

# Schule forscht

Ansätze und Methoden zum forschenden Lernen

von  
Prof. Rudolf Messner

1. Auflage

edition Körber-Stiftung 2009

Verlag C.H. Beck im Internet:  
[www.beck.de](http://www.beck.de)

ISBN 978 3 89684 335 7

# Schule forscht

## Ansätze und Methoden zum forschenden Lernen

Herausgegeben von Rudolf Messner

In Zusammenarbeit mit  
Matthias Mayer, Thomas Nöthen,  
Christine Reese und Sven Tetzlaff

# Inhalt

Vorwort 9

## **PLÄDOYERS FÜR EINE NEUE LEHR-LERN-KULTUR**

Forschendes Lernen aus pädagogischer Sicht 15  
*von Rudolf Messner*

Lernen braucht Erfolgsmomente 31  
*von Albrecht Beutelspacher*

Lernen braucht Freude am Widerstand 38  
*von Andreas Müller*

Neue Bündnisse für den Nachwuchs 48  
*von Joachim Milberg und Martina Röbbcke*

Die Bedeutung von Motivation und Emotionen für den Lernerfolg 57  
*von Gerhard Roth*

## **ANSÄTZE IN DEN FACHDISZIPLINEN**

Alltagsorientierung in den Naturwissenschaften.  
Forschendes Lernen im Chemieunterricht 77  
*von Ilka Parchmann*

Eine natürliche Beziehung. Forschendes Lernen  
in der Mathematik 89  
*von Volker Ulm*

Impulse für offenes Experimentieren.  
Forschendes Lernen in der Physik 106  
*von Udo Backhaus und Thomas Braun*

Das Politik-Labor. Forschendes Lernen in der Politischen Bildung 122  
*von Dirk Lange und Inken Heldt*

Forschendes Lernen: Impulse zur Klärung fachlicher Schwerpunkte 131  
*von Rudolf Messner*

## **EINBLICKE IN DIE PRAXIS**

**Der erste Kontakt: Wissenschaft zum Anfassen 144**  
*von Moritz Behrendt*

Eine Reise durch Schülerlabore und Science Center 145

»Was Schülerlabore leisten können« 160

*Ein Interview mit Manfred Euler, Universität Kiel,  
und Franz-Josef Scharfenberg, Universität Bayreuth*

**Laufen lernen: Die Chancen von Projektarbeit 166**  
*von Julia Jaki*

Expedition Vulkaneifel: Schüler betreiben  
wissenschaftliche Feldforschung 167

*Projektvorstellung von Wolfgang Fraedrich, Gymnasium Heidberg*

»Mehr Sensibilität im Umgang mit der Natur« 176

*Ein Interview mit Hans-Ulrich Schmincke, IFM-GEOMAR*

*e-truck*: Schüler, Studenten und Auszubildende  
konstruieren intelligente Roboter 180

*Projektvorstellung von Rainer Köker, Kurt-Körber-Gymnasium*

»Wir brauchen guten Nachwuchs« 188

*Ein Interview mit Gerald Glaeser und Simon Fischer,  
Hauni Maschinenbau AG*

Die Geschichts-AG: Schüler auf historischer Spurensuche 192  
*Projektvorstellung von Wolfhart Beck,  
Annette-von-Droste-Hülshoff-Gymnasium*

»Freiräume für leistungsstarke Schüler schaffen« 200  
*Ein Interview mit Arnold Hermans,  
Annette-von-Droste-Hülshoff-Gymnasium*

Das Projekt »Menschenwürde«: Schüler forschen  
über Grenzfragen der Ethik 204  
*Projektvorstellung von Monika Sänger, Bismarck-Gymnasium*

»Brückenschlag zwischen Schule und Universität« 212  
*Ein Interview mit Wolfgang U. Eckart und Heidi Nagelin,  
Universität Heidelberg*

**Schule verändern: Forschen als Grundhaltung** 216  
*von Heinfried Tacke*

Die Probe aufs Experiment: Wie Freies Lernen den  
Forscherdrang fördert 217

»Wir Lehrer müssen ein Stück Kontrolle aufgeben« 222  
*Ein Interview mit Barbara Buchfeld und Sandra Friedrich,  
Offene Schule Kassel-Waldau*

Lernen im Forschungsinstitut: Das Projekt HIGHSEA 227

»Ein ganz anderer Ernstcharakter« 232  
*Ein Interview mit Susanne Gatti und Kerstin von Engeln,  
Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung*

Vom Hobbyclub zum Schülerforschungszentrum:  
Porträt eines Erfolgsmodells 237

»Selbstwirksamkeit statt Fremdbestimmung« 244  
*Ein Interview mit Klaus-Peter Haupt, PhysikClub Kassel*

## **SERVICE**

Schule und Wissenschaft: Wer bietet was? 251

Autorinnen und Autoren 276

# Forschendes Lernen aus pädagogischer Sicht

von *Rudolf Messner*

Offensichtlich sind dies zwei unterschiedliche Sachverhalte: forschend zu lernen und dieses besondere Lernen pädagogisch zu betrachten. Damit entstehen auch zwei nicht einfach zu beantwortende Fragen. Zunächst: Was heißt das, forschend zu lernen? Kann dabei wirklich von Forschung gesprochen werden, oder ist dies nur eine beschönigende Wendung, um Schülerinnen und Schüler in das oft ungeliebte Terrain anspruchsvollen fachlichen Lernens zu locken, in dem ihnen dann doch nur das Nacherfinden von längst Bekanntem möglich ist? Wie überhaupt verhalten sich Forschen und Lernen zueinander? Auf der einen Seite scheint Forschen als die Suche nach neuer Erkenntnis immer auch ein Lernen zu sein, allerdings anders begründet und motiviert als der kulturtradierende Typus schulischen Lernens. Und – wir nähern uns den explizit pädagogischen Aspekten des Themas: Ist forschendes Lernen schon im Kindesalter möglich oder ist es nur den höheren Jahrgängen vorbehalten oder gar nur der Universität? Dort ist das »forschende Lernen« in Humboldt'scher Tradition in den 70er-Jahren als hochschuldidaktische Konzeption studentischen Lernens reaktiviert worden (vgl. Bundesassistentenkonferenz, 1970; Huber, 1998). Schließlich: Wie kann forschendes Lernen angebahnt, in Gang gehalten, begleitet und unterstützt, in seinen Ergebnissen dokumentiert und überprüft werden? Welches ist dabei die Rolle von Lehrerinnen und Lehrern? Lässt sich forschendes Lernen als Unterrichtsmethode in die Schule übertragen, oder ist es immer nur einer kleinen Gruppe besonders begabter Schüler vorbehalten, die zudem bereit sind, Zeit dafür weit über den normalen Unterricht hinaus aufzuwenden?

## 1. Drei Beispiele

Fragen über Fragen, die sich nicht durch den bloßen Rekurs auf gängige Argumente beantworten lassen. Eher schon durch Beispiele, die als Fälle forschenden Lernens unstrittig sind. Sie sollen daher kurz vorgestellt werden, ehe in Teil 2 eine klärende Antwort auf die genannten Fragen versucht wird.

### Zehnjährige erkunden Schallphänomene

Beispiel 1 führt zum Übergang von der Grundschule in die Sekundarstufe, nämlich zu einer Gruppe Zehnjähriger, mit denen der Freiburger Pädagoge Siegfried Thiel im Sinne Martin Wagenscheins Schallphänomene untersucht hat (Thiel, 1973, 130ff.). Auszüge aus einem insgesamt vierstündigen Gespräch:

Die Gruppe hat schon, wie der Lehrer sagt, »seltsame Beobachtungen« darüber gemacht, dass bei größeren Entfernungen das schallerzeugende Ereignis und das Hören des Schalls nicht zusammenfallen.

Rainer berichtet: »Da haben wir eine Trommel genommen, und da ist einer ungefähr 600 Meter darunter gegangen, und dann hat er getrommelt, und dann kam er erst nachher, der Schall.«

Ralf ergänzt: »Da kam der Ton erst, wo der ... den Schläger schon wieder weggehoben hat.«

Mithilfe des die Gruppe anleitenden Lehrers – »Ja, ein bisschen helfen«, sagt ein Schüler – dämmert den Zehnjährigen im weiteren Gespräch, dass der Schall von seiner Quelle zu unserem Ohr eine Wegstrecke zurücklegen muss und dass sie, um das zu verstehen, überlegen müssen, wie eigentlich der Schall auf der Trommel entsteht. Hier haben die Schüler schon Vorerfahrungen:

Stefan: »Da, wo ich auf die Trommel geschlagen hab, da hat das Trommelfell immer gezittert, und das hab ich mit den Händen gespürt – ganz kitzelig.«

Dasselbe wird beim Zusammenschlagen von zwei Musikbecken, sogenannten Tschinellen, berichtet und gleich überprüft. Alle Gruppenmitglieder können mit den Händen fühlen, wie die tönenden Metalle vibrieren. Mit der Zunge kann man dies deutlicher, sogar schmerzhaft spüren. Dann eine wichtige Erkenntnis:

Stefan: »Wenn man Dinge zum Wackeln bringt, so wie das Becken, da gibt's einen Ton.«

Das wird nun an verschiedenen Instrumenten, z.B. einem Xylofon, einem Triangel und einem Tamburin ausprobiert. In der zweiten Stunde äußern die Schüler vielerlei Vermutungen, um in eigener Sprache das merkwürdige WIE der Entstehung des Hörens von Schall zu erklären:

Wolfgang: »Die Luft wird weggeschubst, da so angeschubst, weil das Trommelfell so hin und her wackelt. Da wackelt auch die Luft so hin und her, die da ist.«

Lehrer: »Und wieso höre ich dann die Trommel?« (Das Trommelfell im Ohr kennen die Schüler schon.)

Ein anderer Stefan: »Ich denk, wenn die Luft wackelt bei der Trommel, da wackelt auch die Luft da bei meinem Ohr, beim Trommelfell, und da hört man's ... Des macht also die Luft, die wird von der ersten Trommel gewackelt, weil da das Trommelfell hin und her geht, und da fliegt die gewackelte Luft zu der anderen Trommel und stößt da an das Fell, und da wackelt des auch.«

Die Behauptung dürfte kaum auf Widerspruch stoßen, dass in den Versuchen und Äußerungen der Kinder forschendes Lernen praktiziert wird. Es ist alles da, das eigene bohrende Nachforschen, um ein Naturphänomen zu verstehen, das Formulieren eines Gesetzes, wenn auch nicht in der Fachsprache der Schallwellen, so doch im nicht minder eindrucksvollen selbst produzierten Bild des Hin-und-her-Wackelns der Luft.

## Jugendliche forschen über »Jung und Alt in der Geschichte«

Das Beispiel 2 bezieht sich vorwiegend auf die Sekundarstufe. Es gilt nicht einem einzelnen Fall, sondern einer der größten Innovationen, die wir in der Bundesrepublik im Bereich forschendes Lernen vorfinden, dem Geschichtswettbewerb des Bundespräsidenten. Nicht weniger als 5100 Schüler aller Bundesländer haben sich mit 1254 Beiträgen, davon drei Viertel aus Gymnasien, am Wettbewerb 2006/07 zum Thema »miteinander – gegeneinander? Jung und Alt in der Geschichte« beteiligt. 50 davon sind Ende Oktober 2007 durch den Bundespräsidenten ausgezeichnet worden (vgl. Körber-Stiftung, 2006).

Damit wird ein überwältigendes Beispiel für die Anziehungskraft des forschenden Lernens für die Jahrgänge ab 5 bis zum Abitur geliefert. Die historische Spurensuche, die detektivische Freude am Aufdecken des Werdens und der Veränderung des eigenen Lebens scheint für junge Menschen gerade dort besonders attraktiv zu sein, wo die geänderten Verhältnisse im persönlichen Kontakt zur älteren Generation erfahrbar sind. Oder auch, wenn örtlich-regionale Änderungen der Lebensverhältnisse im historischen Vergleich kontrastreich erlebbar werden.<sup>1</sup>

- So hat z. B. eine Bundessiegerin, Gymnasiastin des Jahrgangs 12 aus Baden-Württemberg, in ihrer Arbeit *Der dumme Bauerntölpel?* das Verhältnis von Lehrern und Schülern in einer Landschule des frühen 17. Jahrhunderts und damit ein Stück bisher wenig bekannter Schulgeschichte zutage gefördert. Grundlage war eine Schulordnung aus dem Jahr 1611.
- *So wie die Alten sungen, zwitschern nicht mehr die Jungen*, lautete der Titel des Beitrags einer Achtklässlerin aus Bayern. Sie recherchierte in der Befragung von Frauen aus der Großelterngeneration, ob es früher den oft berufenen bedingungslosen Gehorsam gegenüber Älteren gegeben hat. Nein, so dokumentierte sie an einzelnen Beispielen, auch früher machten die Jungen nicht, was die Alten wollten.
- Weitere preisgekrönte Forschungsarbeiten haben die Titel *Wenn Mädchen Mütter werden. Die Situation der minderjährigen Mutter von*

*1900 bis heute oder Wer bin ich? Was darf ich? Ärztin und Bäuerin. Drei Generationen im Vergleich oder Colored Families in Deutschland. Eine Gruppe wurde für einen Film zum Thema Leben unter einem Dach. Reise in die Zeit vor 100 Jahren – ein Selbstversuch ausgezeichnet.*

Unzweifelhaft wird auch hier forschend gelernt. Aber der Typus des Forschens ist hier ein anderer als beim naturwissenschaftlich orientierten Erkunden der Geheimnisse der Schallübertragung. Es geht nicht um gesetzmäßige Verallgemeinerungen, sondern um die Besonderheit und Einzigartigkeit der Ereignisse. Diese sind kulturell geprägt, das heißt, sie zu begreifen bedeutet, sich die spezifischen Sinn- und Wertzusammenhänge verstehend anzueignen, in die sie lebensgeschichtlich und gesellschaftlich eingebettet sind. Auch hier lassen sich Muster und Regelmäßigkeiten erkennen, z.B. die sich wandelnde Rolle der Frau oder die sich ändernden Geschlechterverhältnisse. Diese spielen sich aber immer im Rahmen der von Menschen gemachten und von ihnen erlittenen Geschichte ab und berühren daher nicht nur die Beziehung zwischen Objekten, sondern ethisch relevante menschliche Verantwortlichkeiten und Entscheidungen.

Im Geschichtswettbewerb wird von den forschend Lernenden der Einsatz eines spezifischen Methodenrepertoires gefordert. Spurensuche bedeutet meist aufwendige Quellenarbeit in Museen, Bibliotheken oder Archiven und den Umgang mit unterschiedlichem Material, von in Kurrentschrift geschriebenen Briefen und Aufzeichnungen bis zu alten Zeitungen, Bildern und Filmen. In oft lang erstreckten Arbeitsprozessen, die die Motivation und Durchhaltekraft auf die Probe stellen, muss alles festgehalten, dokumentiert und ausgewertet werden, bis ein präsentables Resultat vorliegt. Fast immer hat man es aber bei kulturellen und sozialen Themen auch mit Menschen zu tun, z.B. Zeitzeugen oder Experten. Ihnen zu begegnen und sie zu befragen, fordert den jugendlichen Forscherinnen und Forschern beträchtliche Empathie ab. Sie müssen sich in andere Zeiten, Persönlichkeiten und Ansichten einfühlen, sich mit der Unterschiedlichkeit der Perspektiven auseinandersetzen, Respekt vor andersartigen Lebenserfahrungen erwerben und lernen, dass es nicht nur eine Wahr-

heit gibt. In diesem Sinne lassen die Ergebnisse des Geschichtswettbewerbs erkennen, dass durch seine einzelnen Vorhaben das Verständnis der Generationen füreinander – also das Miteinander der Generationen und nicht ihr Gegeneinander – gefördert wird. Darin liegt sein großer sozialer Gewinn.

### **Aerogel-Untersuchungen im Kasseler PhysikClub**

Beispiel 3 führt in den scheinbar konträren Bereich anspruchsvoller naturwissenschaftlicher Arbeit. Dem Thema forschendes Lernen wird nur gerecht, wer auch diesen Bereich, in dem forschendes Lernen seinen Ursprung hat, einbezieht. Dies soll durch die kurze Zusammenfassung eines Interviews mit drei Abiturienten aus Kasseler Gymnasien im Kasseler PhysikClub geschehen. Sie haben ihr in zweijähriger Arbeit für Jugend forschend antragsreif gemachtes Vorhaben im Expertenstil erklärt (der im Folgenden etwas abgemildert wird).<sup>2</sup>

Die Gruppe arbeitet daran, ein Verfahren zu entwickeln, um einen Werkstoff mit dem Namen AEROGEL in seinen Eigenschaften verbessern zu können. Was sind Aerogele? Es handelt sich dabei um sehr kostspielige glasartige Feststoffe, die fast völlig von Poren durchsetzt sind. Aerogele bestehen, obwohl sie Feststoffcharakter haben, zu 99 % aus Luft. Nach den Worten von W., dem schwächlichen, hochkompetenten, theoretisch präzise formulierenden Abiturienten, der in der Gruppe als Sprecher eine Art Leaderfunktion innehat, verbinden Aerogele eine relativ hohe Festigkeit mit extrem niedrigem Gewicht und Durchsichtigkeit. Sie werden z. B. in der Weltraumfahrt, wo niedriges Gewicht und hohe Abschirmwirkungen wichtig sind, in Form von dünnen Beschichtungen oder Matten als Dämmmaterial zur Isolierung von thermischen, elektrischen oder akustischen Einwirkungen verwendet.

Im ersten Teil des Projekts war es darum gegangen, sich den Prozess der Herstellung von Aerogel anzueignen. Die bisherigen Verfahren haben allerdings den Nachteil, dass die Gel-Produkte nicht reißfest werden, außerdem sind nur kleine Mengen herstellbar. Diese Begrenzungen erken-

nend – und zu hoch spezialisierten Aerogel-Experten geworden –, suchte die Gruppe nach Lösungen für eine bessere Produktion des Stoffs und zog dazu ihren Physiklehrer, Herrn H. hinzu. Ilian F. berichtet:

»Wir hatten zwar einige Ideen, wussten aber nicht, was wir mit diesem Aerogel weiter anstellen sollten. Herr H. hat sich unsere Ideen angehört und eben die erfolversprechendste ausgewählt. Er hat gesagt, ihr könntet das mal so ausprobieren. Ich helfe euch dabei, das zu planen, und genau so ist es passiert.«

Die gewählte Idee bestand darin, durch die Einwirkung von Schallwellen im Aerogel spezifische gitterartige Eigenschaften zu erzeugen. Dadurch konnte die Lärmdämpfungsleistung des Materials beträchtlich erhöht werden. Die eingeleitete Entwicklung fand schließlich die Unterstützung von Sponsoren, wodurch die notwendigen teuren Materialien und Apparaturen der Gruppe finanziert werden konnten.

Die Gruppe selbst versteht ihre Arbeit nicht nur als forschendes Lernen – dies schien es ihr im ersten Teil zu sein –, sondern inzwischen als eigenständiges Forschen. Wesentlich, um zu diesem Punkt zu gelangen, war nach den Aussagen der Abiturienten bei aller Eigenständigkeit nicht nur die Unterstützung durch ihren Lehrer, sondern auch die Aneignung von Verfahrenstechniken. Die Mitglieder der Gruppe erwähnen, dass sie sich am Anfang Informationen aus dem Internet holen konnten. Später ist dann das Verständnis von originalen wissenschaftlichen Texten, Fachliteratur, auch Dissertationen, entscheidend gewesen. An erworbenen fachlich-methodischen Kenntnissen führen sie an:

- das Arbeiten mit Flüssigkeiten bei der Aerogel-Herstellung
- das stoffverändernde Herstellungsverfahren (verbunden mit einem monatelangen Prozess des Experimentierens und Aneignens)
- die Erarbeitung chemischer Grundlagen
- das Umrechnen von Massen-Verhältnissen sowie Computer-, Mess- und Lasertechniken
- schließlich die Erzeugung der Schallwellen mithilfe von Kristallen (»Das haben wir von einer Gruppe im PhysikClub, die damit schon gearbeitet hat, übernommen.«).

Im Beispiel 3 wird, wie sich aus der Beschreibung ergibt, gelernt und geforscht. Dabei zeigt sich, dass zunächst ein nachvollziehendes Forschen als Mittel des Lernens eingesetzt wird. Später übernimmt das selbstständige, von Herrn H. unterstützte Forschen die führende Funktion.

## 2. Forschendes Lernen und seine Bedingungen

### Was heißt forschend lernen?

Wenn von forschendem Lernen gesprochen wird, dann wird aus pädagogischer Sicht Forschen immer schon unter dem Blickwinkel betrachtet, ob es im schulischen Prozess der Erfahrungsbildung eine Hilfe sein und wie weit es als Methode zur Erreichung der schulischen Bildungsziele beitragen kann (vgl. Bastian, 1991). Die Tätigkeit des Forschens wird für den Aufbau des Weltwissens der Schüler in der Schule zu nutzen versucht. In diesem Sinne, so die These, sind alle drei Fälle Beispiele wirklichen forschenden Lernens. Der aus pädagogischer Sicht leitende Gedanke besteht darin, dass es sich beim Forschen um eine auch außerhalb der Wissenschaft vorfindbare und notwendige universelle menschliche Grundfähigkeit handelt. Forschen zeigt sich in einer bestimmten Haltung. Neugier gehört dazu. Wissenwollen, die Bereitschaft, den Dingen auf den Grund zu gehen. In den Geisteswissenschaften bedeutet dies vor allem, den Sinn und die Bedeutung von Sachverhalten zu verstehen, in den Naturwissenschaften, deren Funktionieren erklären zu können. Zur Tätigkeit des Forschens gehört auch ein spezifischer Modus des Umgangs mit der Welt: Sich selbst Fragen stellen und sich zum Ziel setzen, darauf eigenständig Antworten zu finden; planmäßig vorgehen; sich auf den Weg eigenen Untersuchens und Nachforschens begeben; alles Behauptete überprüfen und für andere durchschaubar machen. Im praktisch-ästhetischen Bereich: neue kreative Produkte und Gestaltungsformen finden.

Ein zweiter Gedanke kommt hinzu. In unserer Kultur haben sich die Forschungsbereitschaft und -tätigkeit zu sehr in die hehren Zirkel der

Wissenschaftsinstitutionen zurückgezogen und dort spezialisiert. Dabei wäre es doch notwendig, forschende Impulse schon früh bei Kindern zu wecken und entsprechenden Formen der Weltaneignung im gesamten Schulunterricht mehr Raum zu geben. Es dürfte keineswegs übertrieben sein, wenn aus pädagogischer Sicht festgestellt wird, dass nach wie vor gilt, dass in der Schule angesichts des Stoff- und Zeitdrucks, gerade in den höheren Jahrgängen und an den Hochschulen, belehrende Wissensvermittlung einseitig dominiert. Alle Lehrbücher sind schon geschrieben. Der Wissenserwerb gleicht oft dem Umfüllen von einem Behälter in einen anderen. Es wird meist nur über schon stattgefundene Wissensexpeditionen berichtet. Die Schülerinnen und Schüler erhalten selten Gelegenheit, begleitet von ihren Lehrpersonen, sich auf eigene Wissenserkundungen zu begeben. Demgegenüber ist es nötig – und angesichts der heute weit hin dominierenden medialen Weltvermittlung in erhöhtem Maße –, die Praxis der forschenden Auseinandersetzung mit der Welt vom Anfang der Schulzeit an – und für *alle* Schüler – zu einem festen Bestandteil des Lernens zu machen.<sup>3</sup>

### **Forschendes Lernen im Kontext verwandter Unterrichtsformen verschiedener Altersstufen**

Aufgrund der Fortschritte der Lehr-Lern-Forschung hat das Wissen stark zugenommen, das für forschendes Lernen relevant ist. Dies betrifft z.B. die kognitiven Lernprozesse (Stichwort Konstruktivismus) sowie kooperative Austauschprozesse der Schüler (Stichwort ko-konstruktives Lernen). Davon hat auch die ältere Diskussion um ähnliche Methoden sehr profitiert. Als forschendes Lernen können schulische Arbeitsformen dann bezeichnet werden, wenn sie dem Suchen und Finden von Erkenntnissen dienen, die für die Lernenden neu sind, und in Haltung und Methode analog den Einstellungen und dem systematischen Vorgehen erfolgen, wie es für wissenschaftliches Arbeiten charakteristisch ist. Entdeckendes Lernen, das oft – vor allem in der Grundschule und Sekundarstufe I – synonym gebraucht wird, ist durch den amerikanischen Psychologen

Jerome Bruner näher begründet worden (Bruner, 1961). Es weist in seinen Zielen große Nähe zum forschenden Lerntyp auf, das wissenschaftliche Vorgehen ist bei ihm aber weniger ausgeprägt, sodass man es als Vorform des forschenden Lernens bezeichnen könnte. Projektunterricht hat nur in seltenen Fällen spezifische Erkenntnisziele zum Gegenstand, er zielt, begründet von seinen Initiatoren, Dewey und Kilpatrick, auf gesellschaftlich relevante Ergebnisse vorwiegend praktischer Art (vgl. Kilpatrick und Dewey, 1935). Auch in seiner methodischen Organisation geht Projektunterricht als didaktisches Planverfahren weit über forschendes Lernen hinaus (vgl. Bastian, 1994; Frey, 1982). Dennoch sind Projektunterricht und forschendes Lernen nicht eindeutig abgrenzbar; Projektunterricht – als die umfassende Form – kann in Einzelfällen zum forschenden Lernen werden. Schließlich interessiert noch das Verhältnis des »selbstständigen Lernens« oder des »problemorientierten Unterrichts« zum »forschenden Lernen«. Hier sind die Bezüge klar formulierbar, beide beschreiben wichtige Aspekte des Lehr-Lern-Verfahrens bzw. der Unterrichtsorganisation, durch welche sich Lernumgebungen auszeichnen, die forschendes Lernen der Schüler anregen können.

Wie steht es mit dem forschenden Lernen auf verschiedenen Altersstufen? Wenn Forschen als Grundhaltung und -fähigkeit verstanden wird, die das ganze menschliche Leben durchzieht, dürfte kein Zweifel sein, dass Zehnjährige ihrer mächtig sind. Neugier und der Wille, Dinge zu klären, sind bei ihnen ebenso vorhanden wie experimentelles Vorgehen, genaues Beobachten und Überprüfen von Vermutungen. Forschendes Lernen in seinen Frühformen bedarf auch der besonderen Stützung durch die Lehrperson. Bei den Sekundarstufenschülern kann gesagt werden, dass die forschende Auseinandersetzung mit den einzelnen Themen in der Regel wissenschaftsorientiert geschieht. Forschendes Lernen bedeutet auf unterschiedlichen Altersstufen Verschiedenes. Es kann und soll früh in Tätigkeiten angebahnt werden, die dem Alltagsbewusstsein von Kindern entsprechen. Seine Formen werden auf der Sekundarstufe I zunehmend wissenschaftsorientierter. Schließlich findet auf der Sekundarstufe II im wissenschaftspropädeutischen Unterricht das forschende Lernen Anschluss an den aktuellen Stand der Wissenschaft. In der forschenden

Nachentdeckung ihrer Theorien und Methoden können wissenschaftliche Prozesse subjektiv neu erfahren werden, obwohl die gewonnenen Erkenntnisse objektiv schon bekannt sind.

## Lernumgebungen für forschendes Lernen

Von den eingangs gestellten Fragen sind noch jene unbeantwortet geblieben, die nach den schulischen und unterrichtlichen Bedingungen der Förderung des forschenden Lernens fragen, einschließlich der Rolle der Lehrerinnen und Lehrer und der Möglichkeit, alle Schüler an dieser Lernform teilhaben zu lassen.

Forschendes Lernen wird als eine notwendige Form des Unterrichts betrachtet, die – neben stärker direktiven, lehrergesteuerten Vorgehensweisen – zum Kernbereich jeder entwickelten Unterrichtskultur gehört. Andererseits ist es fraglich, inwieweit forschendes Lernen in wissenschaftsnäheren Formen oder gar im Sinne eigener Forschungsarbeit Teil des schulischen Regelunterrichts werden kann. In der gymnasialen Oberstufe findet es sich in Form des wissenschaftspropädeutischen Unterrichts. Dieser braucht jedoch zur Realisierung kompensatorische Unterstützung, wie sie durch Schülerwettbewerbe vom Typ Jugend forscht und andere geleistet werden.<sup>4</sup>

Formuliert seien abschließend einige Thesen zu Punkten, auf die es aus pädagogischer Sicht beim forschenden Lernen besonders ankommt (vgl. bes. Aebli, 1983; Baumert, 1997; Hasselhorn und Gold, 2006; Blum und Messner, 2005; Reusser, 2005; Mandl und Friedrich, 2006):

### *(1) Lehrpersonen haben Vorbild- und Modellcharakter*

Forschendes Lernen erfordert selbstständige und selbstregulierte Schülerarbeit. Doch gerade diese – im Schulalltag ist das täglich zu erfahren – braucht das Vorbild von fachlich, methodisch und menschlich kompetenten Lehrpersonen. Sie müssen in ihrer Haltung forschendes Lernen vorleben, für die Schüler zum Modell werden, etwa in der Klarheit, Ver-

ständigkeit und Kreativität, wie sie mit Wissen und Problemen umgehen oder wie sie die Schüler zum eigenen Forschen herausfordern.

*(2) Inhalte für Lernende attraktiv machen*

Zur Anregung für forschendes Lernen gehört auch, dass die Lehrpersonen das, was sie lehren, für Kinder und Jugendliche interessant machen können. Zu nennen ist hier, dass sie selbst das Gelehrte kompetent beherrschen, es auch selber interessant finden. Wichtig sind ferner der Realitäts- und Sinnbezug sowie das Aufzeigen der gesellschaftlichen Relevanz der Inhalte. Das Herausarbeiten von offenen, authentischen Problemen und fachübergreifenden Verbindungen gehört ebenfalls dazu.

*(3) Die Wissenskultur der Schüler aufbauen*

Forschen im beschriebenen Sinn ist keine Tätigkeit, die man, wenn sie gebraucht wird, einfach anknipsen kann. Sie muss durch das Ernstnehmen der Interessen der Schüler und ihrer schon vorhandenen Kompetenzen und deren Herausforderung durch motivierende Problemstellungen und Aufgaben in vielen Einzelsituationen die ganze Schulzeit hindurch geübt und entwickelt werden. Die Herausforderung besteht darin, jedem Schüler und jeder Schülerin individuell gerecht zu werden.

*(4) Eine das Forschen fördernde Atmosphäre schaffen*

Das kann, wenn an die Praxis werkstattähnlicher Lern- und Forschungsszenarien gedacht wird, durch Räume geschehen, die eigens für Gruppen forschender Schüler zur Verfügung stehen. Allein die Entzifferung des für Außenstehende zunächst scheinbar chaotischen Durcheinanders von Arbeitsmaterialien, Geräten und Büchern kann das Interesse wecken, noch mehr die Verkörperung von Kompetenz durch Mitschüler, die ihre Forschungsarbeit erklären.

*(5) Lernen durch Aufbau des Wissens in eigenständiger Arbeit*

Das Geheimnis dessen, was der Forderung nach konstruktivem Lernen sinnvoll zugrunde gelegt werden kann, besteht m.E. nicht darin, Schüler die Welt neu erfinden zu lassen, sondern – neben gutem lehrgangsartigen Unterricht, der auch seinen Wert hat – ihnen immer wieder abzuverlangen, Begriffe, Vermutungen über Zusammenhänge und Problemlösungen durch eigenes Denken zu finden. Kognitiv gesprochen: ihr Wissen selbst aufzubauen. Wissen kann nicht einfach übernommen, es muss eigenständig konstruiert werden.

*(6) Den Lernenden Arbeitstechniken vermitteln*

Methodenlernen macht nicht unselbstständig, sondern es rüstet die Schüler erst für eigene forschende Arbeit aus. Das Repertoire, das dafür zur Verfügung steht, reicht vom Training eigenverantwortlicher Mitschriften (Schreiben ist für die gedankliche Durchdringung von Sachverhalten zentral) und dem Üben fachspezifischer Recherche- und Experimentierformen bis zu den neuerdings ins Spiel gebrachten Lernstrategien und methodischen Werkzeugen, die sich, wenn ihr Gebrauch trainiert wird, besonders bei der gedanklichen Begleitung der eigenen Arbeit bewährt haben.

*(7) Kompetentes Verfügen über Unterrichtsmethoden*

Ein im forschenden Lehren erfahrener Lehrer nennt folgende dafür notwendige Bereiche professionellen Könnens: Er muss, so sagt er, kompetent sein im Arrangement eigenständiger Schülerarbeit und in effektiven Formen der Gruppenarbeit, in Präsentationen sowie in Unterrichtsgesprächen; selbstverständlich auch im Lehrervortrag, in der Anregung von Begleittechniken für Schülerarbeiten, z.B. Portfolios. Besonders wichtig sind ihm – er benutzt dafür die englischen Termini des »Apprenticeship-Konzepts« – Modeling, Scaffolding, Coaching. Auf gut Deutsch: der Wechsel vom stützenden Vormachen zu schrittweise eigenständigerer Schülerarbeit (vgl. Haupt, 2004).

*(8) Ko-konstruktives kooperatives Lernen*

Als erfolgreich hat sich erwiesen, dass Schüler im forschenden Lernen ihre Gedanken und Lösungsansätze, gleichsam ihr inneres Denken über die Sache austauschen – sachbezogen, ohne Konkurrenzdruck oder den Übereifer des gegenseitigen Helfenwollens. Das Vorbild leistungsstärkerer Schüler ist hier besonders wichtig.

*(9) Die pädagogische Komponente: die Schüler als Personen in ihrem Wissens- und Entwicklungsstand respektieren*

Die wichtigste pädagogische Voraussetzung erfolgreichen forschenden Lernens dürfte leicht zu formulieren, aber nicht einfach zu verwirklichen sein: Jeder Schüler muss sich an- und mitgenommen fühlen und die Unterstützung erhalten, die er persönlich braucht, auch wenn das im Fall Lernschwächerer – die auch ein Recht haben, auf ihre Art forschen zu lernen – besondere Geduld und im Fall von Überfliegern, die einen an die Grenze des eigenen Wissens führen, Selbstbescheidung verlangt.

*(10) Selbstständigkeitsfördernde Lernbegleitung*

Wie kann man helfen, ohne dabei zugleich die erstrebte Selbstständigkeit der Lernenden zu unterlaufen? Die Reformpädagogin Maria Montessori hat die Lösung dieses anspruchsvollen Problems gefunden: »Hilf mir, es selbst zu tun!«

*(11) Alle Schülerinnen und Schüler brauchen forschendes Lernen*

Im Unterricht forschend lernen zu können, so die abschließende und alles zusammenfassende These, ist für alle Kinder und Jugendlichen von heute eine Notwendigkeit. Schule muss den Lernenden für die Erfahrung eigenen Suchens und Forschens Zeit und Raum schaffen, um ihnen eine Chance zu geben, die bestehende Übermacht des rezeptiv Vermittelten in der Praxis moderner Mediengesellschaften geistig zu bewältigen. So gesehen ist forschendes Lernen ein *Menschenrecht*.

## Anmerkungen

- 1 Die folgenden Angaben zu einzelnen Wettbewerbsarbeiten sind Pressemitteilungen der Körber-Stiftung zum Geschichtswettbewerb 2006/07 entnommen.
- 2 Für die Bereitschaft, in einem ausführlichen Interview über das Projekt »Aerogele« zu berichten, sei den Projektteilnehmern Christian Georg Wehrberger und Philipp Nguyen (Engelsburg) sowie Ilian Eilmers (Albert-Schweitzer-Schule Kassel) herzlich gedankt; ebenso ihrem Betreuer Klaus-Peter Haupt für umfassende Informationen und Einblicke in die Arbeit des von ihm begründeten, an der Schweitzer-Schule angesiedelten Kasseler Physik-Clubs.
- 3 Zum forschenden Lernen auf verschiedenen Altersstufen vgl. Messner 2007.
- 4 Siehe dazu Messner 2007, zum Unterricht auf der gymnasialen Oberstufe vgl. Huber 2007.

## Literatur

- Aebli, H. (1983): Zwölf Grundformen des Lehrens. Stuttgart: Klett.
- Bastian, J. (1991): Schüler als Forscher. In: Pädagogik, Heft 2/1991, S. 6–11.
- Bastian, J. (Hrsg.) (1994): Das Projektbuch. Hamburg: Bergmann + Helbig.
- Baumert, J. et al. (1997): Gutachten zur »Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts« (SINUS). Heft 20, Bund-Länder-Kommission. Bonn.
- Blum, W. & Messner, R. (2005): Selbständiges Lernen im Fachunterricht. Kassel: kassel university press.
- Bruner, J.S. (1961): The act of discovery. Harvard Educational Review 31/1961, S. 21–32 (deutsch: Heinz Neber (Hrsg.): Entdeckendes Lernen. Weinheim: Beltz, 1973, S. 15–27.
- Bundesassistentenkonferenz (1970): Forschendes Lernen – Wissenschaftliches Prüfen. Schriften der BAK, Heft 5, Bonn.
- Dewey, J. & Kilpatrick, W.H. (Hrsg.) (1935): Projekt-Plan. Grundlegung und Praxis. Weimar.
- Frey, K. (1982): Die Projektmethode. Weinheim: Beltz.
- Hasselhorn, M. & Gold, A. (2006): Pädagogische Psychologie. Erfolgreiches Lehren und Lernen. Stuttgart: Kohlhammer.

- Haupt, K.-P. (2004): Konstruktivistische Methoden für ein integratives Lernen. Kassel ([www.physikclub.de](http://www.physikclub.de)).
- Huber, L. (1998): Forschendes Lehren und Lernen – eine aktuelle Notwendigkeit. In: Das Hochschulwesen 1/1998, S. 3–10.
- Huber, L. (2007): Hochschule und gymnasiale Oberstufe – ein delikates Verhältnis. In: Das Hochschulwesen 1/2007, S. 8–14.
- Körper-Stiftung (2006): Spuren suchen. Zeitschrift des Geschichtswettbewerbs des Bundespräsidenten. 20. Jg. 2006.
- Mandl, H. & Friedrich, H.F. (2006): Handbuch Lernstrategien. Göttingen: Hogrefe.
- Messner, R. (2007): Schülerwettbewerbe leisten methodische Pionierarbeit. In: P. Fauser & R. Messner (Hrsg.): Fordern und Fördern. Was Schülerwettbewerbe leisten. Hamburg: edition Körper-Stiftung, S. 15–30.
- Reusser, K. (2005): Problemorientiertes Lernen. In: Beiträge zur Lehrerbildung, 23. Jg., 2, S. 159–182.
- Thiel, S. (1973): Grundschulkindern zwischen Umgangserfahrung und Naturwissenschaft. In: M. Wagenschein, A. Banholzer & S. Thiel: Kinder auf dem Weg zur Physik. Stuttgart: Klett, S. 90–180.

# Expedition Vulkaneifel

## Schüler betreiben wissenschaftliche Feldforschung

*Projektvorstellung von Wolfgang Fraedrich*

Wolfgang Fraedrich ist Lehrer für Geologie und Geographie am Hamburger Gymnasium Heidberg, seit 1996 leitet er dort Forschungsprojekte mit dem exotischen Schwerpunkt Vulkanologie. 2007 startete er mit zehn Schülern eine erfolgreiche Eifel-Exkursion.

### Die Projektidee

Forschen an aktiven Vulkanen – in einem eher ungewöhnlichen Gebiet führen wir am Gymnasium Heidberg in Hamburg bereits seit mehreren Jahren junge Menschen an forschendes Lernen heran. Das geschieht durch praktisches Arbeiten vor Ort: Aktive Vulkane sind faszinierende Naturerscheinungen, die den nötigen Respekt vor der Natur und ihren Gesetzmäßigkeiten vermitteln.

Den organisatorischen Rahmen für diesen schulischen, aber außerunterrichtlichen Arbeitsbereich bildet das »Young Scientists Research Project«. Hierbei handelt es sich um eine Plattform, die ich vor einigen Jahren an unserer Schule gegründet habe, um vorwiegend naturwissenschaftlich ausgerichtete Einzelprojekte zu initiieren und zu begleiten. Die Erfahrung hat gezeigt, dass solch eine etablierte und mit einem Namen versehene Organisationsstruktur hilfreich bei der Einbeziehung (internationaler) Kooperationspartner sein kann.

Seit 1998 führen wir so vulkanologische Projekte u.a. in Süditalien, Island und der Eifel durch. Im Juni 2007 leiteten meine Kollegin Heidi Schaefer und ich eine Expedition zum Meerfelder Maar, einem Vulkan in der Westeifel. Die teilnehmenden Schüler sollten hier den Ablauf eines Vulkanausbruches rekonstruieren.

Die Idee zu dieser Art Projektarbeit entwickelte sich aus verschiedenen Beweggründen heraus:

- Junge Menschen sind grundsätzlich interessiert und für Besonderes zu begeistern. Bereits im Kleinkindalter prägen Neugier, Forschungs- und Erkundungsdrang den Alltag und die Erfahrungswelt. Der gewöhnliche (Schul-)Alltag vermag oft nichts anzubieten, was diesen Drang adäquat befriedigt. Hier möchten wir ein Zeichen setzen und den Schülern ein Angebot machen.
- Wir wollen leistungswilligen jungen Menschen die Chance bieten, sich fachlich und methodisch zu bewähren, also in den Schülern Fähigkeiten entwickeln, die nicht nur fachspezifisch, sondern generell für den weiteren Bildungsweg von Bedeutung sind.
- Hierbei können wir auf unsere langjährige Erfahrung im Geologieunterricht am Gymnasium Heidberg bauen sowie auf Erfahrungen, die wir durch die Teilnahme an den Wettbewerben »Schüler experimentieren« und »Jugend forscht« gemacht haben. Diese ermöglichen es uns, das über das Alltagsschulgeschehen hinausgehende Leistungsvermögen unserer Schüler richtig einzuschätzen und angemessen weiterzuentwickeln.

## Das Eifelprojekt 2007 im Überblick

Die Eifel ist eines der Vulkangebiete in Mitteleuropa, in denen sich in jüngerer geologischer Vergangenheit zum Teil heftige Eruptionen ereigneten und die vulkanisch immer noch aktiv sind. An der Westflanke des Meerfelder Maars ereignete sich vor circa 29 000 Jahren ein Vulkanausbruch – rund 17 Meter hohe Gesteinsablagerungen zeugen bis heute von dieser Eruption in der Westeifel. Maare sind Explosivkrater, die durch heftige Ausbrüche dann entstehen, wenn aufsteigendes glutflüssiges Gestein (Magma) mit Grundwasser in Kontakt kommt. Sie sind bisher wenig erforscht worden, weshalb sich unsere Projektgruppe zum Ziel gesetzt hat,

den Ablauf der Maareruptionen zu rekonstruieren. Nach Kenntnis des Vulkanologen Hans-Ulrich Schmincke gab es bis zu unserem Projekt noch keine wissenschaftlichen Untersuchungen mit diesem Ziel. Eine solche Rekonstruktion kann sich jedoch als wichtig erweisen, wenn sich neue Ausbrüche ankündigen.

Im Mittelpunkt dieser Art von Projektarbeit stehen die Interessen der Schüler, die – oft zunächst vage formuliert – von den beteiligten Lehrkräften gelenkt werden. Zusätzlichen fachlichen Rat holen wir uns bei jedem größeren Projekt von Wissenschaftlern. Beim Eifel-Projekt 2007 begleitete uns Professor Schmincke vom IFM-GEOMAR in Kiel, der uns bereits im Jahr 2004 in gleicher Weise unterstützt hatte. Der international renommierte Vulkanologe verfügt über jahrelange Erfahrungen im Umgang mit Lernenden, kann die komplexen vulkanologischen Sachverhalte unter didaktischem Blickwinkel sehen und auch an Jugendliche vermitteln. Hans-Ulrich Schmincke, Heidi Schaefer (mit den Unterrichtsfächern Biologie und Deutsch) und ich haben in Vorgesprächen Ideen entwickelt und deren altersgerechte Umsetzung reflektiert. Die Auswahl der Schüler erfolgte durch uns Lehrkräfte. Wie bei den vergangenen Projekten auch, haben wir einzelne Schüler angesprochen, die zum einen Interesse am Thema Geologie gezeigt hatten und zum anderen durch ihre hohe Leistungsfähigkeit im Regelunterricht aufgefallen waren. Die Teilnehmerzahl war auf zehn – maximal vierzehn – Schüler festgelegt, da die auf eine Woche begrenzte Feldarbeit mit mehr Schülern nicht vernünftig durchführbar gewesen wäre. Die Körber-Stiftung förderte die Exkursion im Rahmen ihres Programms KiWiss – Wissenschaft für Kinder und Jugendliche.

In Zusammenarbeit mit den zehn beteiligten Schülern im Alter von 13 bis 15 Jahren ergaben sich schließlich vier einzelne Forschungsprojekte, die ein gemeinsames wissenschaftliches Ziel hatten: den »Energetischen Ablauf einer Maareruption – vor allem den Verlauf der Initialphase und der Endphase« – zu rekonstruieren. Da die Ergebnisse der Projekte bei den Schülerwettbewerben »Schüler experimentieren« und »Jugend forscht« im Frühjahr 2008 präsentiert werden sollten, war eine spezifische Schwerpunktsetzung für jedes der vier Einzelthemen nötig.

## Der Projektverlauf

Im Mittelpunkt des Projekts stand eine sechstägige Exkursion, die die Jungforscher von Hamburg aus in die Westeifel führte. Rund 25 km westlich von unserem Übernachtungsstandort Schalkenmehren liegt das Meerfelder Maar. An der Westflanke des Vulkans wird heute in einer Grube Vulkangestein abgetragen, das vornehmlich in der Bauwirtschaft Verwendung findet. Hans-Ulrich Schmincke hatte durch eine Vorexkursion sichergestellt, dass das Forschungsvorhaben wie geplant durchgeführt werden kann. Wir begleitenden Lehrkräfte übernahmen die Logistik des Projekts, organisierten die Reise und sorgten dafür, dass das nötige Equipment vorhanden war. Gemeinsam organisierten Wissenschaftler und Lehrer einen Vorbereitungsnachmittag, an dem sich die Schüler wesentliche Grundkenntnisse im Zusammenhang mit dem Eifel-Vulkanismus erarbeiten konnten.

Die Arbeit im Gelände bedeutete für die Schüler zunächst Learning by Doing. Sie mussten eigene Beobachtungen machen, diese sortieren, diskutieren und analysieren. Ausgehend vom jeweiligen Arbeitsschwerpunkt wurde dann intensiv methodisch gearbeitet: Gesteinsabfolgen wurden (foto-)grafisch aufgenommen und anschließend vermessen, gezeichnet und zum Abschluss beprobt. Das gesammelte Probenmaterial war die Grundlage für weitere Laboranalysen. Die Ergebnisse wurden schließlich zusammengetragen, strukturiert, grafisch umgesetzt, analysiert, mit den Betreuern diskutiert und in schriftlicher und mündlicher Form beim jeweiligen Wettbewerb präsentiert.

## Herausforderungen für Lehrer und Schüler

2007 hatten wir erstmals eine größere Gruppe jüngerer Schüler in ein solches Forschungsprojekt einbezogen. Unsere Erfahrung aus den zurückliegenden Jahren und aus diesem Projekt ist, dass 13- bis 15-Jährige durchaus sehr sorgfältig arbeiten, sehr wissbegierig sind und unter Anleitung

mit Gewinn an einem solchen Projekt mitarbeiten können. Andererseits zeigt sich, dass jüngere Schüler oft schneller frustriert sind, wenn das Vorhaben nicht ihren Vorstellungen entsprechend läuft. Die wohl größte Schwierigkeit für die Projektbetreuer lag darin, deutlich zu machen, dass wissenschaftliches Forschen auch Fehlschläge mit sich bringen kann und dass gerade diese dazu anregen, neue Fragen zu stellen. Genau dieser Punkt ist die entscheidende Schnittstelle zwischen Jungforschern und Projektbetreuern. Hier sind didaktisches Geschick und die Fähigkeit zu motivieren gefordert, um die vermeintlich hohen Hürden auf dem Weg zum Ziel abzubauen zu helfen. Erreicht wird dies vor allem, indem man mit den Schülern einen Weg findet, die vielen Einzelergebnisse im komplexen Gesamtzusammenhang zu sehen und zu bewerten. Als das »Gesamtkonstrukt Vulkan« erst einmal verstanden war, wurde die Arbeit für viele Jungforscher deutlich leichter.

Große Sicherheit zeigten alle Projektteilnehmer bei der Anwendung der verschiedenen Arbeitsmethoden, für deren saubere Umsetzung immer nur kurze Einführungen erforderlich waren. Nur gelegentlich war eine Kontrolle durch die Betreuer notwendig, um die wissenschaftliche Genauigkeit zu gewährleisten.

Alle vier Projekte wurden bei den Wettbewerben mit Preisen ausgezeichnet – ein Beleg dafür, dass alle Teilnehmer ihre Ergebnisse nicht nur sauber erarbeitet und dokumentiert hatten, sondern auch verständlich präsentieren konnten.

## Kalkulation und Kooperation

Planung und Logistik eines solchen Projekts orientieren sich daran, in einem möglichst kurzen Zeitraum ein Optimum an Arbeitszeit zu nutzen. Die Arbeitstage im Gelände sind grundsätzlich auch körperlich anstrengend, beginnen spätestens gegen 8:30 Uhr mit der Abfahrt aus dem Übernachtungsquartier und enden in der Regel nicht vor 18:00 Uhr, mitunter deutlich später. Die Tagesverpflegung wird unterwegs einge-

nommen. Übernachtungsquartiere müssen also flexible Öffnungs- und Versorgungszeiten haben, zudem möglichst preiswert sein und günstig zum Exkursionsgebiet liegen. Wenn man frühzeitig beginnt und über ein wenig Erfahrung in der Reiseplanung verfügt, ist dies aber problemlos zu bewältigen. Um im Exkursionsgebiet flexibel zu sein und Equipment und Probenmaterial transportieren zu können, benötigt man robuste Fahrzeuge, wie z.B. Vans. Öffentliche Verkehrsmittel scheiden aufgrund ihrer begrenzten Reichweite ebenso aus wie gecharterte Busse, die viel zu groß und teuer sind und das Gelände abseits von Straßen nicht befahren können. Einkalkulieren muss man zudem noch Ausgaben für Ausrüstungsgegenstände, also Messgeräte, Verbrauchsmaterialien etc.

Die Festlegung der Projektzielsetzung, der jeweiligen Einzelziele und die erforderlichen Absprachen kosten viel Zeit. Auch die inhaltliche Arbeit muss gut geplant sein und, wo immer es geht, zusammen mit den Schülern organisiert werden. Gerechnet in Arbeitsstunden, nimmt die Vorbereitung mindestens genauso viel Zeit in Anspruch wie die Arbeit im Gelände, inklusive der abendlichen Nachbereitung und der Vorbesprechungen. Doppelt so viel Zeit muss für die Nachbereitung der Projekte seitens der Betreuungslehrer und der Projektteilnehmer investiert werden. Dies ist eine Art Faustregel, die sich aus langjähriger Erfahrung mit derartiger Projektarbeit ergeben hat.

Der finanzielle Aufwand lässt sich ebenfalls per Faustregel festlegen, er variiert allerdings je nach Exkursionsziel. Im Inland muss man pro Exkursionstag für ein Projekt 80 bis 100 Euro kalkulieren, für Exkursionsgebiete im Ausland kommen leicht 120 bis 140 Euro zusammen. Die Kosten für zusätzliche Anschaffungen müssen noch hinzugerechnet werden.

Am Gymnasium Heidelberg arbeiten wir bei unseren Forschungsprojekten stets mit außerschulischen Partnern im In- und Ausland zusammen. Im Hinblick auf den wissenschaftlichen Anspruch der Projektarbeit ist eine solche Zusammenarbeit zwingend erforderlich, da nur Wissenschaftler die Desiderate benennen können und das methodische Know-how mitbringen. Auch bei der Auswertung der Geländearbeit ist die wissenschaftliche Begleitung wichtig. Hier ist wiederum das Bereitstellen von

Laborkapazitäten entscheidend, die keine Schule in der erforderlichen Größenordnung und Qualität anbieten könnte.

## Einbindung in den Schulalltag

Das Eifel-Projekt 2007 war – wie alle bisherigen Projekte auch – zunächst nur eine »pädagogische Insel« im großen Ozean des Schulalltags. Einer der Gründe dafür ist, dass das wissenschaftliche Arbeiten in der Sekundarstufe I sicher bundesweit noch in den Kinderschuhen steckt. Das forschende Lernen im Unterricht hat sich bisher kaum etablieren können, auch wenn es vereinzelt Ansätze gibt. Diese allerdings haben ihren Schwerpunkt zunächst nur auf der Formulierung einer Forschungsfrage, auf die man dann mit adäquaten und altersgerechten Methoden eine Antwort zu finden versucht.

Unsere Arbeit im »Young Scientists Research Project« geht einen Schritt weiter: Die Themen sind anspruchsvoller, sowohl was den Inhalt als auch was die methodische Umsetzung angeht. Interesse, Motivation und Lernbereitschaft sowie ein überdurchschnittlich gutes Arbeitsverhalten – nicht jedoch ausschließlich (Hoch-)Begabung – sind Voraussetzungen, um bei solchen Projekten erfolgreich zu arbeiten. In einer durchschnittlichen Gymnasialklasse können diese Eigenschaften nicht bei allen Schülern gleichermaßen vorausgesetzt werden. Aus diesem Grund lässt sich allen Erfahrungen nach das beschriebene Projekt nicht eins zu eins in den Schulalltag übernehmen. Die Teilnehmer berichten in ihren Klassen jedoch regelmäßig über ihre Projekte. Dadurch erfahren sie Anerkennung durch ihre Mitschüler und bieten diesen zugleich Einblick in ein Thema, das nicht im Curriculum steht.

## Reaktionen aus Kollegium und Elternschaft

Außerunterrichtliche Projektarbeit genießt im Lehrerkollegium eine breite Akzeptanz. Das Gymnasium Heidelberg hat sich seit den 1990er-Jahren eine ausgesprochene Wettbewerbskultur aufgebaut, in die nahezu alle Fachbereiche eingebunden sind. Die Teilnahme an Wettbewerben erfordert projektorientiertes Arbeiten, bedeutet aber auch, die Kollisionen mit dem Regelunterricht minimal zu halten (z.B. durch zeitliche Bündelung dieser Projektaktivitäten) und sicherzustellen, dass Projektteilnehmer im Regelunterricht versäumten Stoff nacharbeiten. Für Konflikte, die etwa bei der Terminierung von Klassenarbeiten entstehen, müssen wir immer wieder neu nach Lösungen suchen.

Der Projektarbeit haftet immer noch etwas »Exotisches« an, das für die positive Außenwirkung einer Schule durchaus wichtig ist. Projekte wie die beschriebene Eifel-Expedition finden sehr großen Anklang in der Elternschaft, nicht nur bei den Eltern der Teilnehmer. Die Eltern sehen die Projektarbeit verständlicherweise vor dem Hintergrund, dass die eigenen Kinder eine besondere Art von Wertschätzung ihres Könnens und ein nicht gerade alltägliches Lernangebot erfahren. In Gesprächen mit Eltern der Teilnehmer lobten diese die Zunahme an Leistungsbereitschaft und Motivation bei ihren Kindern, die Freude und Ernsthaftigkeit, mit der sie ihr Forschungsprojekt betrieben, sowie die Entwicklung der sozialen Kompetenz.

## Das Eifel-Projekt – eine Bilanz

Es steht außer Frage: Außerunterrichtliche Projektarbeit wie die oben beschriebene stellt für alle Beteiligten etwas Außergewöhnliches dar. So resümiert Leonie: »Mir hat das Eifel-Projekt viel Spaß gemacht. Ich fand das Thema interessant, und es war spannend, die auf der Projektreise gewonnenen Proben auszuwerten.« Ihre Mitschülerin Nadine bilanziert: »In der Eifel haben wir als Gruppe Spaß und Forschung verbunden. Dieses

zusätzliche freiwillige Lernen kann für einen selbst mehr bringen als der normale Unterricht in der Schule.«

Welche über den Unterrichtsalltag hinausgehenden Ziele standen für uns als Projektleiter im Vordergrund? Zum einen wollten wir die Schüler dazu motivieren, fachspezifische Methoden zielgerichtet und erfolgreich anzuwenden, aber auch kritisch zu hinterfragen. Zum anderen sollten sie die Fähigkeit entwickeln, forschend zu lernen.

Gemessen an diesen Zielen war das Eifel-Projekt 2007 ein Erfolg – wie oben erwähnt, wurden alle vier Einzelprojekte mit Preisen ausgezeichnet. Auch im Schulalltag schlägt sich die Projektarbeit stets positiv nieder. Durch die selbstständige Art des Arbeitens während des Projekts lernen die Schüler ihre Lehrer einmal von einer anderen Seite kennen. Diese Erfahrung und die Forschungserfolge der Schüler wirken sich unserer Erfahrung nach positiv auf Atmosphäre und Motivation im regulären Unterricht aus.

Doch der Unterrichtsalltag führt uns auch vor Augen, dass diese Art zu arbeiten etwas Besonderes ist. Inzwischen sind in allen Jahrgängen die Lerngruppen groß – selten weniger als 25 Schüler –, und sie müssen zudem oft in zu kleinen Räumen arbeiten. Rein organisatorisch bietet sich kaum Spielraum für eine weiter reichende Differenzierung und Individualisierung des Lernangebots. Genau dies wäre jedoch eine Voraussetzung dafür, auch mit großen Lerngruppen forschendes Lernen auf Dauer umzusetzen. Da eine Reduzierung der Schülerzahl innerhalb der Lerngruppen nicht absehbar ist, werden außerunterrichtliche Projekte wie das Eifel-Projekt auch in Zukunft unverzichtbar sein.

*Redaktion: Julia Jaki*

## »Mehr Sensibilität im Umgang mit der Natur«

Julia Jaki im Gespräch mit Hans-Ulrich Schmincke, Vulkanologe  
am IFM-GEOMAR, dem Leibniz-Institut für Meereswissenschaften  
an der Universität Kiel

*Herr Professor Schmincke, Sie sind ein international renommierter Wissenschaftler und haben viele Verpflichtungen. Wie kam die Zusammenarbeit mit dem Gymnasium Heidberg zustande?*

Über den persönlichen Kontakt zu Herrn Fraedrich. Er hatte mich das erste Mal Mitte der 90er-Jahre kontaktiert, weil er ja sehr aktiv ist und viele Ideen für die Arbeit mit seinen Schülern hat. Ich habe ihn dann ein paar mal bei Projektreisen beraten und Vorträge an seiner Schule gehalten. Im gemeinsamen Gespräch ergab sich schließlich die Idee, eine Expedition in die Eifel zu machen. Das war im Jahr 2005; zwei Jahre später haben wir das in der Westeifel wiederholt. Ich schätze es sehr, wenn sich ein Lehrer wie Herr Fraedrich so intensiv um die außerunterrichtliche Bildung seiner Schüler kümmert.

*Machen Sie häufiger Projekte mit Schülern?*

Ich habe mehrmals Vorträge an Kinder-Unis gehalten, das mache ich schon seit vierzig Jahren, aber mit einer ganzen Klasse auf Expedition war ich zuvor noch nicht. Ich forsche intensiv im In- und Ausland, betreue, obwohl ich pensioniert bin, Studenten und Doktoranden, schreibe Bücher usw. – da kostet so eine Forschungswoche mit Schülern natürlich eine Menge Zeit. Aber es macht mir Freude, etwas von meinem Wissen und meiner Erfahrung an Schüler weiterzugeben und ihnen zu zeigen, wie man wissenschaftlich arbeitet.

*Wie lief das Eifel-Projekt 2007 aus Ihrer Sicht ab?*

Ich muss ja ein Projekt vorschlagen, das zeitlich und inhaltlich von den Schülern bewältigt werden kann. Es darf nicht zu anspruchsvoll sein, sonst sind die Kinder frustriert, muss aber spannend genug sein, damit

sie engagiert bei der Sache bleiben. Das war bei diesem Projekt der Fall. Es gibt natürlich immer einige Schüler, die besonders gut sind, und einige, die sich weniger intensiv engagieren. Und die Mädchen in dem Alter sind einfach im »Kichererbsenstadium«, aber insgesamt haben die Schüler ausgezeichnet gearbeitet.

*Sie waren sechs Tage lang mit der Gruppe auf Feldforschung. Was war nach Ihren Beobachtungen die größte Herausforderung für die Schüler?*

Die Motivation. Wir haben eine Woche lang sechs, sieben Stunden täglich in einem Steinbruch gearbeitet. Über so viele Stunden Geduld aufzubringen, viele Tage lang nüchterne und dreckige Sachen zu machen – das ist nicht einfach in dem Alter. Aber alles in allem ist es gut gelaufen.

*Spüren Sie als Wissenschaftler eine Verantwortung, sich in solchen Projekten zu engagieren?*

Ich nehme Worte wie »Bringschuld« nicht gerne in den Mund, aber unsere Forschung wird mit öffentlichen Geldern finanziert, und insofern gehört es auch zu unserer Aufgabe, den Menschen unsere Forschung zu erklären. Ich habe deshalb schon immer versucht, mein Fachgebiet einer breiten Öffentlichkeit verständlich zu machen, im Fernsehen oder im Radio.

*Sehen Sie Projekte wie dieses auch als Möglichkeit an, junge Wissenschaftler zu rekrutieren?*

Junge Menschen für die Wissenschaft zu gewinnen, ist für mich keine primäre Motivation, obwohl der Andrang in den Naturwissenschaften zurzeit ja nicht so übermäßig groß ist. Ich möchte die Schüler nicht nur für die Naturwissenschaft als ein Fach begeistern, in dem man später Geld verdienen kann. Ich möchte ihnen ein Verständnis für die Natur näher bringen, das heute zunehmend verloren geht. Viele der großen Zukunftsfragen und -herausforderungen können nur durch einen umsichtigeren Umgang mit der Natur bewältigt werden. Dafür möchte ich die Kinder sensibilisieren.

*Welche Techniken und Methoden können die Schüler – neben dem Bewusstsein für einen umsichtigen Umgang mit der Natur – noch erlernen?*

Sie lernen zum einen, in der Gruppe zu arbeiten. Beim Eifel-Projekt sitzen die Schüler eine Woche lang zu dritt oder zu viert in einem staubigen Loch und machen Messungen. Das schweißt zusammen, und sie erfahren zudem, dass es in der Wissenschaft auf exaktes Vorgehen ankommt. Sie lernen, saubere Ergebnisse zu produzieren und diese dann auch ordentlich darzustellen, schriftlich mit Grafiken, mit Fotos, mit Fußnoten. Das alles sind ganz wichtige Übungen, um methodisch sauber zu arbeiten und als Team zu funktionieren

*Nach Ihren Erfahrungen in der Eifel – was sollte bei den Schülern heute gefördert werden?*

Ganz wichtig ist natürlich, dass die sozialen Kompetenzen gestärkt werden. Etwa durch gemeinsame Projekte, die – auf die jeweilige Altersstufe zugeschnitten – durchaus anspruchsvoll sein können und sollten. Dazu gehört, dass die Schüler ein Erfolgserlebnis haben und merken, dass man selber etwas erreichen kann. Der beste Beweis: Einige von Herrn Fraedrichs Schülern haben bei Wettbewerben wie »Jugend forscht« erfolgreich abgeschlossen.

*Wo sehen Sie Reformbedarf an den Schulen?*

Obwohl ich seit jeher für eine breite Schulausbildung bin – ich selbst war auf einem humanistischen Gymnasium und halte diese Form der Ausbildung auch heute noch für angemessen –, unterstütze ich die Verkürzung der Schulzeit auf zwölf Jahre. Der Übergang ins Berufsleben erfolgt in Deutschland einfach zu spät. Auch das Festhalten am dreigliedrigen Schulsystem ist eine Katastrophe. Aber eine Diskussion der zum Teil fossilen Strukturen unseres Schul- und Universitätssystems ist ein mehr als abendfüllendes Thema.

*Sie sind selbst Hochschullehrer und betreuen viele Studenten – worin liegt Ihrer Meinung nach die Hauptaufgabe eines Lehrers?*

Schüler als Individuen zu stärken, ist meines Erachtens die vornehmste Aufgabe eines Lehrers. Bei meinen Studenten lege ich vor allem Wert darauf, unabhängige, kritische Menschen auszubilden. Menschen, die keinen Widerspruch scheuen, sich aber gleichzeitig mit Spaß für eine Sache engagieren. Herr Fraedrich ist zweifellos ein Vorbild in seiner Art, locker mit seinen Schülern umzugehen. Durch sein enormes Engagement verschafft er sich gleichzeitig Respekt bei den Schülern; ihre Bereitschaft, sich anzustrengen, erhöht sich immens. Man merkt: Es macht ihnen einfach Spaß, bei so einem Lehrer zu lernen.