)
Telefax: 0711/4 60 84-10 76

E-Mail: nat-working@bosch-stiftung.de
www.bosch-stiftung.de
www.nat-working.de

Impressum

Herausgegeben von der Robert Bosch Stiftung GmbH
Text: Dr. Joachim Laukenmann
Redaktion: Rafael Benz, Hildegard Micko, Dr. Ingrid Wüning

Zur Erleichterung der Lektüre wurde bei Substantiven als Einheitsform das Maskulinum gewählt.

Fotos: Das Bildmaterial wurde von den geförderten Einrichtungen zur Verfügung gestellt oder stammt aus dem Fotoarchiv der Robert Bosch Stiftung.
Fotografen: Andreas Bohnenstengel, Dr. Joachim Laukenmann, Axel Nickolaus

ISBN 3-922934-88-9

Copyright: Nachdruck nur mit ausdrücklicher Genehmigung der Robert Bosch Stiftung

Juli 2004

