

# Extracurriculare Lehrerbildung: Außerschulische Lernorte für die Begabtenförderung

Dieter Hausamann<sup>1</sup>, DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), D-82234 Weßling

## Abstract

Das DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen ist ein außerschulischer Lernort des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) an dessen Standort Oberpfaffenhofen bei München, das über langjährige Erfahrungen in der Förderung hochbegabter Jugendlicher verfügt. Dazu gehört auch die Fortbildung von Hochbegabten-Pädagogen, zum einen vor Ort, zum anderen als Bestandteil des ECHA-Aufbaustudiengangs am Internationalen Centrum für Begabungsforschung (ICBF) der Universität Münster. Das DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen verfügt über ein erprobtes Konzept sowohl für die Durchführung von Enrichment-Projekten für Hochbegabte, als auch für eine adäquate extracurriculare Lehrerbildung. Erste Evaluationsergebnisse zeigen den Erfolg dieses Konzepts bei Schülerprojekten und in der Lehrerbildung.

## Einleitung

In Deutschland fehlen derzeit etwa 100.000 Ingenieurinnen und Ingenieure und etwa 50.000 IT-Spezialisten. Die frühzeitige Förderung entsprechend talentierter junger Menschen ist daher eine gesellschaftliche Aufgabe höchster Priorität (Heller 2006 und 2008, Heller & Ziegler 2007).

Diese Aufgabe leistet das derzeitige Schulsystem nicht in ausreichendem Maße: Viele Gymnasiasten haben selbst bei ihrem Abitur noch keine Entscheidung über ihr Studienfach oder ihren angestrebten Beruf getroffen, weil sie am Ende ihrer Schulzeit nur wenig darüber wissen, was an der Universität auf sie zukommt. Die Situation hochbegabter Schülerinnen und Schüler ist oft noch schwieriger, da ihnen aufgrund ihrer Begabungen viele Studiengänge und Berufe zur Auswahl stehen. Gerade für diese Gruppe ist es daher von großer Bedeutung, dass sie möglichst schon in ihrer Schulzeit einen Einblick in für sie in Frage kommende anspruchsvolle Berufssituationen erhalten.

Im Bereich der Naturwissenschaften und Technologie kann das reguläre Curriculum in der Regel keinen Einblick in die Anforderungen an einen Forscher oder Ingenieur vermitteln. Erst die Zusammenarbeit von Schulen und Forschungseinrichtungen ermöglicht es – insbesondere hochbegabten - Schülerinnen und Schülern, in die Rolle des Forschers zu schlüpfen, sich an wissenschaftlichen Projekte zu beteiligen, und so eine wertvolle Entscheidungshilfe für oder gegen ein naturwissenschaftlich-technologisches Studium zu erhalten.

Das Potenzial hochbegabter Schülerinnen und Schüler wird durch häufige Unterforderung im normalen Schulunterricht nur unzureichend genutzt bzw. stimuliert. Wie die Erfahrung zeigt, sind Hochbegabte nicht notwendigerweise von sich aus motiviert, ihre Fähigkeiten in wirkliche Leistung umzusetzen. Oft ist der Schulunterricht durch ein zu niedriges Niveau und die damit verbundene Unterforderung die Ursache für den Verlust an Interesse und Motivation.

---

<sup>1</sup> eMail dieter.hausamann@dlr.de

Um junge Leute für die Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technologie (MINT) zu begeistern und sie für ein Studium der entsprechenden Fachrichtungen zu gewinnen, wurden in den vergangenen Jahren an deutschen Forschungszentren und Universitäten über 200 Schülerlabore als außerschulische Lernorte eingerichtet (Lernort Labor - Zentrum für Beratung und Qualitätsentwicklung n.d.).

In derartigen Schülerlaboren können Schülerinnen und Schüler selbständig und eigenverantwortlich High-Tech Experimente durchführen. Der didaktische Kerngedanke basiert dabei auf dem von der Rocard-Kommission der EU (Europäische Kommission 2007) empfohlenen ‚Entdeckenden Lernen‘ (engl. ‚Inquiry-Based Science Education‘), eine vom Physikdidaktiker Martin Wagenschein (1962 und 1980) bereits vor über einem halben Jahrhundert entwickelte Lehr- bzw. Lernmethode.

Ein nachhaltiger Effekt eines meist eintägigen Besuchs im Schülerlabor ist jedoch nur durch die Einbindung der Lehrerinnen und Lehrer zu erzielen: Damit diese den ‚roten Faden‘ aufgreifen und den Schülerinnen und Schülern im laufenden Unterricht den Bezug zum schulischen Lehrstoff aufzeigen können, bedarf es gezielter Fortbildungen, in denen die Verbindung zwischen den extracurricularen Experimenten und dem Curriculum aufgezeigt wird.

Von großer Bedeutung ist die Überprüfung der Wirksamkeit solcher außerschulischer Maßnahmen bzw. Angebote, d.h. die Evaluation der Besuche von Schüler/innen im Schülerlabor, aber auch der Fortbildungsveranstaltungen für Lehrkräfte.

Im Folgenden wird das DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen als außerschulischer Lernort im Kontext des DLR Forschungsstandorts Oberpfaffenhofen vorgestellt, einschließlich seines typischen Angebots für reguläre Schulklassen der Mittel- und Oberstufe. Anschließend wird die Methodik der Talentförderung anhand einiger Beispiele erläutert. Schließlich werden Konzept und Praxis der Lehrerfortbildung – insbesondere im Hinblick auf die Hochbegabten-Pädagogik – vorgestellt. Dabei wird auch auf die Feedbacks der Besucher/innen und die bisherigen Ergebnisse von bereits durchgeführten Evaluationsstudien eingegangen.

## **Das DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen - ein außerschulischer Lernort**

### **Das DLR**

Das DLR ist das Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie und Verkehr sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrtagentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig.

Das DLR beschäftigt an 13 Standorten ca. 5.700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, es unterhält 29 Institute bzw. Test- und Betriebseinrichtungen. Der DLR-Standort Oberpfaffenhofen ist mit ca. 1500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern eines der größten Forschungszentren in Deutschland. Schwerpunkte der fünf wissenschaftlichen Institute in Oberpfaffenhofen sind unter anderem die Beteiligung an Weltraummissionen, die Klimaforschung, Forschung und Entwicklung zur Erdbeobachtung, der Ausbau von Navigationssystemen und die Weiterentwicklung der Robotertechnik. Hinzu kommen zwei

Raumfahrtkontrollzentren, der Forschungsflugbetrieb und das Deutsche Fernerkundungs-Datenzentrum.

### **Das DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen**

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR betreibt seit mehreren Jahren sechs Schülerlabore, darunter auch das DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen (n.d.). Dieser außerschulische Lernort wendet sich mit High-Tech-Experimenten aus den Kerngebieten und Technologiefeldern der DLR Institute am Standort Oberpfaffenhofen und deren authentischer Forschungsatmosphäre an Schülerinnen und Schüler der Mittel- und Oberstufe (Hausmann et al. 2008). Die Schülergruppen erleben hier hautnah die Faszination von Luft- und Raumfahrtforschung und erhalten die Chance sich den Zugang zu Arbeitsmethoden und Inhalten von Hochtechnologieforschung und den in ihr beheimateten Berufen spielerisch zu erarbeiten. Angeboten werden die Experimente Infrarotmesstechnik, Lasertechnologie, Radarmesstechnik, Umweltspektroskopie, Wetter und Klima, Analyse von Satellitendaten, Satellitennavigation, Robotik, Virtuelle Mechanik, Flugteam-Simulator und Mobile Raketenbasis. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des DLR und studentische Hilfskräfte begleiten die Schüler/innen beim Experimentieren.

Jede Schülerin und jeder Schüler darf sich aus den wissenschaftlichen Experimenten diejenigen herausuchen, die sie bzw. ihn am meisten interessieren. Da die Experimente aus den verschiedenen Arbeitsbereichen der Institute des Standorts Oberpfaffenhofen stammen, bietet sich den Schüler/innen ein breites Themenspektrum zur Auswahl. Jeder Schüler lernt pro Besuch im DLR\_School\_Lab bis zu zwei Themengebiete seiner Wahl in einem jeweils zwei Stunden dauernden Experiment kennen.

Unter der Anleitung eines wissenschaftlichen oder studentischen Betreuers erarbeiten die Schüler eigenständig Hintergründe und Zusammenhänge physikalischer, technischer sowie geowissenschaftlicher Fragestellungen. Die lockere Atmosphäre, mit der die Betreuer die Lerninhalte vermitteln, sowie die kleinen Gruppen von i.d.R. vier bis fünf Schüler/innen ermutigen zur Eigeninitiative.

Das Besondere für die Schüler/innen an diesem außerschulischen Lernort ist vor allem der selbständige Umgang mit modernen High-Tech-Geräten, welche im Schulalltag nicht zur Verfügung stehen. Die Schüler arbeiten z. B. mit einem Bodenspektrometer, einer Infrarotkamera oder mit einem mobilen Radarmessgerät, wodurch die theoretischen Grundlagen eindrucksvoll veranschaulicht und **begreifbar** werden.

Der Besuch im DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen wird in der Regel mit einer Führung zur Besucherbrücke des German Space Operating Center (GSOC) und zum neuen Galileo Control Center (GCC) abgerundet. Hier erhalten die Schüler Einblick in die Steuerung von Satelliten und den Forschungsbetrieb auf dem europäischen Forschungsmodul Columbus auf der internationalen Raumstation (ISS).

Seit der Eröffnung im Sommer 2003 haben ca. 7.500 Schüler/innen im DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen experimentiert, vorwiegend im Rahmen von Klassenbesuchen, aber auch bei berufsvorbereitenden Schülerpraktika und bei der Durchführung von Facharbeiten.

### **Bewertungen durch Schüler/innen**

Die nachhaltige Wirksamkeit außerschulischer Lernorte auf Schüler/innen lässt sich nur durch interne und externe Evaluation überprüfen. Mit Hilfe eines anonymen Bewertungsbogens findet nach dem Besuch im DLR\_School\_Lab eine interne Evaluation statt. Abschlussdiskussionen mit den Schüler/innen sowie deren Lehrer/innen ergänzen das Meinungsbild. Gemäß Rückmeldung mehrerer Tausend

Fragebogen würden die meisten Schüler/innen gerne ein weiteres Mal im DLR\_School\_Lab experimentieren. Dies wird auch durch eine externe Evaluation durch das Leibniz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (IPN) bestätigt (Pawek 2009). Eine Befragung von Abiturientinnen und Abiturienten im Frühjahr 2008 erbrachte eine überraschend positive Rückmeldung: Demnach wurde bei zahlreichen Schülerinnen und Schülern (je nach Schule bis zu 50%) die Studien- bzw. Berufsentscheidung durch das DLR\_School\_Lab positiv beeinflusst.

## **Angebote für hochbegabte Schüler/innen**

Akzeleration und Enrichment sind anerkannte Maßnahmen zur Förderung Hochbegabter. Renzulli und Reis (2002) haben dazu das sog. Schoolwide Enrichment Model (SEM) entwickelt, das sich in besonderem Maße dazu eignet, die Grenzen schulischer Lehrpläne und Curricula zu überschreiten und die Faszination von heutiger Wissenschaft und Forschung kennenzulernen. Dies erfordert aber die Zusammenarbeit der Schulen mit erfahrenen Forschungspartnern, die die Begeisterung für ihre Disziplin den Schülern vermitteln können.

Die Förderung von besonders begabten Schülerinnen und Schülern ist ein besonderes Anliegen des DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen (Hausmann 2005 und 2006). Seine Experimente stammen aus der aktuellen Forschung der Institute und bieten daher für talentierte Schülerinnen und Schüler auf Grund ihrer individuellen Anpassung und Ergebnisoffenheit die Möglichkeit einer intensiven und tiefer gehenden Beschäftigung mit dem jeweiligen Fachgebiet. In den vergangenen fünf Jahren wurden im DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen über 30 besondere Veranstaltungen für und mit Hochbegabten durchgeführt. Prinzipiell gibt es dabei zwei Möglichkeiten:

### **1. Reguläre Besuche im School\_Lab:**

Durch das Experimentieren im DLR\_School\_Lab wird der reguläre Schulstoff dieser Gruppen angereichert, die Schüler/innen führen dabei die vom DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen angebotenen Experimente durch.

Jedes der DLR\_School\_Lab Experiment kann dabei an die speziellen Anforderungen und Bedürfnisse hochbegabter Schüler/innen angepasst werden, insbesondere

- durch die Erweiterung ‚nach unten‘: Hochbegabte Schüler/innen der Mittelstufe machen Experimente, die im Normalfall nur von Oberstufenschüler/innen durchgeführt werden können, ein typisches Beispiel dafür ist das Experiment Robotik (vgl. Hausmann 2005);
- durch Vertiefung: An den meisten Experimenten besteht für die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, sich über das notwendige Hintergrundwissen hinaus vertieft in die physikalischen Grundlagen und Theorien eines Experiments einzuarbeiten, verbesserte Algorithmen und Programme zu entwickeln und auch die experimentellen Fragestellungen und Techniken auszuweiten. Dieses Angebot wird nach unseren Erfahrungen vor allem von besonders begabten und interessierten Schüler/innen angenommen.

Diese Vorgehensweisen entsprechen den in der Begabtenförderung üblichen Methoden Akzeleration bzw. Enrichment. U.a. gibt es umfangreiche Erfahrungen mit den Förderklassen des Münchner Maria-Theresia-Gymnasiums (n.d.), die aufgrund ihrer Nähe das reguläre Angebot des DLR\_School-Lab Oberpfaffenhofen im oben beschriebenen Sinne regelmäßig nutzen.

## **Evaluation: Hochbegabte im DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen**

Die Auswirkungen der Besuche von Schülerinnen und Schülern auf Hochbegabte wurde im Rahmen einer Pilotstudie untersucht (Stumpf et al. 2008). Dabei wurden die Rückmeldungen bzw. Fragebogen von hochbegabten Schülergruppen mit dem Feedback von regulären Klassen verglichen.

#### Allgemeine Beurteilung:

Unter Berücksichtigung der Daten aller Schülerinnen und Schüler fallen die Ergebnisse bei der allgemeinen Bewertung des Besuchs recht eindeutig und sehr positiv aus. Mehr als die Hälfte aller Schülerinnen und Schüler gaben an, der Besuch habe ihr Interesse an den Naturwissenschaften vergrößert, nahezu jede/r zweite will demnach einen Beruf im Bereich Naturwissenschaft oder Technik anstreben.

#### Geschlechtsunterschiede:

Ob Jungen und Mädchen sich in der Beurteilung des School\_Labs unterscheiden, wurde anhand einer Auswahl relevanter Fragen untersucht. Es zeigten sich kaum signifikante Unterschiede zwischen den Antworten der Jungen und denen der Mädchen, z.B. ergab sich bei der Bewertung des Interesses, des Verständnisses, der Einführung und der Betreuung über alle Experimente hinweg kein bedeutsamer Einfluss des Geschlechts.

#### Unterschiede zwischen regulären Gymnasialklassen vs. Begabtenprojekten:

Betrachtet man das allgemeine Feedback zum Besuch im School\_Lab nach den Schülergruppen getrennt, so zeigen sich in einigen Aspekten leichte Unterschiede in der Bewertung durch die Begabtengruppen vs. reguläre Gymnasialklassen. Z.B. gaben 85% der Schüler und Schülerinnen aus Begabtengruppen, aber nur 66 % der regulären Schülerinnen und Schüler an, gerne an einem weiterem Kurs teilnehmen zu wollen. Die Unterschiede in der allgemeinen Beurteilung zwischen regulären Gymnasialklassen und Teilnehmer/innen an Begabtenprojekten waren statistisch signifikant.

#### Fazit und offene Fragen

Die berichteten Ergebnisse zeigen eine sehr positive Beurteilung des School\_Labs Oberpfaffenhofen durch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer an. Insbesondere die Passung der durchgeführten Experimente mit dem Fähigkeitsniveau und den Erwartungen der Schülerinnen und Schüler scheinen sich damit sehr überzeugend bestätigen zu lassen. Es ist also davon auszugehen, dass die Konzeption des Schülerlabors im DLR keiner weiteren Optimierung bedarf und mit einem hohen Maß an Professionalität ein sehr attraktives Angebot für die Zielgruppe darstellt. Die Befunde zeigen darüber hinaus eine sehr gute Eignung des School\_Labs als Maßnahme der gezielten Begabtenförderung an, denn Teilnehmer und Teilnehmerinnen der Begabtengruppen beurteilten die Kurse teilweise noch positiver als die Schülerinnen und Schüler regulärer Gymnasialklassen.

Eine wesentliche Frage konnte mit dieser Untersuchung nicht geklärt werden, nämlich die Nachhaltigkeit eines Besuchs im Schülerlabor. Dies wäre Gegenstand einer sehr viel umfangreicheren Studie, bei der auch eine Kontrollgruppe von Schülerinnen und Schülern einbezogen werden könnte, die nicht in einem Schülerlabor experimentieren konnten.

## **2. Typ-3 Enrichment-Projekte:**

Mit Schülergruppen des Hector-Seminar in Baden-Württemberg, der Internatsschule Schloss Hansenberg und der Christophorusschule in Königswinter wurden in den vergangenen Jahren mehrere Projekte durchgeführt, die als sog. Typ III Enrichments konzipiert wurden. Diese Art von Enrichment stellt die komplexeste Stufe des Schoolwide Enrichment Models dar, da es die höchsten Anforderungen an Schülerinnen und Schüler stellt. Es eignet sich für (hochbegabte) Schü-

ler/innen, die ihre Interessen in einem von ihnen ausgesuchten Themenbereich selbstgesteuert verfolgen möchten und dazu bereit sind, die Zeit und Energie für die Aneignung komplexer Inhalte und Arbeitsprozesse aufzubringen. Die Schüler/innen schlüpfen dabei in die Rolle des Forschers.

Die beiden folgenden Beispiele verdeutlichen die Besonderheit, den hohen Aufwand, aber auch die Komplexität von Typ-III Enrichment-Projekten des DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen, mit denen hochbegabte Schülerteams durch hoch aktuelle Fragestellungen aus der aktuellen Wissenschaft zu eigenem forschendem Handeln geführt werden.

### **Das Projekt Einstein und die Satellitennavigation**

Die Satellitennavigation ist eine der wenigen technischen Anwendungen, die sowohl durch die Spezielle als auch durch die Allgemeine Relativitätstheorie messbar beeinflusst wird. Für eine exakte Navigation müssen die Uhren auf den in ca. 20.000 km über der Erde kreisenden Satelliten gegenüber den Vergleichsuhren auf der Erde verstellt werden.

Die spannende Aufgabe für Teilnehmer/innen eines Physik-Leistungskurses der Christophorusschule Königswinter in diesem über mehrere Monate laufenden Projekt war es, den Einfluss der Relativitätstheorie auf die Genauigkeit der Ortsbestimmung quantitativ zu bestimmen (Hausamann & Schmitz 2007).

In der ersten Phase beschäftigte sich der Leistungskurs Physik im Schuljahr 2004/5 im dritten Trimester mit den Themen Navigation und Relativitätstheorien (im Hochbegabtenzweig der Christophorusschule Königswinter wird nämlich der vom Lehrplan vorgeschriebene Physikstoff - akzeleriert - in zwei Trimestern absolviert, dadurch stand das 3. Trimester für diese Enrichment-Maßnahmen zur Verfügung). Dazu fertigten die Schüler/innen Facharbeiten zu ausgewählten Themen der Relativitätstheorie und Satellitennavigation an. Anschließend wurden die Facharbeiten als Vorträge präsentiert und beide Themen im Unterricht vertieft.

Die zweite Phase bestand aus einem zweitägigen Besuch des DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen. Das Programm für die Christophorusschule war auf die erwarteten Anforderungen und Fähigkeiten einer überdurchschnittlich befähigten Schülergruppe zugeschnitten: Dazu gehörte ein regelmäßiger Wechsel zwischen schülerzentrierten Experimenten und wissenschaftlich orientierten Fachvorträgen. Das Anspruchsniveau der Experimente lag dabei deutlich über dem Durchschnittslevel eines Physik-Leistungskurses. Die Experimente wurden durch studentische Teammitglieder betreut, jedoch hatten die Schüler/innen auch Gelegenheit zu Gesprächen mit Wissenschaftlern insbesondere beim Thema Satellitennavigation und Einsteinsche Relativitätstheorien.

In der dritten Phase wurde das GPS-Einstein-Projekt von der Schülergruppe weitergeführt und abgeschlossen: Die Ergebnisse dieser Arbeiten wurden schriftlich ausgearbeitet und auf dem Einstein-Schülerkongress in München im Dezember 2005 vorgestellt: Vier Schüler des Physik-Leistungskurses präsentierten die Projektergebnisse unter dem Titel ‚Einstein und GPS: Warum GPS ohne die Relativitätstheorie gar nicht funktionieren würde‘.

### **Das Projekt Geophysik – Fernerkundung von Satelliten**

Ein wichtiges Verfahren zur Identifizierung von Veränderungen in der Umwelt ist die sog. ‚Change Detection‘. Hierbei werden Satellitendaten, die zu verschiedenen Zeitpunkten aufgenommen wurden, verglichen und die durch Umweltschäden, Naturkatastrophen oder anthropogene Einflüsse ausgelösten und beobachteten Veränderungen quantitativ analysiert. Im schulischen Bereich wurde die

komplexe Methode der ‚Change Detection‘ bislang nur in der Oberstufe z.B. im Rahmen von Erdkunde-Leistungskursen behandelt.

Ziel dieses im Rahmen des Hector-Seminars<sup>2</sup> (Heller 2008) angebotenen Projekts war die Erarbeitung von Kenntnissen über die Eigenschaften des solaren Strahlungsspektrums und deren Anwendung auf die Fernerkundung des Geosystems (Hausamann et al. 2007). Im Mittelpunkt stand eine 3-tägige Exkursion zum DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen.

Das Projekt wurde Anfang 2006 am Hector-Seminar ausgeschrieben. Zielgruppe waren Schüler/innen der gymnasialen Mittelstufe. Es bewarben sich zehn Hector-Seminarer/innen aus unterschiedlichen Gymnasien Nordbadens.

Während eines eintägigen Workshops im April 2006 in Heidelberg bereiteten sich die Schüler/innen auf das Projekt vor. Dabei wurden sie über die fachlichen Hintergründe der Experimente informiert und Aufgabe und Projektziel im Detail mit ihnen besprochen.

Anfang Mai 2006 experimentierten die Schüler/innen aus dem Hector-Seminar drei Tage lang im DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen. Hier führten sie die beiden Experimente Umweltspektroskopie und Satellitendaten durch. Schwerpunkte lagen in der Arbeit mit einem abbildenden Bodenspektrometer, in der Anwendung der beiden Programme zur Bearbeitung und Analyse von Satellitendaten und dem Zugriff auf Satellitendaten. Außerdem wurden die Schüler/innen in die Infrarot-Messtechnik und -Fernerkundung eingeführt und erhielten Einblick in das Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation des DLR und dessen Robot-Satellitendaten-Archiv. Die Aufgaben für das Projekt „Geophysik“ wurden definiert, eine davon war die Analyse der Veränderung der unmittelbaren Wohnumgebung der Teilnehmer/innen durch den Vergleich von Satellitenbildern aus den Jahren 1989 und 1999.

Zur Vertiefung und Klärung fachlicher Fragen fand eine zweite eintägige Veranstaltung für die Projektteilnehmer/innen im Mai 2006 in Heidelberg unter Mitwirkung des DLR\_School\_Lab Teams statt. Hier führten die Schüler/innen weitere Untersuchungen mit den Umwelt-Messgeräten, der Infrarot-Kamera und dem abbildenden Bodenspektrometer durch und klärten offene Fragen.

Auf Basis der Informationen und Ergebnisse des Vorbereitungs-Workshops, des Besuchs im DLR\_School\_Lab und der Messkampagne führten die Schüler/innen die Aufgaben des Projektes selbständig durch. Sie fertigten Ausarbeitungen zu den verschiedenen Themenbereichen der Satelliten-Messtechnologien und Analyseverfahren an und analysierten die Veränderung ihrer Heimatumgebung.

Im September 2006 präsentierten die Schüler/innen ihre Ergebnisse in zwei Vorträgen und Postern vor Schüler/innen, Seminarlehrer/innen und einer großen

---

<sup>2</sup> Das Hector-Seminar ist ein von der Hector-Stiftung finanzierte Einrichtung zur Hochbegabtenförderung mit einem Enrichment-Angebot in den Fachbereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik. Die Seminare sind eine Ergänzung zum schulischen Angebot der Gymnasien, beginnend von der Klassenstufe 6 bis zur gymnasialen Oberstufe. Bei den Projekten wird ein interdisziplinärer Ansatz verfolgt, dessen übergeordnetes Ziel die gesamtheitliche Persönlichkeitsentwicklung, die Aktivierung und Entfaltung der kognitiven, methodischen, personalen und sozialen Potenziale und die Entwicklung entsprechender Kompetenzen und Leistungsfähigkeit ist. Die jeweils 60 Teilnehmer/innen der Hector-Seminarurse werden in einem zweistufigen Auswahlverfahren aus den ca. 7.500 Schüler/innen der 6. Jahrgangsstufe der Gymnasien Nordbadens ausgewählt. Die kognitiven, kreativen und sozialen Fähigkeiten dieser Schüler/innen liegen daher weit über dem gymnasialen Durchschnitt. Diese Arbeitskreise werden an den drei Standorten, Heidelberg, Mannheim und Karlsruhe, von jeweils zwei Lehrkräften geleitet und finden wöchentlich an zwei Nachmittagsstunden statt. Zur Zeit profitieren ca. 400 Schülerinnen und Schüler in 8 Jahrgängen von diesem Angebot.

Zahl geladener Gäste auf der Jahres-Abschlussveranstaltung des Hector-Seminars in Mannheim.

Als Anerkennung für ihre herausragende Leistung wurden die Schülerinnen und Schüler mit dem DLR\_School\_Lab-Preis 2008 ausgezeichnet. Dieser Preis wird jährlich von der Gesellschaft von Freunden des DLR auf Vorschlag des Vorstandes des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt vergeben.

### **Schüler-Bewertungen der Typ III Enrichment-Projekte**

Die Resonanz aller an den vom DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen durchgeführten Typ III Enrichment-Projekten war extrem positiv – trotz einzelner Kritikpunkte an Inhalt und Organisation. Die folgende rückschauende Bewertung der vier Schüler des Projekts Einstein und die Satellitennavigation ist typisch auch für alle anderen bisher durchgeführten Projekte:

Anlässlich eines Besuchs bei der Christophorusschule Königswinter im Mai 2006 (also ca. 6 Monate nach Ende des Projekts) ergab sich die Gelegenheit zu einem ausführlichen Gespräch mit den vier Schülern, die das Einstein-GPS Projekt auf dem Schülerkongress in München präsentiert hatten, und dem betreuenden Lehrer: Wie die Schüler erzählten, war an diesem Projekt zunächst der gesamte Leistungskurs Physik beteiligt, erst in der Endphase übernahmen die vier Schüler die Berichterstattung und Ergebnispräsentation. Diese Arbeit hat die Schüler einigen Aufwand gekostet und offenbar viele positive Eindrücke hinterlassen. Nach ihren eigenen Angaben hat das Projekt die Schüler bei der Wahl ihrer Studienfächer (Physik, Chemie, Informationstechnik und Maschinenbau) entscheidend beeinflusst (Hausmann 2006).

### **Lehrerfortbildungs-Angebote**

Durch das Fortbildungsangebot des DLR\_School\_Labs sollen Lehrer/innen in der Gestaltung eines anwendungsorientierten Unterrichtes wirkungsvoll unterstützt werden, indem sie gezielt auf den Besuch mit ihrer Schulklasse im Schülerlabor vorbereitet werden. Derartige Veranstaltungen werden für einzelne Schulen bzw. Fachschaften, für regionale Lehrergruppen, aber auch im Auftrag der Landesakademie für Seminarlehrer/innen durchgeführt. Konzept und Experimente des DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen werden dabei unter dem Motto 'Neue Wege für den naturwissenschaftlichen Unterricht' vermittelt.

Im Zentrum derartiger Fortbildungen steht das eigenständige Experimentieren: Die Lehrerinnen und Lehrer übernehmen die Rolle experimentierender Schülerinnen und Schüler und erleben dabei den Erfolg experimentellen Arbeitens. Hinzu kommt die fachwissenschaftliche und fachdidaktische Weiterbildung in den Forschungs- und Themengebieten der jeweiligen Experimente.





**Abb. 1: Experimentierende Lehrer/innen**

In den vergangenen fünf Jahren wurden auf diese Weise ca. 1000 Lehrer/innen über das Konzept informiert und durch praktische Übungen im DLR\_School\_Lab in die Experimente eingeführt.

Die Rückmeldung aus den vom DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen durchgeführten Lehrerfortbildungen ist durchweg positiv, Lehrerinnen und Lehrer begrüßen insbesondere das eigenständige Durchführen von High-Tech-Experimentieren, die fachliche Weiterbildung und die Anregungen für den eigenen Fachunterricht. Ein Beispiel ist eine (extern im Oktober 2007 in Regensburg durchgeführte) Regionale Lehrerfortbildung zum Thema Robotik, bei der 19 Teilnehmer/innen in einer eintägigen Veranstaltung 6 Roboter ASURO (n.d.) bauten und programmierten. Die Teilnehmer/innen beurteilten die Veranstaltung in Ihrer Rückmeldung an die zuständige Schulbehörde wie folgt:

Bewertung durch die Teilnehmer/innen	Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Nicht ausreichend
Erfüllung der Erwartungen	14	5			
Praktische Nutzbarkeit der Ergebnisse	6	9	3	1	
Präsentationsformen	12	7			
Rahmenbedingungen der Veranstaltung	14	5			

**Tab. 1: Feedback der Teilnehmer/innen einer Lehrerfortbildung ‚Robotik‘**

**Angebote für Hochbegabten-Pädagoginnen und -Pädagogen**

Lehrer/innen spielen in der Erziehung Hochbegabter eine Schlüsselrolle. Dies gilt für den regulären Unterricht, insbesondere aber bei der Betreuung von Typ III Enrichment-Projekten. Dabei findet für die Lehrkräfte ein Paradigmenwechsel statt: Die Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin verändert sich von der des erzieherischen Vormunds zu der eines Initiators, Mentors, Begleiters, Trainers, Ratgebers, und schließlich des Evaluators der erzielten Ergebnisse.

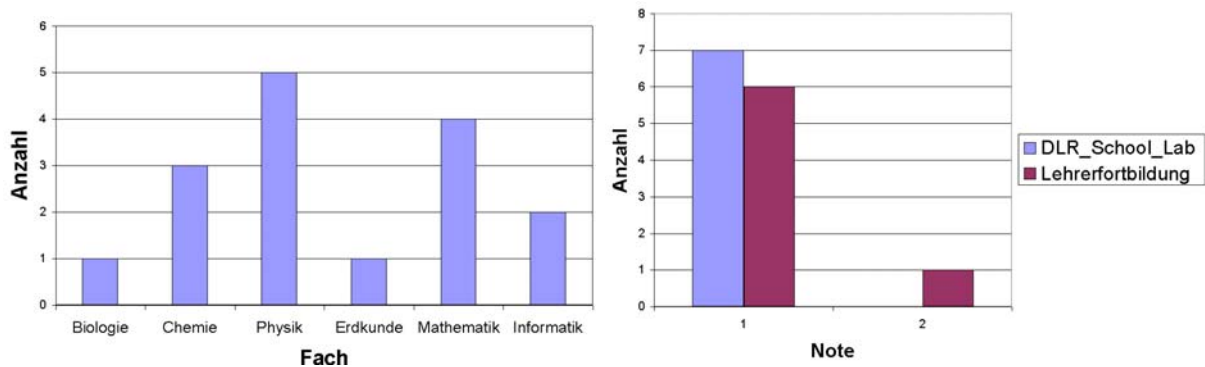
Von entscheidender Bedeutung ist die Förderung von Selbständigkeit und Kreativität der Schüler/innen (vgl. Cropley & Urban 2002). Typ III Enrichments sind besonders gut für die Anwendung der von Peschel (2002) entwickelten Methodik des Offenen Unterrichts bzw. des Offenen Lernens geeignet. Ein weiteres im Kontext außerschulischer Begabungsförderung bedeutendes pädagogisches Konzept ist das des selbstregulierten oder selbstgesteuerten Lernens (Fischer 2004).

Das Fortbildungskonzept des DLR\_School\_Labs unterstützt Lehrer/innen der naturwissenschaftlichen Fächer bei diesem Paradigmenwechsel. Es richtet sich vor allem an Lehrkräfte, die im Bereich der Begabtenförderung bereits Erfahrungen besitzen - durch Unterricht in Hochbegabten-Klassen oder durch die Betreuung außerschulischer Enrichments. Das Angebot betrifft sowohl fachwissenschaftliche als auch fachdidaktische Aspekte.

Dabei wird der fachwissenschaftliche Hintergrund erweitert auf mögliche, über das Experiment hinaus gehende Fragestellungen besonders interessierter Schü-

ler/innen. Hinzu kommt die Vermittlung der fachdidaktischen Grundlagen für die Akzelerierung von Oberstufen-Experimenten in die Mittelstufe.

Ein typisches Beispiel für eine Fortbildungsveranstaltung für Hochbegabten-Pädagogen im DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen ist der eintägige Besuch einer Gruppe von Hector-Seminar-Arbeitskreisleiterinnen und –leitern im Dezember 2004. Die Fortbildung bzw. das Experimentangebot wurde dabei der breiten fachlichen Streuung der Teilnehmer/innen angepasst. Da für die Veranstaltung nur ein Arbeitstag zur Verfügung stand, wurden die Experimente so gestrafft, dass jede/r Teilnehmer/in jedes Experiment durch führen konnte. Das extrem positive Feedback zu dieser Fortbildung ist aus der Bewertung/Benotung durch die Teilnehmer/innen ersichtlich.



Einer der Schwerpunkte des DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen ist die Einbeziehung in die sog. ECHA-Diplom-Ausbildung am Internationalen Centrum für Begabungsforschung der Universität Münster (n.d.). Im sog. Praxis-Block dieser Ausbildung wird seit 2007 das Thema Hochbegabtenförderung an außerschulischen Lernorten am Beispiel des DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen vorgestellt, insbesondere werden Anregungen für die Konzeption von eigenen Typ III Enrichment-Projekten gegeben. Die Hospitation bei Veranstaltungen für Hochbegabtengruppen ist ein weiteres Element der ECHA-Ausbildung: im DLR\_School\_Lab können diese Gruppen aus unmittelbarer Nähe beobachtet und studiert werden.

### Zusammenfassung und Ausblick

Am DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen wurde ein Enrichment-Konzept für hochbegabte Schüler/innen entwickelt und in mehreren Projekten erfolgreich umgesetzt. Gleiches gilt für Fortbildungen von Lehrkräften, denen die fachdidaktischen Grundlagen dieser Enrichment-Projekte ebenso vermittelt werden wie deren praktische Umsetzung. Darüber hinaus wäre die Verankerung außerschulischer Lernangebote bereits in der universitären Lehrerausbildung – im Falle des DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen v.a. in der Physikdidaktik – zum beiderseitigen Nutzen zu wünschen.

Die Evaluation sowohl der Schülerprojekte als auch der Veranstaltungen zur Lehrerbildung bestätigen diesen Eindruck. Allerdings gibt es für die Langzeitwirkung von Enrichment-Projekten auf hochbegabte Schülerinnen und Schüler noch keine gesicherten Daten. Neben der konzeptionellen Weiterentwicklung der außerschulischen Angebote für Schüler/innen und Lehrer wären Studien zur Untersuchung der Langzeitwirkung und Nachhaltigkeit von großer Bedeutung.

Ebenfalls wünschenswert wäre die ‚Transposition‘ der – für den Grundschulbereich – entwickelten Methodik des selbstregulierten Lernens auf die Lernsituation von jungen Leuten in der Oberstufe und im Übergang zum Studium. Die räumlich-inhaltlich-soziale Begrenzung durch die Unterrichtssituation löst sich am Ende der Schulzeit auf, die Problemstellungen gehen über das Bekannte hinaus und

verlangen neue Prozesse zur Gewinnung von Erkenntnissen: Die Schüler/innen werden von Lernenden zu Forschenden. Hier sollte die Begabungsforschung die entsprechenden Grundlagen und Methodiken möglichst rasch entwickeln und erproben.

## Danksagung

Für die Unterstützung dieser Arbeit bedanke ich mich beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), bei Herrn Prof. Kurt Heller, Herrn Prof. Franz Mönks und dem ICBF der Universität Münster. Für die erfolgreiche Durchführung der Enrichment-Projekte danke ich insbesondere Herrn Dr. Winfried Schmitz, Herrn Georg Wilke, Herrn Matthias Taulien und Herrn Thomas Heins. Ohne die große Beteiligung des DLR\_School\_Lab Teams Oberpfaffenhofen wäre dieses Projekt nicht möglich gewesen: Ihm gilt daher mein besonderer Dank.

## Literatur

- ASURO (n.d.). <http://de.wikipedia.org/wiki/ASURO>. Zugriff am 05.12.2008.
- Cropley, A.J. & Urban, K.K. (2002). Programs and strategies for nurturing creativity. In K.A. Heller, F.J. Mönks, R.J. Sternberg & R.F. Subotnik (Eds.), *International handbook of giftedness and talent* (2<sup>nd</sup> ed., revised reprint, pp. 485-498). Oxford: Pergamon.
- DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen (n.d.). <http://www.dlr.de/schoollab/desktopdefault.aspx/tabid-1738/>. Zugriff am 28.11.2008.
- Europäische Kommission (2007) Naturwissenschaftliche Erziehung JETZT: Eine erneuerte Pädagogik für die Zukunft Europas. EUR22845. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften. 22 Seiten. ISBN 978-92-79-05658-1.
- Fischer, Ch. (2004). Selbstreguliertes Lernen in der Begabtenförderung. In Ch. Fischer, F.J. Mönks & E. Grindel (Hrsg.), *Curriculum und Didaktik der Begabtenförderung* (S. 83-95). Münster: LIT.
- Hausamann, D. (2005). High-Tech Experimente im DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen - Hochbegabte brauchen besondere Herausforderungen. In: Österreichisches Zentrum für Begabtenförderung und Begabungsforschung (Ed.), *Die Forscher/innen von morgen: Kongressbericht des 4. Internationalen Begabtenkongresses in Salzburg* (pp. 211- 218). ISBN 3-7065-4149-1, Innsbruck, Wien, Bozen: StudienVerlag.
- Hausamann, D. (2006). Hochbegabtenförderung im DLR\_School\_Lab Oberpfaffenhofen: Das Einstein-GPS Projekt. Diplomarbeit. Münster/Nijmegen.
- Hausamann, D. & Schmitz, W. (2007). Enrichment at the Doorstep of University - The Einstein GPS Project. In: Tirri, Kirsi; Ubani, Martin [Eds.]: *Policies and programs in gifted education*, *Studia Paedagogica*, 34, Yliopistopaino, (pp. 37 – 46). ISBN 978-952-10-3854-9, ISSN 1236-2867.
- Hausamann, D., Wilke, G., Taulien, M., Grixia, I. & Locherer, M. (2007). Geophysics and Satellite Remote Sensing – An Enrichment Project of the Hector Seminar. World Council for Gifted and Talented Children, 17th Biennial World Conference. Warwick, UK. August 5 – 10.
- Heller, K.A. (2006). Hochbegabtenförderung im Lichte der aktuellen Hochbegabungs- und Expertiseforschung: Pädagogische und bildungspolitische Erfordernisse. *Labyrinth* 87/2006 (pp. 4-11) & *Labyrinth* 88/2006 (pp. 4-11).

- Heller, K.A. & Ziegler, A., Hrsg. (2007). Begabt sein in Deutschland. Talentförderung – Expertiseentwicklung – Leistungsexzellenz, Band 1. Münster: LIT-Verlag. ISBN 978-3-8258-0766-5.
- Heller, K.A. (2008). Von der Aktivierung der Begabungsreserven zur Hochbegabtenförderung. Talentförderung – Expertiseentwicklung – Leistungsexzellenz, Band 2. Münster: LIT-Verlag. ISBN 978-3-8258-1013-9.
- Heller, K.A. (2008). Das Hector-Seminar zur Förderung MINT-talentierte Gymnasiasten auf dem Prüfstand. Beitrag zur Jubiläums-Festschrift „10 Jahre LVH Baden-Württemberg“.
- Internationales Centrum für Begabungsforschung der Universität Münster (ICBF) (n.d.). <http://www.icbf.de/>
- Lernort Labor - Zentrum für Beratung und Qualitätsentwicklung (LeLa) (n.d.). <http://www.lernort-labor.de/opening.php>. Zugriff am 01.12.2008.
- Maria-Theresia-Gymnasium München (n.d.). Förderklassen für Hochbegabte. <http://www.mtg.musin.de/?cat=1&id=50>. Zugriff am 08.12.2008.
- Pawek, C. (2009). Dissertation. Persönliche Mitteilung. Universität Kiel.
- Peschel, F. (2002). Offener Unterricht – Idee, Realität, Perspektive und ein praxiserprobtes Konzept zur Diskussion. Teil I: Allgemeindidaktische Überlegungen. Teil II: Fachdidaktische Überlegungen. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Renzulli, J.S. & Reis, S.M. (2002). The Schoolwide Enrichment Model. In K.A. Heller, F.J. Mönks, R.J. Sternberg & R.F. Subotnik (Eds.), International handbook of giftedness and talent (2nd ed., rev. reprint, pp. 367-382). Amsterdam: Elsevier / Oxford: Pergamon.
- Stumpf, E., Neudecker, E. & Schneider, W. (2008). Teilnehmer-Feedback zum School\_Lab Oberpfaffenhofen – eine Pilotstudie zu außerschulischen Enrichmentkursen für Gymnasiasten. Würzburg.
- Wagenschein, M. (1962). Die pädagogische Dimension der Physik. Grundthemen der pädagogischen Praxis. G. Westermann, Braunschweig.
- Wagenschein, M. (1980). Naturphänomene sehen und verstehen. Genetische Lehrgänge. Hrsg. v. H.C. Berg. E. Klett, Stuttgart.