

## PHYSIK ZUM ANFASSEN - Nachhaltiges Lernen durch Physik-Experimentierstationen -

J. Miericke

Hardenberg-Gymnasium Fürth, Kaiserstr. 92, 90763 Fürth  
(Eingegangen: 26.08.2002; Angenommen: 10.02.2003)

### Kurzfassung

Im Schulprojekt ‚Physik zum Anfassen‘ planen und bauen Schülerinnen und Schüler unter der Anleitung von Lehrern und Referendaren große Experimentierstationen, an denen Phänomene aus Natur und Technik unmittelbar und hautnah erfahrbar sind. Diese Objekte sind im Gang vor den Physikräumen aufgestellt und können von Schülern, Lehrern und Eltern *ständig* und *unkontrolliert* benützt werden.

Dieser Beitrag beschreibt das Projekt und stellt mehrere Experimentierstationen vor. Beobachtungen und Erfahrungen aus 8 Jahren werden mitgeteilt und sollen die Aussage stützen, dass solch ein Projekt geeignet ist, eine nachhaltige Lernmotivation nicht nur bei Schülerinnen und Schülern zu fördern. Informationen zu den notwendigen Voraussetzungen und Bedingungen für die Durchführung des Projekts sollen helfen, ähnliche Projekte an anderen Schulen durchzuführen.

### 1. Einleitung

Physik ist überall – aber nur bei wenigen Schülern beliebt.

Die Gesetze der Physik regieren das Universum, auch unsere Sonne und unsere Erde, bis hin zu den kleinsten Teilchen. Physik ist ein wesentlicher Bestandteil menschlicher Kultur und vermittelt Kompetenz für die Zukunft. „Physik ist Zukunft“ versichert nicht nur die Deutsche Physikalische Gesellschaft mit Überzeugung. „Physik ist lebensfern und schwer“ ist eine andererseits ebenfalls überzeugte Äußerung von vielen Schülern, denn Physik wird von ihnen nicht als ein attraktives Schulfach angesehen.

#### 1.1 Probleme des Schulfaches Physik

Unumstritten ist, dass die Fähigkeit, Erscheinungen in der Umwelt wahrzunehmen, zu ordnen, zu begreifen und als Erfahrungsgrundlage zu speichern, erst entwickelt werden muss. In einem langen Prozess gewinnt der junge Mensch Raum- und Zeitempfinden, akzeptiert allmählich eine von ihm unabhängige Außenwelt und lernt Ursache und Wirkung zu unterscheiden. Beschäftigen sich Heranwachsende zu früh und in übertriebener und einseitiger Weise mit einer Welt des Scheins, der „virtual reality“, besteht die Gefahr, dass sie das Vertrauen in ihre Wahrnehmungsfähigkeit nicht ausreichend entwickeln können. [1]

Ebenso unbestritten ist die Tatsache, dass ein junger Mensch nur dann objektiv denken lernen kann, wenn ihm die Erkenntnisgegenstände unmittelbar zur Verfügung stehen. Das Wahrnehmen mit den eigenen Sinnen, das Begreifen durch konkrete Handlungen, die man anhalten, wiederholen und auch verändern kann, bieten die Möglichkeit, die Strukturen rationalen Denkens anzulegen und zu

fördern. Auf dem Fundament eines zuverlässigen Erfahrungsschatzes lässt sich damit auch eine tragfähige Weltsicht aufbauen.

Schulen haben nach wie vor die zentrale Aufgabe, den Schülern dabei zu helfen, zu einer eigenen, von der Rationalität geleiteten Wirklichkeit zu kommen. Besonders Physik als grundlegende Naturwissenschaft bietet viele Möglichkeiten, diesen Bildungsauftrag zu erfüllen. [2]

Das Schulfach Physik hat derzeit mit diesem Auftrag Probleme. Die Rahmenbedingungen für den Physikunterricht – viele Lerninhalte mit zum Teil hoher Komplexität, insgesamt zu wenig Zeit, um physikalisch denken zu lernen und das Gelernte zu üben, zu große Lerngruppen, zu wenige praktische Schülerübungen, betont mathematische Zielsetzungen bei einigen Physiklehrern u.a. – haben dazu geführt, dass Schüler vorwiegend physikalische Formeln und Begriffe lernen, ohne dabei einen Bezug zur Wirklichkeit herstellen zu können. Physik ist manchmal zu einem Fach geworden, das mit Natur und Umwelt nur noch wenig zu tun hat. Physik wirkt dann auf diese Schüler wie eine tote, lebensferne und schwere Fremdsprache und das Wesentliche wird von ihnen selten erkannt. Es ist eine anerkannte Tatsache, dass Schüler zunehmend Schwierigkeiten haben, Einflüsse und Größenordnungen abzuschätzen, Ursache und Wirkung auseinander zu halten. Kreative Problemlösungen im Unterricht werden dadurch fast unmöglich. Nur wenigen Schülern gelingt es, das eigene Lernen von physikalischen Inhalten zu organisieren, es selbst zielgerichtet zu steuern, zu überwachen, zu bewerten und auch zu korrigieren. Sicherheitshalber wird deshalb Physik in der Kollegstufe nicht gewählt.

## 1.2 Der Sinn von Physik-Experimentierstationen

Physik-Experimentierstationen sollen dagegen die bewusste Wahrnehmungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen frühzeitig schärfen! Mit den dabei durchführbaren einfachen Experimenten sollen Phänomene aus Natur und Technik unmittelbar und hautnah erfahrbar werden. Hier kann dann die Erkenntnis, dass leichter begriffen wird, was auch ergriffen wurde bzw. ergriffen werden kann, immer wieder nutzbar gemacht und überprüft werden. [4]

In vielen Ländern der Welt gibt es daher „Museen der Erfahrung“, die „Physik zum Anfassen“ bieten. Besucher können dort nicht nur etwas sehen, sondern vor allem auch etwas tun. Die wahrgenommenen physikalischen Phänomene regen an zu einem interaktiven Lernen, zum Staunen, Verharren, Nachdenken und zum Austausch der Gedanken im Gespräch mit anderen. Es besteht dort häufig die Möglichkeit, in den Ablauf der Experimente einzugreifen. Einige Stationen können nur zu zweit oder zu mehreren erlebt werden. Dabei wird zudem die soziale Kompetenz gefördert. In gemeinsamen Gesprächen können die eigenen Gedanken geordnet, eigene Fragen beantwortet werden, es kann begriffen werden. [3]

Es gibt mittlerweile einige neue, auch schon erprobte Wege, mit denen Physiklehrerinnen oder Physiklehrer trotz der teilweise ungünstigen Rahmenbedingungen jungen Menschen vermitteln können, dass die Physik, die in der Schule erlebt wird, spannend und auch hilfreich beim Anwenden im täglichen Leben sein kann.

Der Bau und die Ausstellung von Physik-Experimentierstationen im Gang vor den Physikräumen oder anderen Bereichen in der Schule, die ständig und unkontrolliert von allen benutzt werden können, ist ein zusätzlicher Weg, um die Attraktivität des Faches Physik bei Schülern zu steigern und auch nachhaltiges Lernen zu fördern.

## 2. Beschreibung des Projekts

Die positiven Erfahrungen mit einem Pluskurs „Magnetisches Schweben“ vor ca. 10 Jahren [4] und eine eindrucksvolle Auswahl von „Experimenten zum Anfassen“, die zu einem Erfahrungsfeld mit dem Namen „Phänomenta“ gehörten und auf einer Tagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft zu erleben waren, führten im Jahre 1994 zu dem Entschluss, an zwei Projekttagen am Ende des Schuljahres drei Experimentierstationen mit Schülern aller Jahrgangsstufen und Referendaren des Studienseminars für Physik nachzubauen und sie im Gang vor den Physikräumen aufzustellen. Mit Hilfe von Veröffentlichungen und eigenen Fotos wurden die Konstruktionen so geplant, dass die beobachteten Zeiten, Kräfte, Strecken usw. Größenordnungen haben, die der menschlichen Wahrnehmung direkt zugänglich sind. Detaillierte

Baupläne wurden nicht verwendet. Die Stationen sollten auf alle Fälle robust genug sein, damit sie unbeaufsichtigt im Gang ausgestellt werden können. Das benötigte Material sollte ohne Schwierigkeiten zu erhalten sein und die Kosten in einem angemessenen Rahmen liegen. Schließlich sollte der Bau auch keine handwerklichen Spezialkenntnisse erfordern.

Die durchwegs positiven Beobachtungen bei den am Projekt teilnehmenden Schülern und Referendaren und das Interesse und die Freude, die Schüler, Eltern und auch viele Lehrer zeigten, die an den ausgestellten Stationen experimentierten, haben dazu geführt, dass aus diesem Anfangsprojekt ein Dauerprojekt wurde. [5] Bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt (Juli 2002) sind insgesamt 34 Stationen gebaut worden, von denen mehr als 20 ständig im Gang vor den Physikräumen ausgestellt sind.

Zur Veranschaulichung sollen 5 Stationen vorgestellt werden.

### Beispiel 1:

#### Stabile Brücke

Die Form einer durchhängenden Kette ist stets gleich, man nennt sie Kettenlinie.

Baut man mit Bausteinen eine Brücke, welche die Form einer auf dem Kopf stehenden Kettenlinie hat, so ist die Brücke ohne Klebstoff stabil.

#### Hinweis:

Baue die Brücke auf dem schräg liegenden Brett auf. Die Bausteine sind von unten nach oben nummeriert und mit dem Zusatz **r** (rechts) bzw. **l** (links) versehen. Die Zahlen müssen dabei aufrecht stehen. (Abb. 1)



Abb. 1 Die Bausteine werden auf dem schräg liegenden Brett in richtiger Reihenfolge aneinandergelagt

Kippe nun langsam die schiefe Ebene, bis sie senkrecht steht, und halte dabei die zwei untersten Bausteine fest, damit sie nicht wegrutschen. Schaffst du es, dass die Brücke frei steht? (Abb. 2)

In Abb. 3 steht die Brücke stabil. Das Brett ist vollständig weggeklappt.



Abb. 2 Die Brücke steht senkrecht ...



Abb. 3 ... und stabil ohne Klebstoff

### **Beispiel 2:**

#### **Unendlichkeitsspiegel**

Schaue durch zwei Augenlöcher und versuche durch leichtes Kippen den vorderen Spiegel parallel zum hinteren Spiegel zu halten. Du siehst dann sehr viele Spiegelbilder der Lichterkette, die sich zwischen den beiden Spiegeln befindet (Abb. 4).



Abb. 4 Blick in die „Unendlichkeit“

### **Fragen:**

Wie entstehen die vielen Spiegelbilder?  
Warum werden sie immer kleiner und dunkler?  
Was beobachtest du, wenn die Spiegel nicht parallel stehen?

### **Beispiel 3:**

#### **Wellenspiegel**

Wenn du in einen ebenen Spiegel schaut, erkennst du sofort dein Spiegelbild, weil es dir sehr ähnlich ist. Es gibt aber auch Spiegel, die dein Spiegelbild sehr verrückt aussehen lassen. Der „Wellenspiegel“ (Abb. 5) hat es wirklich „in sich“.

#### **Hinweise:**

Stelle dich etwa 2m vor den Spiegel. Betrachte dein Spiegelbild, wie es sich verändert, wenn du entweder einige Schritte nach vorne oder nach hinten gehst.

Mit Hilfe der „Stöpsel“ an den Seiten kannst du die Form des Wellenspiegels vielfältig verändern und immer wieder überraschend neue Spiegelbilder erzeugen.



Abb. 5 Wellenspiegel

### **Fragen:**

Wie verzerrt ein nach außen gewölbter (konvexer) Spiegel?  
Wie verzerrt ein nach innen gewölbter (konkaver) Spiegel?  
Warum verzerrt überhaupt ein gewölbter Spiegel?  
Kannst du dich im Spiegel ohne Rumpf sehen?

**Beispiel 4:**

**Dreizeitenpendel** oder  
**„Schwingt das doppelt so lange Pendel doppelt so lang?“**

Ein Pendel benötigt für eine Hin- und Herschwingung eine bestimmte Zeit (Schwingungsdauer), die hauptsächlich von der Pendellänge abhängt. Das längere Pendel schwingt langsamer. Schwingt ein 9-mal längeres Pendel 9-mal oder  $4\frac{1}{2}$ -mal oder 3-mal langsamer? Gibt es einen genauen Zusammenhang zwischen der Schwingungsdauer  $T$  und der Pendellänge  $l$ ?

**Hinweis:**

Lege die drei Pendelkugeln in die kreisrunden Löcher des Bretts und drehe es so, dass die Kugeln gleichzeitig herausfallen und zum Schwingen beginnen. Wenn alle drei Kugeln das erste oder zweite Mal wieder die gleiche Anfangslage haben, fange sie mit dem Brett wieder ein (Abb. 6).



Abb. 6 Dreizeitenpendel

**Fragen:**

In welchem Verhältnis stehen die Pendellängen des roten, gelben und grünen Pendels?

Wie oft haben das rote, gelbe und grüne Pendel hin und her geschwungen, wenn du sie wieder eingefangen hast?

In welchem Verhältnis stehen also die Schwingungsdauern der drei Pendel?

Wie muss dann der Zusammenhang zwischen  $T$  und  $l$  sein?

Um wie viel musst du also die Pendellänge vergrößern, wenn du die Schwingungsdauer verdoppeln willst?

Warum hängt die Schwingungsdauer eines Pendels nicht von der Masse des Pendelkörpers ab?

Warum hängt die Schwingungsdauer eines Pendels nur wenig von der Anfangsauslenkung des Pendelkörpers ab?

**Beispiel 5:****Das Auge im Kegel**

Der Sinneseindruck, den wir von unseren Augen erhalten, lässt sich wegen der erheblichen Trägheit leicht täuschen. Solange die runde Scheibe ruht, erscheint eine ebene geometrische Figur mit schwarzen und weißen kreisähnlichen Flächen (Abb. 7)



Abb. 7 Kegelauge

**Hinweis:**

Drehe die Scheibe sehr langsam und trete einige Meter zurück. Die Figur erhebt sich ins Räumliche: Sie erscheint als rotierender Kegel mit einem ebenfalls rotierenden Trichter, in dessen Mitte sich ein „Auge“ befindet.

**Fragen:**

Wie verändern sich die schwarzen Sichel beim Drehen?

Wie kann du dir die Scheibe im kleineren Maßstab nachbauen?

Weitere Informationen über alle gebauten Experimentierstationen findet man auf der Homepage des Hardenberg-Gymnasiums.

Hyperlink: <http://www.hardenberg-gymnasium.de>

### 3. Erfahrungen mit dem Projekt

Das Projekt läuft mittlerweile 8 Jahre. Während dieser Zeit konnten vielfältige Beobachtungen und Erfahrungen bei Planung und Bau sowie beim Experimentieren an den Stationen gemacht werden.

#### 3.1 Planung und Bau der Stationen

Die *Schülerinnen und Schüler*, die direkt an der Planung, dem Bau und der Ausstellung der Experimentierstationen beteiligt sind, erfahren eine besonders große und auch nachhaltige Lernmotivation, da bei ihnen die vielfältigsten Möglichkeiten für Erfolgserlebnisse gegeben sind (Abb. 8).



Abb. 8 Projektteilnehmer im Jahr 2002

In kleineren Arbeitsgruppen von zwei bis fünf Schülern werden die verschiedenen Teilaufgaben teilweise unter der Aufsicht eines Referendars oder des Projektleiters gelöst (Abb. 9).



Abb. 9 Zusammenbau einer Station

In diesen Gruppen entwickelt sich in natürlicher Weise ein spürbarer Teamgeist. Das Gelingen der Gesamtaufgabe hängt von jedem Einzelnen ab. Oft stellt sich von alleine Freude beim Arbeiten im Team ein (Abb. 10).

Bei auftretenden Problemen können die Schüler selbstgesteuert kreativ werden. Dabei werden zum Teil originelle Lösungen gefunden. Die Erfolgserlebnisse bei den handwerklichen Tätigkeiten sind greifbar.



Abb. 10 Teamarbeit

Beim Bau jeder Station besteht die dringende Notwendigkeit, sich in den Arbeitsgruppen auf bestimmte Vorgehensweisen zu einigen. Gibt es in einer Gruppe Schwierigkeiten, wird von anderen Gruppen geholfen. Kommunikative und soziale Fähigkeiten werden so gefördert.

Die Übernahme von Selbstverantwortung für das Ergebnis des eigenen Handelns führt fast immer zu einer besonderen Motivation, sich voll einzusetzen, d.h. Fleiß und Ausdauer zu zeigen. Erfolgserlebnisse wirken dabei umso nachhaltiger, je schwieriger sie erreichbar waren. Das Erleben von Projektarbeit als eine „offene Unterrichtsform“ aktiviert insgesamt die Lernbereitschaft dieser Schüler.

Einige Schüler arbeiten schon seit mehreren Jahren wiederholt im Projekt mit, ein deutliches Zeichen für eine nachhaltige Motivation.

Die emotionale Anerkennung und Wertschätzung der Stationen durch andere Schüler, Lehrer und andere Erwachsene ist besonders gut geeignet, das Selbstvertrauen der beim Bau beteiligten Schüler zu stärken, was eine wichtige Voraussetzung für nachhaltiges Lernen ist. Bei vielen der am Projekt teilnehmenden Schüler ist auch im normalen Physikunterricht ein gesteigertes Interesse zu beobachten.

Die bei der Planung und beim Bau der Stationen beteiligten *Studienreferendarinnen* und *Studienreferendare* des Physikseminars am Hardenberg-Gymnasium werden ebenfalls durch das Projekt nachhaltig motiviert. Die meisten Physikreferendare bringen aus dem Lehramtsstudium ein gutes theoretisches Fachwissen mit.

Die experimentell-praktischen Fertigkeiten sind in der Regel weniger gut entwickelt. Aufgabe der fachpraktischen Ausbildung im Seminar ist es nicht nur, die Studienreferendare mit den wichtigsten Geräten der Demonstrationstechnik und deren Handhabung vertraut zu machen, vielmehr ist immer auch die Fähigkeit zu üben, ein Experiment übersichtlich und spannend darzubieten. Die intensive Beteiligung an der Planung und beim Bau von Experimentierstationen ist dafür sehr gut geeignet.

Die Kunst, ein physikalisches Phänomen pädagogisch wirksam zu inszenieren, kann entscheidend für die Akzeptanz des Physikunterrichts bei Schülern sein. Die durchwegs positive Resonanz der Referendare für das Projekt zeigt sich in einem besonders großem Engagement. Vielfach erwerben sie dabei Handfertigkeiten und Kenntnisse, die auch zur Ausübung einfacher Instandsetzungsarbeiten und zur Selbstanfertigung von Demonstrationsmaterial notwendig sind, z.B. die Bearbeitung von Holz, Plexiglas, Styropor, Glas und Metall mit verschiedensten Werkzeugen und Maschinen, das Hart- und Weichlöten u.a.

Bei der Betreuung der Schülergruppen lernen sie das Arbeiten mit offenen Unterrichtsformen und finden dadurch einen günstigen Zugang zur Gedankenwelt der Schüler. Eine nachhaltige Wirkung der Projektarbeit hat sich u.a. auch darin gezeigt, dass mehrere Referendare nach der Seminarbildung an ihren Gymnasien ähnliche Projekte durchgeführt haben bzw. noch durchführen.

Ohne das Engagement der Referendare hätte sich die Ausstellung am Hardenberg-Gymnasium nicht in ihrer Quantität und Qualität entwickeln können.

### 3.2 Experimentieren an den Stationen

Die Schülerinnen und Schüler am Hardenberg-Gymnasium haben – im Unterschied zu einem Museumsbesuch – immer wieder die Möglichkeit, sich mit den im Gang ausgestellten Objekten auseinander zu setzen. Die normalen Experimentierzeiten sind die Wartezeiten zwischen den Unterrichtsstunden, die zwei Vormittagspausen und auch die längere Mittagspause. Die Abb. 11 vermittelt eine Momentaufnahme des Experimentierens im Ausstellungsgang während einer Pause.



Abb. 11 Ausstellungsgang mit Betrieb

Experimentierstationen fördern eine nachhaltige Lernmotivation bei den experimentierenden Schülern. Eigene Beobachtungen und Gespräche an und mit Schülern haben die Erfahrungen von naturwissenschaftlichen Museen bestätigt. [6]

#### **Anfassen und Herumprobieren erwünscht**

Fast alle Stationen erfordern ein Mittun der Schüler. Statt „Berühren verboten“ gilt „Anfassen erwünscht“. Beim Selber-Tätigwerden stellt sich die

Freude am physikalischen Phänomen unmittelbar an der Station ein. Vorgänge und Geräte werden mit den Sinnen wahrgenommen. Immer wieder kann es zum positiven Gefühl eines Aha-Erlebnisses kommen.

Viele Schüler, besonders aus der Unterstufe, erleben die Art und Weise, wie sie an den Stationen offen und unkontrolliert experimentieren und erkunden können, das erste Mal. Dabei geht es nicht um die „richtige“ oder „falsche“ Methode, die Phänomene zu erkennen und zu verstehen. Gerade wenn das vermutete Geschehen nicht mit dem beobachteten Ablauf übereinstimmt, entsteht Neugier und Spannung und es wird weiter probiert. In diesen Situationen kann es zu neuen Erkenntnissen kommen, oder eine bisher gewohnte und lieb gewonnene Ansicht wird abgeändert.

Die interaktiven Stationen bieten weit mehr als den „Druck auf einen Knopf“, gefolgt vom vorbestimmten, „programmierten“ Ablauf. Zwischen dem Tun als Ursache und dem Phänomen als Wirkung – im Prinzip beliebig oft wiederholbar – wird für den Schüler allmählich ein Zusammenhang erkennbar und einsichtig.

#### **Spielerisch lernen**

An den Stationen kann spielerisch gelernt werden. Bedeutsame Entdeckungen großer Naturwissenschaftler waren oft das Ergebnis eines zufälligen, scheinbar ziellosen Herumspielens. Aus dem Spielen kann durchaus fachliches Interesse erwachsen. Viele Schüler zeigen an den Stationen deutlich Neugierde und einen spielerischen Entdeckungsdrang.

#### **Ungestörtes Lernen**

Im Ausstellungsgang können sich die Schüler ihres eigenen Verstandes bedienen: Sie dürfen selbständig experimentieren, ohne dass sie jemand stört oder belehrend beeinflusst.

#### **Vergnüglicher Ort gemeinsamer Lernkultur**

Bei neu aufgestellten Experimentierstationen wird in der Regel zu Beginn nur selten zielgerichtet vorgegangen. Beim Vorbeigehen wird das Experiment in Gang gesetzt und oft nur spielerisch ausgekundschaftet, welche Möglichkeiten die Station bietet. Die knapp gehaltenen Hinweise neben den Stationen werden kaum gelesen. Durch die andauernde Präsenz der Stationen beschäftigen sich jedoch fast alle Schüler irgendwann intensiver und zielgerichteter mit den Phänomenen und den Möglichkeiten der Veränderung von Einflussgrößen.

In der offenen und ungezwungenen Atmosphäre der Ausstellung im Gang findet oft zwischen den Schülern ein spontaner Meinungsaustausch statt, auch zwischen jüngeren und älteren Schülern. Bei letzteren wird gelegentlich sogar „wissenschaftlich“ diskutiert. Erfahrungen werden ausgetauscht und die Vorstellungen der Mitschüler auf die eigenen Ansichten bezogen. Kinder und Jugendliche lernen besser von- und miteinander.

Der Umgang von Erwachsenen mit den Experimentierstationen (Abb. 12) gleicht vielfach dem von Kindern und Jugendlichen. Beim eigenständigen Handeln stellt sich auch bei ihnen eine gewisse Faszination am unmittelbar am Objekt beobachteten Phänomen ein. Die Vorgänge werden ebenfalls sinnlich beobachtet. Auch hier kommt es immer wieder zu Aha-Erlebnissen.

Diejenigen Erwachsenen, die in ihrer Schulzeit keinen echten Zugang zur Physik gefunden haben, erleben – vielleicht zum ersten Mal – dass Physik auch interessant und verständlich sein kann.

An Elternabenden oder an Schulfesten werden die Exponate regelmäßig von vielen Erwachsenen erkundet. Die Resonanz ist positiv.

### 3.3 Von der Wahrnehmung des Phänomens zum Begriff

Nachhaltiges Physikkennen in einem abstrakt-orientierten Unterricht ist erst dann möglich, wenn die Schüler zuvor hinreichend viele naturwissenschaftliche Phänomene mit den Sinnen wahrgenommen und auch zielgerichtet beobachtet haben. Die an den Stationen zu beobachtenden Phänomene wecken das Interesse, bringen Fragen hervor, regen zum Denken an, lösen den Wunsch nach Verstehen aus und sind damit wirksame Ausgangspunkte für Lernprozesse. Die Möglichkeit, Experimente ständig wiederholen zu können, ist besonders günstig für ein nachhaltiges Lernen.

Von diesen eigenen Erfahrungen und Vorstellungen ausgehend können die Schüler an naturwissenschaftliche Sichtweisen herangeführt werden, die ihnen helfen, die Phänomene des Alltags neu zu sehen und besser zu verstehen.

An den Stationen können einfache Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten kennen gelernt werden, die verlässlich sind und damit der kindlichen Vorstellungswelt eine hilfreiche Ordnung geben.

An einigen Stationen (z.B. Abb. 7) können auch Fehlleistungen der Sinne erlebt werden. Sinnestäuschungen verschwinden selbst dann nicht, wenn sie mit dem Verstand durchschaut sind und es völlig klar ist, dass der Eindruck irreführt.

Aus der Wahrnehmung kann Staunen entstehen, und Staunen – verbunden mit Muße – setzt Nachdenken in Gang.

Selbst wenn sich Schüler eine exakte Erklärung noch nicht selbst geben können, finden sie für sich selbst elementare, vorbegriffliche Kenntnisse und Erklärungen von Wirklichkeit. „Solche Erfahrung ist ursprünglicher als jede noch so wortreiche Deutung, sie ist die Grundlage für ein späteres vertieftes begriffliches Verstehen und Lernen“. [6]

### 3.4 Entwicklung von Schulqualität

Das ständige Projekt „Physik zum Anfassen“ stellt mit Sicherheit auch einen Beitrag zur Entwicklung von Schulqualität dar. Schüler, Referendare und Lehrer engagieren sich dabei außerhalb des Unterrichts an einer gemeinsamen Sache. Die ausgestell-

ten Objekte können ständig unkontrolliert von allen benutzt werden und finden dadurch auch Wertschätzung und Anerkennung. Sie sind etwas Besonderes an der eigenen Schule. Bisher traten keine mutwilligen Zerstörungen auf. Reparaturen waren aufgrund normaler Abnutzungserscheinungen oder offensichtlicher Fehlkonstruktionen notwendig. Vielleicht liegt es auch daran, dass die Schüler wissen, dass alle Stationen unter Mitwirkung von vielen Schülern gebaut wurden.

Obwohl im Gang aus Platzmangel kaum noch weitere Stationen aufgestellt werden können, werden neue Stationen geplant und gebaut, die dann vorhandene Stationen ersetzen sollen.



Abb. 12 Eltern beim Experimentieren

## 4. Notwendige Voraussetzungen oder Bedingungen für die Durchführung eines solchen Projekts

Grundsätzlich ist das Projekt ohne Kontakte zu außerschulischen Partnern durchführbar. Es ist jedoch günstig, wenn man z. B. die Exponate kennt, die in sog. Science Centers ausgestellt sind. In Europa gibt es inzwischen viele solcher naturwissenschaftlich orientierten Erfahrungsfelder, die man besuchen kann.

Das Projekt kann an jeder Schule durchgeführt werden. Selbst mit einer kleinen Ausstattung an Material und Werkzeug lassen sich interessante Objekte mit angemessenem Zeitaufwand herstellen, an denen die Schüler physikalische Phänomene interaktiv erkunden können. Für den Bau von komplexeren Stationen und für den Aufbau einer größeren Ausstellung ist es jedoch notwendig, eine Werkstatt mit einer Grundausstattung von Werkzeug und Kleinmaterial zu haben.

Für eine größere Ausstellung ist es unbedingt erforderlich, dass die Schulleitung und der Schulträger die Aufstellung der Experimentierstationen nicht nur genehmigen, sondern auch das gesamte Schulprojekt wohlwollend unterstützen.

### **5. Zusammenfassung**

Experimentierstationen im Gang vor den Physikräumen bieten eine Chance, durch selbstbestimmtes Entdecken, gezieltes und schrittweises Vorgehen zu üben.

Entscheidend ist dabei nicht das belehrende Vermitteln fachlich bestimmter Wissensinhalte. Der Umgang mit wirklichen Dingen erleichtert das Verständnis, vorausgesetzt, man räumt dafür Zeit ein. Eigenes Erfahren eröffnet Chancen, wirkungsvoller und nachhaltiger zu lernen als durch Belehrung und gesteuertes Erarbeiten.

### **6. Literatur**

- [1] Fiesser, L.: Anstiften zum Denken – die Phänomenta, Bericht über ein Forschungsprojekt, S. 14 ff, Flensburg 1990
- [2] Kiupel, M.: Physik lernen im Science-Zentrum? Vor-formales Lernen als Grundlage für den Physikunterricht. In: Physik in der Schule, Heft 36, S. 217, Pädagogischer Zeitschriftenverlag, Berlin 1998
- [3] Fiesser, L.: Phänomenta – durch Physik denken lernen? In: Phys. Bl., Juli/August, S. 678, Wiley-VCH-Verlag GmbH, Weinheim 1994
- [4] Miericke, J.: Magnetisches Schweben – Projektarbeit in einem Pluskurs. In: Physik und Didaktik, Heft 1, S. 26, Bayerischer Schulbuch Verlag, München 1994
- [5] Miericke, J.: Experimente „zum Anfassen“ in der Schule. In: Phys. Bl., Heft 5, S. 61, Wiley-VCH-Verlag GmbH, Weinheim 2000
- [6] Technorama in Zürich: Informationen für Besucher, 2001

# „Physik zum Anfassen“



## → Physik hautnah erfahren

Physik-Experimentierstationen sollen die bewusste Wahrnehmung der Schülerinnen und Schüler schärfen.

Es wird meist leichter „begriffen“, was auch „ergriffen“ werden kann.

## → Eigenbau statt blanker Theorie

Die Schüler entwickeln und bauen die Experimentierstationen selbst mit und erfahren so selbst den Weg von der Theorie bis zur praktischen Umsetzung - ein unschlagbarer Lerneffekt.

## → Phänomene als Hilfsmittel

Sinnestäuschungen und ungewöhnliche Perspektiven schaffen manchmal mehr als Formelsammlungen.

Staunen und Nachdenken sind oft bemerkenswerte Lernhelfer.

## → Durch Neugier zum Erfolg

Spielerisches Auseinandersetzen mit den Experimentierstationen führt oft zu zielgerichteten Aktionen, die Beschäftigung hat also einen Lerneffekt auch für nicht primär physikorientierte Schüler.

## → Wertschätzung

Die Experimentierstationen können ständig unkontrolliert benutzt werden und finden dadurch auch Anerkennung und Wertschätzung.

Es traten bisher keine mutwilligen Zerstörungen auf.

Mehr Informationen:

<http://www.hardenberg-gymnasium.de>

Kontakt: miericke@odn.de

Hier 3 Beispiele:



- 1 DOPPELPENDEL
- 2 BRÜCKE OHNE KLEBSTOFF
- 3 OPTISCHE TÄUSCHUNG

Informationen zum Projekt mit einen Blick