

1 Einleitung

Das gesellschaftliche Verhältnis zu den Naturwissenschaften, vor allem zu den technischen Naturwissenschaften Chemie und Physik, sowie zu den angrenzenden mathematisch-technischen Bereichen ist ein aktuelles Problem und in hohem Maße widersprüchlich.

Auf der einen Seite nimmt die gesellschaftliche Bedeutung dieser Wissenschaften und damit auch der Bedarf an naturwissenschaftlicher Bildung nicht ab. Es ist vielmehr davon auszugehen, dass die Bedeutung der Naturwissenschaften weiter steigt, da die menschliche Gestaltung der Welt zunehmend auf einer sich schnell verändernden technischen Basis erfolgt. Der naturwissenschaftlich-technische Fortschritt führt zu einer immer stärkeren Rolle von Technik in den verschiedenen gesellschaftlichen Zusammenhängen. Daher besteht ein dringender Bedarf an kompetenten Expert/-innen auf naturwissenschaftlich-technischem Gebiet.

Darüber hinaus wird aber zunehmend von allen Menschen ein Mindestmaß an wissenschaftlich-technischer Kompetenz verlangt werden. Zum einen, weil das Arbeits- und Alltagsleben immer stärker vom Umgang mit Technik geprägt wird. Zum anderen werden in demokratischen Gesellschaften auch die Entscheidungen über die Forschung, Entwicklung, Finanzierung und Anwendung von Technik in öffentlicher Auseinandersetzung getroffen. Für eine sinn- und verantwortungsvolle Teilhabe an diesem Prozess ist es eine Grundvoraussetzung, dass alle an dem politischen Diskurs Beteiligten ein möglichst umfassendes naturwissenschaftlich-technisches Verständnis mitbringen. Diese Grundkompetenz wird mittlerweile als so wichtig erachtet, dass sie den menschlichen Kulturtechniken des Lesens, Schreibens („literacy“) und Rechnens („mathematical literacy“) als „scientific literacy“ an die Seite gestellt wird (vgl. Gräber & Bolte,

1997). Da die Basiskulturtechniken der modernen Gesellschaften hauptsächlich in der Institution Schule vermittelt werden, trifft diese gemäß ihrer gesellschaftlichen Funktion auch die Aufgabe, die scientific literacy zu vermitteln.

Auf der anderen Seite ist aber das Image der naturwissenschaftlich-technischen Fachgebiete in der Öffentlichkeit und das allgemeine Interesse an diesen Gegenständen keinesfalls ihrer gestiegenen gesellschaftlichen Bedeutung entsprechend. Dieses Problem wirkt sich in vielen Bereichen der gesellschaftlichen Beteiligung oder nicht-Beteiligung von Menschen an technologischen Fragen aus. Vor allem aber tritt der Widerspruch dort zu Tage, wo trotz der unangemessenen, nämlich zumeist desinteressierten Haltung gegenüber naturwissenschaftlich-technischen Fragen die Notwendigkeit besteht, dennoch ein solches Wissen und Grundverständnis zu vermitteln: in der Schule. Zahlreiche fachdidaktische Untersuchungen finden seit Ende der 1960er Jahre stabile negative Bewertungen der Schüler/-innen insbesondere gegenüber den naturwissenschaftlichen Fächern Physik und Chemie – national und international. Die Befunde aus den aktuell diskutierten internationalen Schulleistungstudien bestätigen diese Ergebnisse. So wurde in der TIMS-Untersuchung in Deutschland eine national ergänzende Befragung zur Motivation der Schüler/-innen in der Mittelstufe durchgeführt, die niedrige Werte für das Interesse an den Fächern Mathematik, Chemie und vor allem der Physik bestätigte (Baumert et al., 1997). In der internationalen Leistungsfähigkeit liegen die deutschen Schüler/-innen im Mittelfeld – ein Aspekt, der aus lernpsychologischen Gründen auch stets mit der Motivation der Schüler/-innen in Zusammenhang gebracht wird. Es scheint national wie international nur eine kleine Gruppe von Schüler/-innen zu geben, die ein positives Verhältnis zu diesen Fächern mitbringen und die sich eine Spezialisierung diesbezüglich und eine berufliche Tätigkeit in diesem Feld vorstellen können. In den USA werden auch deshalb mittlerweile fast 40 % der Promotionsstellen im naturwissenschaftlich-technischen Bereich von ausländischen Bewerber/-innen be-

setzt (Streck, 2004). In Deutschland nimmt die Zahl der Studienanfänger/-innen im Fach Chemie seit Jahren ab oder verharrt auf niedrigem Niveau.

Die Schulen alleine scheinen mit diesem Motivationsproblem unter den gegebenen Bedingungen überfordert zu sein. Zumindest haben verschiedene fachdidaktische und unterrichtsreformerische Programme zur Verbesserung des Unterrichts und der Situation der Fächer an den Schulen am Grundproblem wenig bewirkt. Selbst groß angelegte Programme wie das Nuffield Programm in den 1960er Jahren in England konnten die in sie gesetzten Erwartungen nicht erfüllen (Lehrke, 1988). Trotzdem gibt es immer wieder neue ermutigende Versuche – als staatliche top-down Programme¹ oder als kleine bottom-up Initiativen. Die neuesten Entwicklungen in diesem Bereich durch Letztere kommen von außerschulischer Seite. Es handelt sich hierbei zum einen um Veränderungen von Museen zu „Science-Center“, d.h. nach lernpsychologischen Kriterien gestalten, gleichzeitig unterhaltsamen, motivierenden und Wissen vermittelnden Begegnungsstätten des „edutainment“ zu technischen und naturwissenschaftlichen Themen (vgl. Association of Science-Technology Centers Incorporated, 2001). Zum anderen findet eine Hinwendung zum Thema der frühkindlichen naturwissenschaftlichen Bildung statt (Lück, 2003). Und schließlich werden zahlreiche außerschulische Experimentierlabors gegründet (Schüler/-innenlabors, Mitmachlabors), in denen Schüler/-innen unter fachlicher Anleitung und Betreuung und in anregender Umgebung Experimente durchführen können. Hintergrund dieser hinsichtlich der Initiatoren, Träger, Zielgruppen, Vorgehensweisen und der materiellen Bedingungen sehr vielfältigen neuen Initiativen ist die Überlegung, dass möglicherweise die Ausstattungs- und Unterrichtsstrukturen an den meisten Schulen eine Veränderung der Situation aus dem System heraus er-

¹ In den USA aktuell von der National Science Association (Hofstein & Lunetta, 2004).

schweren (vgl. 2.2.1 und 2.2.4.1). Stattdessen wird mit konstruktivistischen Lerntheorien und aus praktischen Überlegungen heraus angenommen, dass motivationale Impulse möglicherweise außerhalb des gewohnten schulischen Unterrichtssettings besser in der Praxis zu geben sind (z.B. Lave, 1988). Augenscheinlich und einer beeindruckenden Besucher/-innenstatistik zufolge sind die neuen Labors (wie auch die science center) außerordentlich erfolgreich. Zu einer Quantifizierung der Effekte dieser Anstrengungen unter motivationspsychologischen Gesichtspunkten gibt es bislang allerdings wenig Forschung und abseits von deskriptiver Statistik keine kontrollierten Studien. Dieses Defizit besteht schon im allgemeineren Forschungsumfeld der neuen Labors: bereits *die Rolle von Experimenten an sich* im allgemeinen Schulunterricht ist ein Feld, das bislang sehr wenig beforscht wurde. „Laboratory work (...), it is surprising that we know so little about it’s functioning and it’s effects” (Walberg & Paik, 1997, p. 148). Schon bei dieser allgemeineren Fragestellung bemängeln die Autor/-innen das Fehlen von kontrollierten Studien. Die speziellere Frage von *Experimenten als Instrument zur Steigerung von Motivation* ist darüber hinaus noch weniger beforscht (Hofstein & Lunetta, 2004). Die *Experimentierlabors, die Experimente zu diesem Zweck in einem speziellen, außerschulischen Kontext einsetzen*, sind schließlich so neu, dass für diese noch gar keine Forschungsergebnisse in Form kontrollierter Studien der Motivationsförderung existieren.

Diese Lücke will die vorliegende Evaluationsstudie füllen helfen. Sie will anhand des Beispiels des Schüler/-innenlabors „teutolab“² an der Fakultät für Chemie der Universität Bielefeld und ausgehend von einer Verallgemeinerbarkeit der Befunde auf andere Labors drei herausragende Fragen beantworten:

² Der Name ergibt sich aus der unmittelbaren Nachbarschaft der Universität zum „Teutoburger Wald“. Er wird im Folgenden der Übersichtlichkeit wegen nicht mehr in Anführungszeichen gesetzt.

1. Gibt es einen über den augenscheinlichen Eindruck auch in psychologischen Kategorien nachweisbaren Einfluss solcher Labors auf die Motivation und das Interesse der Schüler/-innen am fachlichen Gegenstand?
2. Wenn man berücksichtigt, dass insbesondere die Mädchen in den Naturwissenschaften unterrepräsentiert sind: leisten Mitmachlabors, in denen Jungen und Mädchen unter gleichen Bedingungen tätig sind, bereits durch ihr normales Angebot bei den Besucher/-innen einen Beitrag dazu, die Diskrepanz zwischen Jungen und Mädchen in der Motivation und im Interesse am Gegenstand der Naturwissenschaften abzubauen? Und können Labors darüber hinaus ihre Chance, nicht an die für Schulen geltenden Vorgaben gebunden zu sein, aktiv für in der Schule nicht mögliche Interventionen nutzen, um den motivationalen Rückstand der Mädchen *darüber hinaus* noch einmal zusätzlich zu verringern?
3. Wie werden die lernpsychologischen Bedingungen solcher Experimentierlabors von den Besucher/-innen wahrgenommen und werden damit auch auf der Rezipient/-innenseite die selbstgesetzten Ansprüche der Initiator/-innen erfüllt, d.h. bietet das Labor tatsächlich die anregende und besondere Lernumgebung, die angestrebt wird?

Zur Beantwortung dieser Fragen wird im Rahmen der Untersuchung eine Befragung der Schüler/-innen durchgeführt, die das teutolab besuchen. Dabei werden zum einen Variablen erhoben, die die zentralen lernpsychologischen und didaktischen Gegebenheiten des Labors abbilden. Sie umfassen sowohl lernpsychologisch-allgemeine Aspekte des Lernsettings, wie Lehrer/-innen- und Unterrichtsvariablen, als auch Aspekte der Experimentiersituation als speziellen Gegenstand des Mitmachlabors. Die angesichts der Neuheit des Lernkontextes zunächst einmal explorativen Ergebnisse dienen der ersten Information über die Fremdwahrnehmung des eigenen Angebots, über mögliche Optimierungsansätze und als Anregung auch für andere Experimentierlabors.

Die Befragung verbleibt allerdings nicht auf der Ebene der Besucher/-innen des Labors, sondern ist als Experimentalgruppen-Kontrollgruppen-Design angelegt. Auf Basis eines kognitionspsychologischen Motivationsmodells, für das bereits empirische Erfahrungen vorliegen, Wahlentscheidungen insbesondere von Frauen für und gegen naturwissenschaftliche Schulkurse zu erklären, wird ein Vergleich der Besucher/-innen mit Vergleichsgruppen ihrer Schule durchgeführt, die das Experimentierlabor nicht besuchen. Ein derartiges Kontrolldesign ist für die Beurteilung der neuen außerschulischen naturwissenschaftlichen Bildungsangebote bisher noch nicht angewandt worden, obwohl es forschungsmethodisch eigentlich geboten wäre.

Zudem sind bisher lediglich Erhebungen an nur einem Messzeitpunkt ohne Vortest durchgeführt worden. Hier handelt es sich dagegen um einen echten Längsschnitt mit Vortest, Nachtest, sowie einem späteren zweiten Nachtest, um auch die längerfristigen Effekte zu erfassen. Die Anforderungen an die Untersuchung und auch an die Effekte sind damit höher – sie liefern weniger Interpretationsspielraum. Dafür ist jedoch davon auszugehen, dass die am Ende feststehenden Ergebnisse umso stichhaltiger sind und stärker gegen Fehlinterpretationen abgesichert, als die Ergebnisse traditioneller Befragungen.

In diesem Rahmen soll auch berücksichtigt werden, ob verschiedene Teilgruppen von Besucher/-innen sich bezüglich ihrer Beurteilungen unterschiedlich äußern. Die dahinter stehende Frage ist, ob Labors wie das teutolab auch tatsächlich *alle* Schüler/-innen gleichermaßen fördern oder ob sie sich an eine bestimmte Klientel richten, die besonders von dem Angebot profitiert. Das Wissen um solche Effekte ist für die Konzeption, Ausrichtung und Förderung solcher Labors wichtig. Die hierbei getroffene Unterscheidung richtet sich nach dem Geschlecht der Besucher/-innen, den von ihnen besuchten Schultypen, ihrem Migrationshintergrund und ihren fachlichen Vorkenntnissen und Erfahrungen. Die Forschung zeigt, dass es ein deutliches Gefälle in den naturwissenschaftlichen Kompetenzzuschreibungen zwischen Mädchen und Jungen gibt – von Sei-

ten der Lehrer/-innen, der Eltern und der Schüler/-innen selbst, mit vielfältigen Folgen für die individuelle Motivation und Leistung (z.B. Hannover & Kessels, 2002) – daher ist eine Untersuchung der Wirkung solcher Labors ohne Berücksichtigung des Faktors Geschlecht undenkbar. Die Berücksichtigung der Schultypen und des Migrationshintergrundes begründet sich aus dem Wissen der empirischen Bildungsforschung um strukturelle Benachteiligungen. Experimentierlabors befassen sich zwar mit naturwissenschaftlichen Gegenständen – doch auch diese sind sprachlich vermittelt. Insbesondere PISA³ 2000 hat gezeigt, wie wichtig sprachliche Kompetenzen (reading literacy) sind, um am Prozess der Wissensvermittlung teilhaben und davon profitieren zu können – und sowohl Migrant/-innen als auch Schüler/-innen von Haupt- und integrierten Gesamtschulen sind überproportional in dieser Hinsicht benachteiligt (Baumert et al., 2001a). Weiterhin können die als äußerst heterogen anzunehmenden fachlichen Vorkenntnisse und Vorerfahrungen mit dem Chemieunterricht eine wichtige Rolle für den Effekt von Schüler/-innenlabors spielen, in negativer Form zum Beispiel, wenn diese sich nicht flexibel auf die unterschiedliche Klientel einstellen können.

Die differenzierte und vergleichende Untersuchung von Schülerinnen gegenüber Schülern, die sich durch alle Teiluntersuchungen der Arbeit zieht, wird in der Fragestellung nach dem Potential der besonderen außerschulischen Freiheiten von Schüler/-innenlabors noch einmal verstärkt in den Blick genommen. Bisher sind die existierenden Mitmachlabors nicht explizit darauf ausgerichtet, auf die besonderen Bedürfnisse der weiblichen Klientel einzugehen, die in vielen Studien zur naturwissenschaftlichen Didaktik gefunden wurden (siehe z.B. Hoffmann & Lehrke, 1986). Die Freiheiten außerschulischer Einrichtungen liegen

³ “Programme for international student assessment” der OECD.

jedoch nicht nur in der inhaltlichen Unabhängigkeit von Lehrplänen und Richtlinien, sondern auch in der organisatorischen und unterrichtsgestalterischen Unabhängigkeit. Eine Unterstudie dieser Arbeit untersucht daher anhand derselben motivationalen Variablen, inwieweit das Ausnutzen der Freiheit, die Zusammensetzung der experimentierenden Gruppen kontrollieren zu können, einen zusätzlichen Motivationseffekt der Labors nach sich ziehen könnte. Die einfachste Möglichkeit ist hierbei die Trennung der Besucher/-innen in geschlechtergleiche Gruppen, die sich in zahlreichen, auch internationalen Untersuchungen zur Monoedukation nicht nur für den naturwissenschaftlichen Schulunterricht als förderlich herausgestellt hat (Hoffmann, Häußler und Peters-Haft, 1997; Köller, Daniels, Schnabel und Baumert, 2000b; Walberg & Paik, 1997). Ein Grund hierfür ist beispielsweise, dass die Schülerinnen unter sich vor den Abwertungen und der Dominanz der vermeintlich begabteren Mitschüler geschützt sind und ihr Potential besser entfalten können.⁴ Die Umsetzung solcher Befunde in den Schulalltag ist oft nicht leicht möglich, im außerschulischen Bereich dagegen könnte flexibel darauf reagiert werden. Der Frage, inwieweit solche Überlegungen Sinn machen, begegnet diese Arbeit, indem sie die Motivierungsleistung des teutolabs vergleicht zwischen Mädchen, die in monoedukativen Gruppen experimentierten und denen, die in koedukativen Gruppen Versuche durchführten. Ob gegebenenfalls solche Unterrichtssettings zu Lasten der Jungen gehen, soll eine Betrachtung der Unterschiede zwischen den geschlechtergleichen und – getrennten Jungengruppen erweisen.

Die Arbeit ist wie folgt aufgebaut: im Theorieteil wird begründet, welche der bedeutenden lernmotivationspsychologischen Theorien für den Gegenstand der

⁴ Darüber hinaus existieren natürlich noch viele weitere Möglichkeiten höheren Aufwands, den unterschiedlichen Bedürfnissen der Mädchen entgegenzukommen, sei es z.B. durch die inhaltliche Gestaltung oder durch Schulung der beteiligten Lehrkräfte.

Arbeit am besten geeignet ist. Sie wird spezifiziert für den vorliegenden Kontext des naturwissenschaftlichen Schüler/-innenlabors, der in seinen motivationspsychologischen Spezifika zuvor abgegrenzt wird vom schulischen Lernkontext im Allgemeinen und vom Lernkontext des schulischen naturwissenschaftlichen Unterrichts im Speziellen. Über dessen besonderes Charakteristikum Experimentalunterricht und seine Probleme in lernmotivationaler Hinsicht wird der Bogen geschlagen zum außerschulischen Lernkontext der Mitmachlabors. Für diese wird das „teutolab“ als Beispiel vorgestellt und sein theoretisches motivationales und interesselörderndes Potential hergeleitet. Hiervon ausgehend werden die empirischen Forschungsfragestellungen und -hypothesen der Arbeit entwickelt. Im folgenden Methodenteil werden das methodische Vorgehen, die Anlage der Untersuchung, ihre Stichprobe, Variablen und Skalen dargestellt, im Ergebnisteil werden die Ergebnisse zu den Hypothesen und explorativen Fragen referiert, bevor dann mit dem Diskussionsteil diese Ergebnisse noch einmal im Hinblick auf die Beantwortung der Fragestellungen bewertet sowie theoretische und methodische Überlegungen zu den Interpretationen dargestellt werden. Die Arbeit endet mit einem Ausblick.