

# Schülerlabore und die Förderung kreativer Potenziale

Manfred Euler & Susanne Weßnigk

### Kurzfassung

Getragen von der Grundidee, Wissenschaft durch erfahrungsbasierte Zugänge für Kinder und Jugendliche erlebbar und besser begreifbar zu machen, sind im vergangenen Jahrzehnt vielerorts Schülerlabore entstanden. Diese außerschulischen Angebote zum Lernen durch Experimentieren haben sich mittlerweile als wirksame Instrumente zur Breiten- und Spitzenförderung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich erwiesen. Der vorliegende Artikel gibt einen Überblick über verschiedene Schülerlaborkonzepte in Deutschland und deren Erträge in Bezug auf die Entwicklung von Interesse und Aufgeschlossenheit. Am Beispiel des Baylab plastics wird eine neue Generation von interdisziplinären Schülerlaboren vorgestellt, die Naturwissenschaft und Technik mit Wirtschaft und Industrie verbinden. Hier gelingt an der Schnittstelle von Schule und Beruf auf vielfältige Weise die Förderung von Gestaltungs- und Handlungskompetenzen. In der Veränderung des Bildes von Naturwissenschaften ergeben sich darüber hinaus bemerkenswerte Rückwirkungen auf den Unterricht.

### Schülerlabore als Bildungsinnovation: Ziele, Fakten, Daten

Unter dem Eindruck der teilweise unzureichenden Qualität des naturwissenschaftlichen Unterrichts und der geringen Attraktivität vieler naturwissenschaftlich-technischer Studienfächer und Berufe ist eine reichhaltige außerschulische Bildungslandschaft entstanden, die dieser Befundlage entgegenzuwirken sucht. Schülerlabore, die an Forschungseinrichtungen, Universitäten, Museen, Science Centern sowie in der Industrie eingerichtet worden sind, spielen dabei eine besondere Rolle. Bemerkenswert sind Ideenreichtum und Originalität der realisierten Laborkonzepte sowie das hohe Maß an Engagement der beteiligten Wissenschaftlerinnen, Wissenschaftler und Lehrkräfte. Das Spektrum reicht von Initiativen, die von Einzelnen getragen werden, bis hin zu großzügig ausgestatteten Schülerlaboren an Großforschungseinrichtungen.

Trotz unterschiedlicher Entstehungsgeschichte und spezifischer Schwerpunktsetzung verfolgen die Betreiber der

Labore ein gemeinsames übergeordnetes Ziel: die Förderung von Interesse und Aufgeschlossenheit von Kindern und Jugendlichen für Naturwissenschaften und Technik sowie die Vermittlung eines zeitgemäßen Bildes dieser Fächer und ihrer Bedeutung für unsere Gesellschaft. Zum Erreichen dieser anspruchsvollen Zielstellung setzen sie auf verschiedene Gestaltungsprinzipien (Infokasten 1).

Diese Merkmale der Lernumgebung Schülerlabor erfüllen viele der Kriterien, die unter der Perspektive der Lehr-Lern-Theorie als relevant für eine aktive Wissenskonstruktion durch die Lernenden angesehen werden. Sie ermöglichen erfahrungsbasiertes und forschendes Lernen in kognitiv aktivierenden und herausfordernden Kontexten. Nach zaghaften Anfängen als „bottom up“-Bewegung (vgl. [1]) und entgegen vieler zunächst eher skeptischer Stimmen haben diese außerschulischen Lernangebote im letzten Jahrzehnt einen bemerkenswerten Aufschwung genommen. Man kann durchaus von einer Erfolgsgeschichte sprechen. Den Laboren ist es gelungen, ein innovatives Bildungskonzept voranzutreiben und wirksam auch gegen mancherlei Widerstände im System zu etablieren.

Mittlerweile existieren in Deutschland weit über 200 Laboreangebote mit dem Schwerpunkt in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie, Physik, in der Technik, in Mathematik und Informatik sowie mit inter- und multidisziplinären Zielen. Pro Jahr erreichen die Labore mehr als 350 000 Schülerinnen und Schüler sowie ca. 12 000 Lehrkräfte, die zumeist im Klassenverband das Labor besuchen (für eine Übersicht über Schülerlabor-Angebote sowie aktuelle Daten für Deutschland: [www.lernort-labor.de](http://www.lernort-labor.de))

Diese Zahlen sowie der extrem hohe Nutzungsgrad belegen Akzeptanz und Bedeutung dieser besonderen außerschulischen Bildungsangebote. Mittlerweile stagniert die Zahl der Labore, da es immer schwieriger wird, Geldgeber für deren Neugründung und für den Betrieb zu finden. Eine weitere Verstärkung wäre wünschenswert, denn die verfügbaren Labore decken kaum den Bedarf. Die Nachfrage nach Labortagen ist wesentlich größer als das Angebot. Viele Schülerlabore haben lange Wartelisten und müssen interessierte Klassen abweisen.

Prof. Dr. Manfred Euler leitet die Abteilung Didaktik der Physik am IPN Kiel, Olshausenstr 62, 24118 Kiel. E-Mail: [euler@ipn.uni-kiel.de](mailto:euler@ipn.uni-kiel.de)  
Susanne Weßnigk ist Physiklehrerin und Doktorandin am IPN.

## Infokasten 1: Ziele, Prinzipien und Gestaltungsmerkmale der Lernumgebung Schülerlabor

- Begegnung mit modernen Natur- und Ingenieurwissenschaften durch erfahrungsbasierte Zugänge zu Prozessen der Forschung und Entwicklung.
- Schaffung eines Lernumfelds, das zur aktiven Auseinandersetzung mit möglichst lebensweltbezogenen, authentischen Problemen aus Wissenschaft und Technik anregt.
- Ermöglichen von konkreten Erfahrungen durch Experimentieren und praktische Aktivitäten.
- Bieten von Lern- und Entfaltungsmöglichkeiten im Rahmen von Team- und Projektarbeit.
- Bearbeiten von herausfordernden Aufgaben und Problemen, die durch angemessene Unterstützungsmaßnahmen für die Kinder und Jugendlichen lösbar sind.
- Förderung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen.
- Vermitteln von Erfahrungen über Tätigkeitsfelder und Berufsbilder im naturwissenschaftlich-technischen Bereich.
- Ermöglichen persönlicher Kontakte mit Forscherinnen und Forschern sowie die Erfahrung von möglichen Rollenmodellen, insbesondere auch für Mädchen und junge Frauen.

## Empirische Studien zur Wirksamkeit von Schülerlaboren

Schülerlabore bieten verschiedene Besonderheiten und Vorzüge gegenüber dem traditionellen Unterricht. Dies betrifft vor allem ihre Authentizität, die Orientierung an naturwissenschaftlichen und technischen Arbeitsweisen, die fachliche Expertise und der Kontakt mit aktiven Wissenschaftlern und Technikern sowie das Angebot vielfältiger Aktivitäten in einem Umfeld, das zur kreativen Entfaltung einlädt. Im Vergleich zum herkömmlichen Unterricht verfügen die Labore über große Freiheiten in der Gestaltung der Lernfelder. Sie sind nicht an die oft restriktiven Vorgaben eines Lehrplans, an die Anforderungen zentraler Prüfungen oder an den 45 Minuten Takt einer Schulstunde gebunden.

Die Lernumgebung Schülerlabor ist eher komplex. Sie bettet die praktische Arbeit in interessante thematische und methodische Kontexte ein und geht vielfältige Wege, um die Lernenden anzuregen, selbst aktiv zu werden, Lösungen zu erarbeiten und die dabei gewonnenen Erfahrungen zu reflektieren. Neben Authentizität und Forschungsbezug stellen die Aufgaben für die Lernenden eine Herausforderung dar, die unter Nutzung geeigneter Werkzeuge zumeist kooperativ zu lösen sind. Je nach Zielgruppe und Fach (s.u.) variieren die Aufgaben in Schwierigkeit, Offenheit und

Unterstützung durch die Betreuenden. Das erfahrungsbasierte Lernen im Labor unterliegt anderen Randbedingungen als das formale Lernen im Unterricht und bietet mehr Freiheitsgrade der Entfaltung. Es steht nicht abfragbares Wissen im Zentrum; vielmehr wird eher „en passant“ gelernt. Trotz seines oberflächlich scheinenden Charakters ermöglicht dieses eher informelle Lernen die Gewinnung wichtiger fachlicher Kompetenzen (v.a. im Bereich von Arbeitsweisen) ebenso wie überfachlicher sozialer Erfahrungen und Orientierungen. Den geschilderten Vorzügen von Schülerlaboren steht ihr singulärer Charakter gegenüber. Nach dem Laborbesuch, der in vielen Fällen im Unterricht kaum vor- oder nachbereitet wird, geht der Schulalltag in der gewohnten Weise weiter.

Die Wirksamkeit der Maßnahmen war daher zunächst umstritten: Warum sollte den Laboren durch einmalige Interventionen gelingen, was sich im Unterricht als schwierig erweist? Eine Reihe von Studien hat sich dieser Frage gestellt [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Sie untersuchen vor allem die kurz- bis mittelfristigen Entwicklungen im Interesse und Selbstkonzept der Schülerinnen und Schüler. Anschluss an den Laborbesuch in Abhängigkeit von Persönlichkeitsmerkmalen und den wahrgenommenen Labormerkmalen. Die auf Fragebogen basierenden Erhebungen untersuchen zumeist drei Zeitpunkte (Prä-, Post- und Follow-Up-Tests). Exemplarisch ist das in Abb. 1 dargestellte Modell der untersuchten Wirkungszusammenhänge, das in leichten Abwandlungen den meisten Studien zugrunde liegt [9].

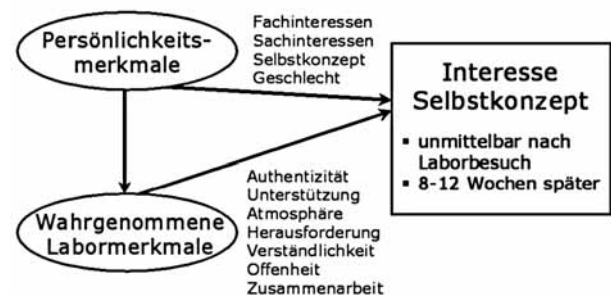


Abb. 1: Untersuchungen zur Wirkung von Schülerlaboren und Modell von Einflussfaktoren

## Die kontraintuitive Effektivität einmaliger Laboraktivitäten

Eine erste Pilotstudie hat die Wirkung von Physik- und Techniklaboren auf Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I untersucht. Sie belegt kurz- bis mittelfristige Effekte bei verschiedenen Dimensionen des Interesses [2]. Es besteht ein hohes emotionales Interesse – die Labortätigkeit hat sehr viel Spaß gemacht. Ebenso ist ein hohes wertbezogenes Interesse vorhanden – der Laborbesuch wird als bedeutsam empfunden. Schließlich gelingt es (allerdings in geringerem Umfang) epistemisches Interesse zu erzeugen – der Wunsch, mehr zu lernen. Eine Reihe von Folgestudien kommt zu ähnlichen Ergebnissen auch bei Laboren mit anderer fachlicher Orientierung. Einige Untersuchungen weisen auch Veränderungen im Selbstkonzept sowie im Bild

von Naturwissenschaft nach, die über Monate anhalten – Wirkungen, die man von einer einmaligen Intervention kaum erwartet hätte.

Allerdings werden mittelfristige Effekte nicht von allen Studien bestätigt. Derart nachhaltige Momente werden offenbar nicht von allen Laboren erzielt, bzw. etwaige Veränderungen verblassen wieder je nach Labor mit unterschiedlicher Geschwindigkeit. Ein Kontrollgruppenexperiment weist für ein Chemie-Labor beispielsweise kurzfristige Wirkungen auf das Sachinteresse und das Selbstkonzept nach: vier Monate nach dem Laborbesuch sind diese Effekte nicht mehr feststellbar [10]. In dieser wichtigen Frage besteht sicher noch weiterer Forschungsbedarf.

Die im Folgenden berichteten Ergebnisse belegen dagegen nachhaltige Effekte. Die Befunde betreffen Schülerlabore des DLR, die sich an Jugendliche aus der Oberstufe sowie an die Abschlussklassen der Sekundarstufe I richten [11]. Die Labore mit zum Teil aufwendigen Experimenten aus den DLR-Forschungsbereichen Luft- und Raumfahrt, Energie sowie Verkehr fordern ein hohes Maß an Eigenaktivität ein. Diese Aktivitäten werden von dem größten Teil der Schülerinnen und Schüler als interessant und bedeutsam erlebt. Wie sich am epistemischen Interesse zeigen lässt, fördern sie bei rund der Hälfte der Jugendlichen das Interesse, sich mit den im Labor aufgeworfenen naturwissenschaftlich-technischen Fragen auch weiter auseinanderzusetzen (Abb. 2).

Vor allem die Effekte beim epistemischen Interesse sind interessant und bedeutsam, denn sie drücken eine Veränderung in der Bereitschaft zum Handeln aus. Die Jugendlichen wollen mehr über die Themen des Labors lernen. Ein hoher Wert auf dieser Skala ist somit ein Indikator für die Wirksamkeit und die Qualität des Labors. Labore, die weniger stark aktivieren oder eher unterrichtsnah ausgerichtet sind (s.u.), erzielen nur deutlich geringere Werte des epistemischen Interesses.

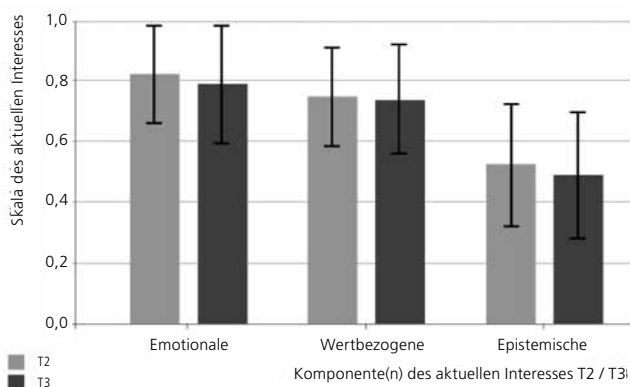


Abb. 2: Mittelwerte und Standardabweichungen von Komponenten des aktuellen Interesses im Anschluss an den Laborbesuch (T2) und sechs bis acht Wochen später (T3).

Man könnte vermuten, dass die Labore nur jene Schülergruppen ansprechen und anregen, die ohnehin bereits für die behandelten Themen und Fragen hoch motiviert sind. Dazu wurde auch untersucht, wie viel Varianz im Interesse aus den dispositionalen Variablen der Schüler (Sach- und Fachinteresse sowie Fähigkeitsselbstkonzept vor dem Labor-

besuch) und den wahrgenommenen Labormerkmalen aufgeklärt werden kann. Es zeigt sich, dass beim emotionalen und wertbezogenen Interesse die Schülerdispositionen nur eine untergeordnete Rolle spielen und kaum einen zusätzlichen Beitrag zur Varianzaufklärung liefern (<5%). Der Spaß an der Labortätigkeit und die Bedeutung des Labors werden somit weitgehend unabhängig von den bereits vorhandenen Interessen und Einstellungen bewertet.

Beim epistemischen Interesse ist erwartungsgemäß das Gewicht der schülerspezifischen Dispositionen höher. Für sich genommen klären die Schülerdispositionen vor dem Laborbesuch 32% der Varianz im epistemischen Interesse nach dem Laborbesuch auf. Die wahrgenommenen Laborvariablen für sich kommen auf 40% der Varianz. Beide Variablengruppen zusammen (wahrgenommene Labormerkmale plus Schülerdispositionen) erklären insgesamt 53% der Varianz im epistemischen Interesse. Die Einbeziehung der Labormerkmale verbessert somit die Vorhersage signifikant und klärt einen weiteren Varianzanteil von 21% auf. Insofern kann man davon ausgehen, dass die Labore tatsächlich kausal wirksam sind und über die bereits vorhandenen Interessen und Leistungen hinaus die Jugendlichen für die behandelten Themen und Arbeitsweisen aktivieren.

### Der kleine Unterschied: Kein Gender-Gap bei Schülerlaboren

Offenbar spricht die praktische Projektarbeit in den Laboren auch jene Problemgruppen an, die sich im Unterricht nur wenig einbringen. Das betrifft auch die Beteiligung von Mädchen und jungen Frauen. Insbesondere bei der Schulphysik besteht eine extrem starke geschlechterspezifische Polarisierung beim Fachinteresse und beim fachlichen Selbstkonzept, die sich trotz vieler Bemühungen der Vergangenheit um gender-gerechten Unterricht in den „harten“ Naturwissenschaften hartnäckig hält. Im Gegensatz zum Unterricht gelingt es den Laboren, Mädchen und Jungen nahezu gleichermaßen gut anzusprechen.

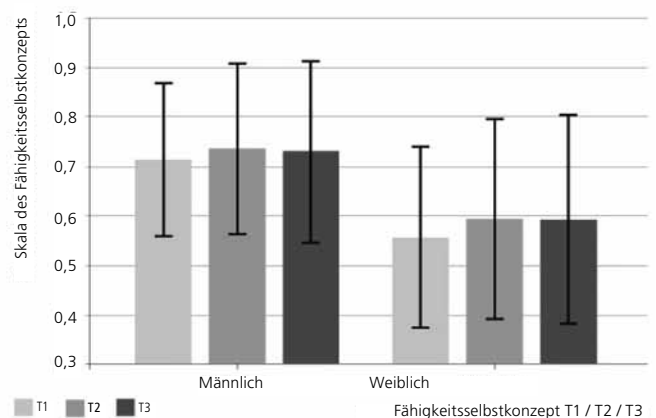


Abb. 3: Mittelwerte und Standardabweichungen des Selbstkonzepts von (T1) und nach dem Laborbesuch (T2) sowie sechs bis acht Wochen später (T3), getrennt nach den Geschlechtern. Der „Gender Gap“ ist deutlich zu erkennen, aber bei den Schülerinnen steigt das Selbstkonzept nach dem Laborbesuch tendenziell stärker. Der Abstand zu den Jungen wird kleiner, die Effektstärke verringert sich von  $d=0,9$  auf  $d=0,7$ .

Der Laborbesuch wird von beiden Geschlechtern mit positiven Gefühlen belegt und als persönlich bedeutsam gesehen. Mädchen übertragen ihre negativen Bewertungen des Physikunterrichts nicht auf das Lernen im Labor und profitieren tendenziell stärker als Jungen von den Lernerfahrungen. Eine merkliche Steigerung ihres fachlichen Selbstkonzepts nach dem Laborbesuch stellt sich ein. Der Unterschied zu den Jungen ist zwar immer noch vorhanden, doch der Abstand hat sich verringert (Bild 3).

Eine nahe liegende Vermutung zur Deutung dieses positiven Gender-Effekts und der Aktivierung eher zurückhaltender Schüler liegt in der positiven Selbstwirksamkeitserfahrung durch die Tätigkeit in den Laboren. Die Laborteilnehmer können sich entsprechend ihrer Möglichkeiten und Stärken in die Arbeit einbringen und dabei Erfolgserlebnisse erzielen. Vor allem die Vielfalt der Interaktionsmöglichkeiten und die Gelegenheiten zum kooperativen ergebnis- bzw. produktorientierten Arbeiten an einem Projekt unterscheidet die Labortätigkeit vom eng geführten Unterricht. Lehrkräfte sind von den Leistungen der Jugendlichen in dem neuen Lernumfeld oft positiv überrascht und bestätigen, dass sie manche ihrer Schülerinnen und Schüler „nicht mehr wiedererkennen“.

## Labordesign: Balance von Anleitung und Selbstständigkeit

Erfolg und Wirksamkeit der Schülerlabore hängen stark davon ab, wie gut es gelingt, ein angemessenes Verhältnis von Anleitung und Offenheit bei den angebotenen Experimenten und Projekten herzustellen. Entgegen manch hoher Erwartungen funktioniert die Wissenskonstruktion in offenen gestalteten Lernumgebungen mit minimaler Führung in den wenigsten Fällen [12, 13]. Die Schülerinnen und Schüler müssen in geeigneter Weise angeleitet und unterstützt werden. Fehlende Zielorientierung und mangelnde konzeptuelle Durchdringung sowie eine adäquate Reflexion der Laborprozesse sind häufige Gründe des Scheiterns. Andererseits lähmt ein Übermaß an Führung die motivationale Entwicklung und die Entfaltung kreativer Ideen und produktiver Potenziale bei den Lernenden.

Die verschiedenen Laborkonzepte unterscheiden sich sehr stark darin, wie dieser subtile Balanceakt und die Gratwanderung zwischen Anleitung und Selbstständigkeit sowie zwischen Zielorientierung und Offenheit umgesetzt werden. Es findet sich das gesamte Spektrum von Möglichkeiten, das von eng geführter kochbuchartiger Labortätigkeit bis zum relativ freien Arbeiten reicht. Bei der Rolle der Autonomie, die den Laborbesuchern zugestanden wird, zeigen sich deutliche fachspezifische Unterschiede innerhalb der Schülerlabor-Landschaft, die auf bemerkenswerte Differenzen in den Fachkulturen verweisen. Physik- und Biologiellabore bilden die jeweiligen Extremgruppen (Abb. 3). Der Schwerpunkt liegt auf dem stärker eigenständigen und offeneren Arbeiten in der Physik im Vergleich zu einem eher enger geführten Vorgehen in der Biologie.

Diese Unterschiede sind insofern bemerkenswert, als bei den betrachteten Laborarrangements keine echten Freiheiten in der Durchführung der Versuche existieren. Die Experimente sind in der Regel weitestgehend vorgegeben und es bestehen kaum Variations- oder Umgestaltungsmöglichkeiten. Dennoch bestehen große Unterschiede in Bezug auf Eigenaktivitäten der Laborteilnehmer in verschiedenen Phasen der Forschungsaktivitäten beim Entwickeln von Fragestellungen, bei der Planung, Durchführung und Auswertung der Experimente sowie bei der Diskussion und Präsentation der Ergebnisse.

Die erkennbare Polarisierung zwischen Physik- und Biologiellaboren verläuft komplementär zum vorherrschenden Image der Schulfächer. Man kann vermuten, dass sich darin auch eine verborgene Agenda in der Laborkonzeption äußert: Dem stringenten und notorisch harten Image des Fachs Physik wird ein eher offenes, exploratives Arbeiten in den Laboren entgegengesetzt. In der Biologie werden dagegen die systematischen Aspekte experimenteller Tätigkeit in den Vordergrund gerückt. Die Laborbetreiber sehen hier offenbar einen Bedarf an stärkerer Anleitung und Führung bei der Labortätigkeit.

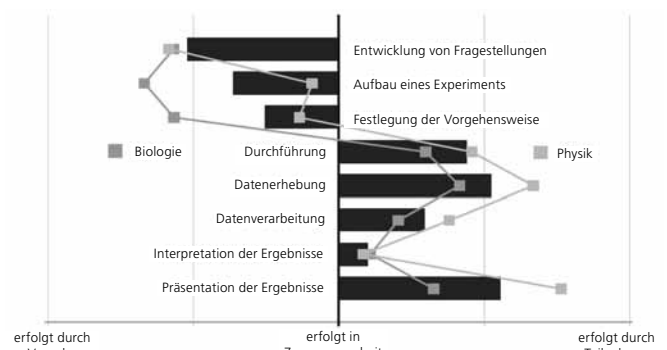


Abb. 4: Grad der Selbstständigkeit in verschiedenen Bearbeitungsphasen experimenteller Aufgaben nach Angaben der Laborbetreiber (Mittelwerte einer fünfstufigen Skala, Balken: alle Labore)

Weitere Differenzen zwischen beiden Laborgruppen bestehen in der Enge der Lehrplanbezüge. Biologiellabore geben an, sich mit ihren Themen relativ eng am Curriculum zu orientieren und lehrplanrelevantes Wissen zu vermitteln. Dagegen spielt eine solche enge thematische Passung bei vielen der physikalisch-technischen Labore nur eine untergeordnete Rolle. Ein Bezug zu Lehrplänen oder Bildungsstandards wird von diesen Laboren nicht inhaltlich, sondern methodisch begründet. Im Zentrum stehen Erfahrungen und Arbeitsweisen. In vielen Fällen ist eine enge thematische curriculare Verankerung auch kaum möglich, denn viele der in den Laboren behandelten Themen tauchen in den Lehrplänen nicht auf (obwohl sie eine hohe lebensweltliche Relevanz besitzen).

Inwieweit ist es also günstiger, die Nähe zu Unterrichtsthemen zu betonen oder komplementäre Konzepte zu favorisieren? Die Schülerurteile zur Frage, ob sie in dem Labor mehr Zusammenhänge verstanden haben als an einem normalen Schultag, fallen für beide Laborgruppen unterschiedlich aus. Die eher komplementär zum Unterricht konzipierten

Physik- und Techniklabore werden signifikant positiver bewertet als die eher unterrichtsnah gestalteten Biologie-labore (Abb. 5). Auch das epistemische Interesse nach dem Laborbesuch fällt bei stärkerer Unterrichtsnähe um ca. 20-30% geringer aus.

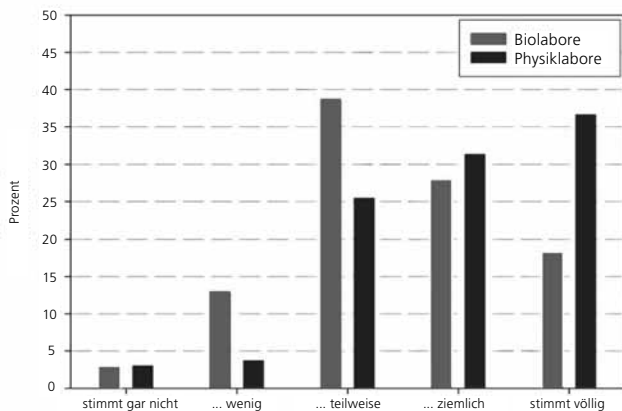


Abb. 5: Verteilung der Schülerantworten auf die Feststellung: „Ich habe heute mehr Zusammenhänge verstanden als an einem normalen Schultag“.

Eine monokausale Deutung dieser Unterschiede ist sicher nicht unproblematisch, da man fachliche Einflüsse dabei ausblendet. Dennoch sind die Ergebnisse ein Indiz dafür, dass es sich bewährt, eine enge Führung und zu enge Bezüge auf den Unterricht und das Schulfach im Labor zu vermeiden. Für die Akzeptanz der Laborangebote erscheint es aussichtsreicher, auf Komplementarität zu setzen und auf Kompetenzen und Arbeitsweisen zu fokussieren, die im Standard-Unterricht weniger zur Entfaltung kommen.

## Labore an der Schnittstelle zur Berufswelt: Das Baylab plastics

Die Entwicklung und Ausdifferenzierung der Schülerlabor-Landschaft ist noch nicht abgeschlossen und vollzieht sich in Wechselwirkung mit den Erfordernissen der Gesellschaft. Während man die Schülerlabore der ersten Generation als wissenschaftsgetrieben bezeichnen kann, richtet sich der Fokus des außerschulischen Lernens zunehmend auf berufsorientierende Ziele und Bezüge zur Wirtschaft und zur Industrie. Dies ist auch eine Reaktion auf den Mangel an qualifizierten Fachkräften mit entwicklungsfähigem naturwissenschaftlich-technischem Hintergrund – ein gemeinsames Problem vieler Industriestaaten, das sich vielerorts durch den demographischen Wandel künftig noch verschärfen wird.

Über das naturwissenschaftlich-technische Fachwissen hinaus sind Gestaltungs- und Handlungskompetenzen gefragt, die in den Laboren wie durch kaum eine andere Bildungsmaßnahme gefördert werden können. Angesichts der absehbaren Zuspitzung in Bezug auf Nachwuchsprobleme und Fachkräftemangel ist verstärkt auch die Abnehmerseite gefordert, die Initiative zu ergreifen. Das Angebot an entsprechenden Industrie-Laboren, die eine umfassende und anschlussfähig angelegte Förderung von Kindern und Jugendlichen betreiben, ist derzeit allerdings noch sehr gering.

Vor diesem Hintergrund spielt das *Baylab plastics*, ein neu konzipiertes Labor der Bayer Material Science AG in Leverkusen, eine richtungweisende Rolle. In diesem Labor stellen sich Schülerinnen und Schüler (14 Jahre und älter) der Aufgabe, in Teamarbeit das Design und die Herstellung eines Produkts zu übernehmen. Die Schüler entscheiden selbst, in welchem der fünf Teams (Technik, Forschung, Design, Kommunikation, Finanzen) sie mitarbeiten möchten. Die Teams bilden die verschiedenen Bereiche ab, die in einem Unternehmen hauptsächlich an der Entwicklung und Herstellung eines marktfähigen Produkts beteiligt sind. Die Jugendlichen führen den gesamten Prozess von der Idee bis zum Fertigteil selbst durch. Am Ende eines Tages gehen sie mit einem Produkt nach Hause, das sie selbst gestaltet und hergestellt haben, wie z.B. bunte Kunststoffbecher, das Gehäuse einer Computermaus oder Eierlöffel.

In einem realen Produktionsprozess, der unter möglichst geringer externer Führung abläuft, müssen die einzelnen Gruppen zielorientiert zusammenarbeiten. Das Designteam übernimmt die Konzeption des Produkts. Das Kommunikationsteam ist verantwortlich für die Organisation der Arbeitsabläufe. Das Finanzteam führt die Kalkulation der Produktkosten durch und untersucht Szenarien, wie sich Kosten senken und marktgerechte Preise erzielen lassen. Die Teams setzen Geräte und Werkzeuge ein, die dem Stand der Technik entsprechen, z.B. eine Spritzgießmaschine, deren Bedienung vom Technikteam erlernt werden muss oder eine Zugprüfeinrichtung und eine Reihe weiterer Prüfinstrumente, die vom Wissenschaftsteam zur Untersuchung der Materialqualität verwendet werden.

In einem interdisziplinären Wechselspiel verknüpft das Labor in Teamarbeit Kompetenzen aus Wissenschaft, Technologie, Industrie und Wirtschaft. Die Jugendlichen erleben, wie das in der Schule erworbene Fachwissen im Berufsleben zur Entfaltung kommt. Aufgrund seines innovativen Designs sowie seines aktivierenden, zu Engagement, Teamgeist und Kreativität anregenden pädagogischen Konzepts kann man es als ein Labor der zweiten Generation bezeichnen. Erfüllt das Labor diese anspruchsvollen Ziele und inwieweit wird es den hohen Erwartungen gerecht?

## Bemerkenswerte Tiefeneffekte: Imageänderungen der Fächer

Die Rolle des Labors bei der Berufswahlentscheidung soll nicht weiter untersucht werden. Besonders bemerkenswert für den Unterricht sind die Rückwirkungen des Laborbesuchs auf die Beurteilung der Bedeutung sowie des Bildes der naturwissenschaftlichen Fächer. Exemplarisch werden dazu die Effekte beim Image von Physik vorgestellt, die über ein semantisches Differential erhoben wurden. Dabei werden Paare gegensätzlicher Eigenschaften vorgegeben, deren empfundene Nähe oder Ferne zum Fach auf einer Skala anzugeben ist. Nach dem Laborbesuch ergeben sich signifikante Änderungen bei solchen Attributen, die für Dynamik und Kreativität stehen (Abb. 6). Diese Effekte sind nach drei Monaten noch immer stabil vorhanden; die Wirkung des Besuchs verblasst nicht mit der Zeit.

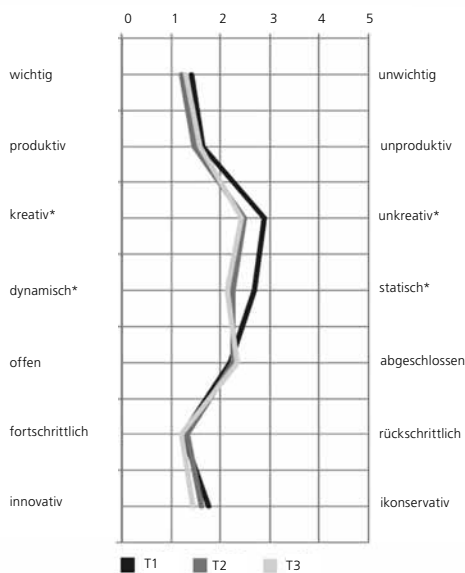


Abb. 6: Das Image von Physik und seine Veränderungen als Folge der Tätigkeit im Baylab plastics. Das Image wurde erhoben vor dem Laborbesuch (T1), unmittelbar danach (T2) sowie 12 Wochen später (T3). Statistisch signifikante Änderungen nach dem Laborbesuch sind mit \* gekennzeichnet.

Diese Effekte treten auf, obwohl ein expliziter Bezug zu den Schulfächern im Labor nicht hergestellt wurde. Ebenso wenig ging es dabei um Wissensvermittlung curricularer Inhalte. Man muss demnach davon ausgehen, dass der gesamte Erfahrungskontext der Laboraktivitäten bei diesen zum Teil tiefgreifenden und nachhaltigen Einstellungsänderungen zusammenwirkt. Das Labor steuert damit klar dem wenig produktiven Bild naturwissenschaftlicher Fächer entgegen, das von negativen schulischen Erfahrungen geprägt ist.

Untersuchungen in der Schule haben gezeigt, dass das negative Image von Mathematik und den „harten“ Naturwissenschaften mit einer ungünstigen Interesse- und Leistungsentwicklung in diesen Fächern einhergeht. Unter Image werden hier die allgemein verbreiteten, zum Teil stereotypen Annahmen über die allgemeinen Charakteristika und die Besonderheiten eines Fachs verstanden. Schülerinnen und Schüler bevorzugen die Fächer, deren Image im Vergleich zu ihrem Selbstbild als ähnlich empfunden wird und lehnen folglich die Fächer ab, deren Image sich von ihrem Selbstbild unterscheidet. Dabei wurde festgestellt, dass die negativen Einstellungen der Schülerinnen und Schüler gegenüber einer Fachrichtung mit den impliziten Assoziationen zum jeweiligen Fach zusammenhängen. Physik wird beispielsweise mit den Attributen „schwierig“, „maskulin“ und „fremdbestimmt“ belegt [14]. Entsprechend beurteilen Jugendliche ihre Mitschüler mit guten Leistungen in Physik oder Mathematik als intelligenter und stärker arbeitsorientiert, sehen sie aber auch als weniger sozial eingebunden und als weniger kreativ.

Vor allem der von der Gleichaltrigengruppe wahrgenommene Mangel an Kreativität gibt zu denken. Er steht in eklatantem Gegensatz zum Selbstbild aktiver Wissenschaftler oder Ingenieure. Während Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten in Naturwissenschaften und Technik in einem hohen Maß von Neugier, Originalität und Kreativität der

Beteiligten geprägt sind, vermitteln die entsprechenden Schulfächer offenbar eher das gegenteilige Bild. Für dieses negative Image ist eine Vielzahl von Einflussgrößen bedeutsam. Neben den bereits erwähnten Faktoren wie Schwierigkeit und Fremdbestimmung ist sicher auch die Tatsache ausschlaggebend, dass der Unterricht durch Stofffülle geprägt ist und dass die Schüler eine Menge systematischen Wissens quasi auf Vorrat erlernen müssen.

Eines der noch immer bestehenden unterrichtsmethodischen Grundprobleme der Bildungstradition ist es, Wissen in einer Art Transmissionsmodell (oft im sogenannten fragend-entwickelnden Gespräch) zu vermitteln. Systematik und Faktenwissen („Wissen, dass“) stehen im Vordergrund; die Konstruktionsleistungen der Lernenden und der Erwerb handlungsrelevanten, prozeduralen Wissens („Lernen, wie“) treten dabei eher in den Hintergrund. Das so erworbene Wissen bleibt quasi träge und ist von der Erfahrung losgelöst. Es bestehen Probleme, das Wissen zu aktivieren und in Anwendungskontexten produktiv zu entfalten. Ganz offensichtlich mangelt es im Unterricht auch an Gelegenheiten, das Wissen abzurufen und seine Entfaltung im Rahmen selbstgesteuerter Lernprozesse zu fördern und zu fordern.

Demgegenüber bietet das Schülerlabor vielfältige Möglichkeiten für informelles und implizites Lernen. Die dabei erzielten Erfolgserlebnisse bei der Anwendung von Wissen und bei den Arbeitsweisen verändern nachhaltig das ursprünglich bestehende negative Image. Wie die enorme Resonanz der Schüler auf die Arbeit im Baylab plastics zeigt, hat eine Förderung handlungsbezogener Kompetenzen erstaunlich starke Einflüsse auf Motivation, Selbstvertrauen und das Selbstwirksamkeitsbild. Es ergeben sich darüber hinaus unerwartet starke positive Rückwirkungen auf die Sichtweisen der Schulfächer. Auch beim Fach Chemie gibt es vergleichbare Effekte, die allerdings etwas geringer als bei der Physik ausgeprägt sind. Die Laborteilnehmer gewinnen ein verändertes Bild von naturwissenschaftlicher Forschung, technologischer Entwicklung und produktiven Prozessen, das in einem starken Maß von Dynamik, Aktivität und Kreativität geprägt ist.

Plakativ lassen sich die Ergebnisse auf die Formel bringen: Die Herstellung eines Plastiklöffels verändert bei vielen Laborteilnehmern die Sichtweise der Physik – ein bemerkenswertes Resultat, das auf ein Grundproblem schulischer Wissensvermittlung verweist: Die Schülerinnen und Schüler haben zu wenig Gelegenheit zu erfahren, wozu sie das Wissen in der Schule erwerben.

## Die Hefe im Teig: Schülerlabore als Katalysatoren kreativer Prozesse

Die Grundidee der Schülerlabore, dem erfahrungsbasierten Lernen ein größeres Gewicht einzuräumen, hat sich als höchst tragfähig erwiesen. Das nachlassende Interesse durch zu eng geführten, theorielastigen, wenig aktuellen und lebensweltfernen Unterricht war einer der Hauptgründe, die zur Etablierung von Schülerlaboren geführt haben.

Ihre Gründung ist auch eine Reaktion auf die Erfahrung, dass für alle Fächer des mathematischen, naturwissenschaftlichen und technischen Bereichs die Wahrscheinlichkeit der Studienfachwahl sehr stark von der erfahrenen Unterrichtsqualität abhängig ist [15].

Insofern ist der Erfolg des Lernorts Labor ein deutliches Signal an die Bildungspolitik, dem erfahrungsbasierten Lernen und dem Erwerb lebensweltlich relevanter Kompetenzen künftig eine stärkere Aufmerksamkeit zu widmen. Schülerlabore als produktive Hefe im Teig der etablierten naturwissenschaftlich-technischen Bildung, als Katalysatoren von Innovationen außerhalb des etablierten und naturgemäß träge reagierenden schulischen Systems, werden daher unbedingt auch weiterhin benötigt. Selbst wenn man optimistisch ist und unterstellt, dass der Unterricht sich im nächsten Jahrzehnt in der erhofften Richtung erneuert, dass er Kompetenzen, aber auch Motivation und Kreativität besser fördert, - selbst dann verlieren außerschulische Labore keineswegs ihre Berechtigung. Sie stellen den Kontakt zur Vielfalt und komplexen Dynamik der Lebenswelt her.

Ziel sollte es künftig sein, inner- und außerschulische Bildungsangebote besser aufeinander abzustimmen und ein kohärentes System zu schaffen, in dem die jeweiligen Rollen geklärt sind. Dazu gehört es auch, die positiven Erfahrungen der Schülerlabor-Bewegung in den Unterricht rückzukoppeln und auf eine erneuerte Kultur des naturwissenschaftlichen und technischen Arbeitens in der Schulpraxis hinarbeiten. Die Herausforderung besteht darin, eine verbesserte Balance von theoriebezogenen, systematischen sowie problembezogenen, erfahrungsbasierten Zugängen in der Lehre herzustellen. Forschend zu lernen ist ein ebenso natürlicher wie authentischer Zugang zu Naturwissenschaften und Technik, der ein vielfältiges, offenes, herausforderndes, aber zugleich auch ein strukturiertes und unterstützendes Lernumfeld erfordert, eine Balance, die eine hohe fachliche und pädagogische Qualifikation der Lehrkräfte voraussetzt.

Kritisch in Bezug auf die Rollenklärung schulischer und außerschulischer Bildungsangebote ist anzumerken, dass es derzeit viele Maßnahmen vor allem im Bereich der frühen Förderung, der Grundschule und der Eingangsstufe weiterführender Schulen gibt, die unter dem Label „Schülerlabore“ außerschulisch angeboten werden. Diese experimentellen Aktivitäten könnten durchaus im Unterricht stattfinden und sie sollten das unbedingt auch. Insofern kann man den Ruf nach schulinternen Schülerlaboren und den Aufruf „Schülerlabore gehören in die Schule“ [16] nur unterstützen, denn das setzt voraus, dass sich die Schule entsprechend weiterentwickelt. Hier muss die Bildungspolitik verbesserte Randbedingungen für die Einbindung von aktivierenden Formen des Lehrens und Lernens und von Prinzipien des forschenden Lernens schaffen.

Der größte gesellschaftliche Bedarf für Schülerlabore besteht nach den bisherigen Erfahrungen an der Schnittstelle zwischen Schule und Beruf. Hier gelingt es durch Labore, kreative Potenziale zu aktivieren und engagierte Jugendliche auch außerhalb des engeren naturwissenschaftlichen und

technischen Bereichs zu fördern. Es ist zu hoffen, dass diese eindeutigen und nachhaltigen Ergebnisse deutliche Impulse für die Veränderung von Praxis geben. Wünschenswert sind weitere ähnlich konzipierte Initiativen in möglichst vielen Berufsfeldern, die auf die Zusammenarbeit engagierter, kompetenter und kreativer Köpfe angewiesen sind.

## Literatur

- [1] U. Ringelband, M. Euler & M. Prenzel (Hrsg.) (2001). Lernort Labor. Initiativen zur naturwissenschaftlichen Bildung zwischen Schule, Forschung und Wirtschaft. IPN, Kiel
- [2] K. Engeln (2004). Schülerlabors: Authentische und aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften u. Technik zu wecken. Logos-Verlag, Berlin
- [3] A. Brandt (2005). Förderung von Interesse und Motivation durch außerschulische Experimentierlabors. Cuvillier Verlag, Göttingen
- [4] F. Scharfenberg (2005). Experimenteller Biologieunterricht zu Aspekten der Gentechnik im Lernort Labor: empirische Untersuchungen zu Akzeptanz, Wissenserwerb und Interesse. Univ. Bayreuth
- [5] P. Guderian (2007). Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte – Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik. Humboldt-Universität, Berlin
- [6] I. Glowinski (2007). Schülerlabore im Themenbereich Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebungen. Kiel
- [7] C. Pawek (2009). Schülerlabore als interesselördernde außerschulische Lernumgebung für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe, Kiel
- [8] S. Weßnigk. Dissertation, In Vorbereitung
- [9] M. Euler (2009). Schülerlabore. in: E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.), Physikdidaktik – Theorie und Praxis, Springer, Heidelberg, Kapitel 25
- [10] A. Brandt, J. Möller & K. Kohse-Höinghaus (2008). Z. Pädagog. Psychol. 22(1), 5-12
- [11] C. Pawek (2009). Schülerlabore als interesselördernde außerschulische Lernumgebung für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe, Kiel
- [12] P.A. Kirschner, et al. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. Educational Psychologist, 41(2), 75-86
- [13] R.E. Mayer (2004). Should there be a three strike rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. American Psychologist, 59, 14-19
- [14] U. Kessels, M. Rau & B. Hannover (2006). What goes well with physics? Measuring and altering the image of science. British Journal of Educational Psychology, 76, 761-780
- [15] C. Heine, J. Egel, C. Kerst, E. Müller, S. Park (2006). Bestimmungsgünde für die Wahl von ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen. Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 4-2006, Hrsg. BMBF, ISSN 1613-4338
- [16] A. Wasmann-Frahm (2008). Plädoyer für ein schulinternes Schülerlabor. Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht (MNU), 61/1, 44-46