



Hochspannung im Physiksaal

Erfinderclubs bieten Schülerinnen und Schülern ab der 9. Klasse Gelegenheit und Unterstützung für unkonventionelle Experimente.

Von Kathrin Schlößler

Zisch. Rauch und Feuer im Physiksaal. Vier Schüler grinsen verlegen. So war das nicht gedacht. Ein Lehrer holt schnell eine Löschdecke. Nach kurzer Bestandsaufnahme – niemand ist verletzt, das Feuer hat keinen ernstesten Schaden angerichtet – kehrt die heitere Stimmung zurück.

Wochenlang hat sich die sechsköpfige Zehntklässler-Gruppe (Stefan Vonderlind, Maik Thöner, Bo Thöner, Marius Müller, Yannik Gerstenberger und Bryan Vaupel) über das Thema »Flugobjekte« informiert und schließlich ein Experiment ausgewählt: den Bau eines Miniatur-Heißluftballons. Nach der Berechnung von Umfang, Volumen und Gesamtgewicht haben die Schüler das Fluggerät aus Seidenpapier, Kleber und Tesafilm zusammengebaut. Drei Bunsenbrenner sollen die Heißluft für den Auftrieb erzeugen.

Als der entscheidende Zeitpunkt des ersten Flugversuchs gekommen ist, macht der Wind auf dem Schulhof die Vorführung unmöglich, und man zieht in den Klassenraum um. Dort ist die Gruppe einen Augenblick unachtsam, und schon fängt der Ballon Feuer. Das leicht entzündliche Seidenpapier verkohlt schnell, und ein Ascheregen geht auf die erstaunten Schüler nieder. »Fehler sind erlaubt«, meint einer der Betreuer, der Mathematik- und Physiklehrer Norbert Großberger, dazu.

► Hoffnungsfroher Anfang und trauriges Ende eines selbst entwickelten Heißluftballons

Hervorgegangen ist die Gruppe aus einer seit 1993 bestehenden Physik-AG am Grimmelshausen-Gymnasium Gelnhausen. Die Arbeitsgemeinschaft von Norbert Großberger und seinem Kollegen Erwin Bernhardt, die bislang eher unregelmäßig getagt hatte, erhielt neuen Auftrieb durch den Kontakt mit dem »Zentrum für Mathematik und Literatur« am selben Ort (Kasten rechts). Dessen Gründerin Bettina Mähler begeisterte die Lehrer für das Konzept des Maristengymnasiums in Fürstentum bei Passau, das seit Langem Erfinden als Unterrichtsfach hat, und sorgte dafür, dass das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technik (BMBF) finanzielle Fördermittel bereitstellte. So wurde aus dem Projekt der INSTI-Erfinderclub (Kasten S. 80).

Im Durchschnitt hat die Arbeitsgemeinschaft 15 Mitglieder pro Schuljahr. Neben Oberstufenschülern, die zum Beispiel nach einem geeigneten Umfeld für eine Teilnahme bei »Jugend forscht« su-

chen, können auch schon jüngere Schüler ab der 9. Klasse Mitglied im Erfinderclub werden.

»Im Erfinderclub finden die Schüler Raum für eigene Projekte, für die im Unterricht kein Platz ist«, erklären Norbert Großberger und Erwin Bernhardt das Konzept. »Und vor allem: Physik soll Spaß machen!« Anstelle der herkömmlichen Lehrerrolle haben die beiden Pädagogen somit beratende und unterstützende Funktion für die Ideen der Schüler. Sie stehen den Gruppen mit Rat und Tat zur Seite, übernehmen aber nicht das Kommando.

Physik soll Spaß machen!

Der Zugang zur Physik liegt hier nicht in der Theorie, die Schüler meist als abschreckend oder langweilig empfinden, sondern in der Praxis. »Rumbasteln und Neues ausprobieren ist cool«, erklärt ein Schüler. Nicht selten holen sich die Jugendlichen Anleitungen aus dem Internet und entwickeln sie weiter. Oder sie

wis

Wissenschaft in die Schulen!

Wollen Sie Ihren Schülern einen Anreiz zu intensiver Beschäftigung mit der Wissenschaft geben? »Wissenschaft in die Schulen« bietet teilnehmenden Klassen einen Klassensatz **»Spektrum der Wissenschaft«** oder **»Sterne und Weltraum«** kostenlos für ein Jahr, dazu didaktisches Material und weitere Anregungen.

www.wissenschaft-schulen.de

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

Das Zentrum für Mathematik und Literatur Gelnhausen

Ausgelöst durch jahrelange Anfragen von Eltern nach Zusatzangeboten für begabte Kinder und Jugendliche, gründete die Pädagogin und Buchautorin Bettina Mähler im November 2002 eine Einrichtung, die außer Kursen für Hochbegabte auch Beratung und Elternseminare anbietet. Mittlerweile ist das »Zentrum für Mathematik und Literatur Gelnhausen« eines von fünf Instituten, die vom Trägerverein Zentrum für Mathematik e. V. in Bensheim unterhalten werden. Dessen Programm, das ursprünglich der Förderung der Mathematik vorbehalten war,

wurde – unter anderem durch die Initiativen in Gelnhausen – inzwischen auf die Bereiche Literatur, Physik und Chemie ausgedehnt.

Die Buchreihe »Eins Plus« (Cornelsen Scriptor Verlag), herausgegeben von Bettina Mähler und Michael Meyer, dem Vorstandsvorsitzenden des Trägervereins, bietet Materialien für den Unterricht von begabten Schülern. Die Themen sind Mathematik und Literatur für verschiedene Altersstufen.

<http://www.z-f-m.de>

entwerfen selbst Experimente – sonst Aufgabe der Lehrer. Die Schüler sagen: »Wir experimentieren viel, aber nicht sinnlos.« Ganz ohne Theorie geht es doch nicht; deshalb darf man erst nach zwei Jahren regulären Physikunterrichts am Erfinderclub teilnehmen.

Eine Vielzahl der Teilnehmer wählt Physik als Leistungskurs und später als Studienfach. Außerdem, gesteht Erwin Bernhardt schmunzelnd, lerne er selbst auf Grund der zum Teil ungewöhnlichen Problemstellungen auch noch etwas dazu.

Idealismus ist erforderlich: Bislang erhalten die beiden Lehrer für ihre Arbeit weder zusätzliches Gehalt noch zeitlichen Ausgleich. Immerhin soll das Projekt ab dem nächsten Schuljahr auch – in Form von Entlastungsstunden – vom Schulamt gefördert werden.

Auch ohne Notengebung stehen die Schüler unter einem gewissen Druck, das behandelte Thema richtig zu verstehen. Man will sich ja nicht blamieren, wenn man schulintern und auch bei öffentlichen Wettbewerben das eigene Projekt vorstellt. In diesem Jahr nehmen zwei Gruppen unseres Erfinderclubs bei

»Jugend forscht« und eine jüngere Gruppe bei »Schüler experimentieren« teil (Bilder S. 81). Im Regionalwettbewerb Hessen-Mitte gab es am 17. Februar bereits zwei erste Preise – mit Qualifikation zur Teilnahme am Landeswettbewerb – und einen zweiten Preis.

Reine Mädchensache: Radioaktivität

Meine Freundinnen Luisa Ickes und Franziska Metzler fanden den Anstoß zum Thema Radioaktivität, als sie während eines Praktikums an einem Messplatz zur Gamma-Spektroskopie arbeiteten. Ich selbst stieß auf das Thema in meinem Leistungsfach Chemie. Wir drei taten uns zusammen und stellten uns unter dem Motto »Dem Radon auf der Spur« die Aufgabe, die meist sehr geringe natürliche Radioaktivität in der Umgebungsluft mit schulischen Mitteln nachzuweisen.

Radioaktives Uran, das in der Natur in manchen Gesteinen vorkommt, zerfällt über verschiedene Zwischenprodukte in das radioaktive Edelgas Radon-222. Dieses gelangt durch Diffusion und Konvektion in die Luft, wo es sich vor

allem in geschlossenen Räumen anreichern kann. In gewissen Regionen stellt dies eine nicht unerhebliche Belastung für den menschlichen Organismus dar.

Den Nachweis des Edelgases Radon führen wir mit Hilfe der Hochspannungsmethode. Hierfür spannen wir einen fünf Meter langen Draht in die Luft, der an den negativen Pol einer Fünf-Kilovolt-Hochspannungsquelle angeschlossen ist. Da bei radioaktiven Zerfällen Elektronen aus der Atomhülle geschlagen werden, sind die radioaktiven Partikel positiv geladen. Sie lagern sich gemeinsam mit Staub und positiv geladenen Aerosolen an dem Draht an. Nach dem Ende der Messzeit wickeln wir den Draht auf und stecken ihn in einen Szintillationszähler, mit dem wir die Radioaktivität der Partikel bestimmen.

Das Zählergebnis zeigt für die Gammastrahlung markante Peaks in den für Radon-222 typischen Energiebereichen. Somit ist Radon-222 nachgewiesen. Vergleichsmessungen mit dem professionellen Radonmessgerät »Alpha Guard«, das uns die Firma Genitron freundlicherweise zur Verfügung stellte, belegen, dass die ►

*Aus urheberrechtlichen Gründen
können wir Ihnen die Bilder leider
nicht online zeigen.*



Makroskopisches Modell einer Paul-Falle

Eine echte Paul-Falle, deren Zentrum nicht größer als ein Millimeter ist, hält Ionen durch ein elektrisches Wechselfeld im Raum gefangen und macht sie dadurch genauesten Untersuchungen zugänglich. Auf Grund dieser Möglichkeit ist die Paul-Falle einer der Meilensteine auf dem Weg zum Quantencomputer. Sie ist auch für die Entwicklung und den Betrieb modernster Atomuhren unerlässlich geworden. Urvater der Erfindung ist Wolfgang Paul, der die Falle in den 1950er Jahren entwickelte

und dafür 1989 den Nobelpreis für Physik verliehen bekam (Spektrum der Wissenschaft 12/1989, S. 14).

Um dieses Prinzip auch dem Schulunterricht zugänglich zu machen, baute Christian Schickedanz ein makroskopisches Modell der Falle nach. Das Gefängnis mit den unsichtbaren elektrischen Wänden ist in seinem Fall etwa so groß wie ein Zwei-Euro-Stück und fasst geladene Teilchen von der Größe eines Staubkorns. Im Experiment werden Bärlappsporen verwendet, welche von einem Neodymlaser beleuchtet werden, sodass sie mit bloßem Auge gut sichtbar sind.

Aus urheberrechtlichen Gründen können wir Ihnen die Bilder leider nicht online zeigen.

Wie gründe ich einen INSTI-Erfinderclub?

Man nehme einen oder besser zwei engagierte Lehrer/innen; diese geben den Impuls für die Gründung eines Erfinderclubs und machen die Konzeption publik. Melden sich genügend interessierte Schülerinnen und Schüler (Minimum 10), bewirbt sich die Schule bei dem INSTI-Projektmanagement (INSTI steht für »Innovationsstimulierung«), das beim Institut der deutschen Wirtschaft in Köln angesiedelt ist.

Deutschlandweit gibt es 155 INSTI-Erfinderclubs mit insgesamt 4000 Mitgliedern jedes Alters. Damit ist die Gesamtheit der Clubs Deutschlands größtes Netzwerk für Erfindungen und Patentierung. Etwa die Hälfte der Clubs ist Kindern und Jugendlichen vorbehalten.

Ziel des Netzwerks ist die Kreativitätsförderung und die Verwirklichung und Vermarktung von Ideen. Insbesondere geht es um die Förderung mathematisch und naturwissenschaftlich begabter und interessierter Schüler. Darüber hinaus sollen Fähigkeiten wie Problemlösestrategien und Teamfähigkeit vermittelt werden.

Aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technik erhält jeder INSTI-Erfinderclub pro Jahr bis zu 750 Euro für die Clubarbeit. Davon sind 250 Euro zunächst gesperrt und werden erst ausgezahlt, wenn der Erfinderclub Sponsorgelder in mindestens gleicher Höhe eingeworben hat.

Das INSTI-Projektmanagement unterstützt zusätzlich die Teilnahme an weiteren Aktionen, wie Marketingschulungen, Seminaren und Erfahrungsaustauschtreffen.

Bewerbungsunterlagen finden sich im Internet unter www.erfinderclubs.de > Erfinderclubs unter sich > Club-Leiter-Ecke

Institut der deutschen Wirtschaft Köln
Gustav-Heinemann-Ufer 84–88
50968 Köln
E-Mail: treu@iwkoeln.de

▷ Hochspannungsmethode zuverlässige Ergebnisse liefert. Außerdem untersuchten wir die Quellen erhöhter natürlicher Radioaktivität in Privathaushalten. Das können neben schlechten Abdichtungen in Kellerböden und -wänden bestimmte Baumaterialien sein.

Blitze für den Stickstofflaser

Eine Gruppe von vier Oberstufenschülern setzte sich das Ziel, einen Laser aus leicht zugänglichen Materialien zu bauen. Matthias Ungermann, Nico Seib, Sebastian Zander-Walz und Henning Heggen griffen dabei auf das billigste und einfachste Medium zurück, das es gibt: Stickstoffgas, den Hauptbestandteil der Luft. »Diesen Versuch führen normalerweise Studenten an Universitäten durch«, erklärt Norbert Großberger. »Er erfordert viel Fingerspitzengefühl. Ich glaubte nicht unbedingt an den Erfolg des Experiments.« Doch das Team um Matthias Ungermann belehrte ihn eines Besseren: Der im ultravioletten Licht strahlende Stickstofflaser funktionierte perfekt.

Die Bauteile des Lasers – eine metallische Grundplatte, zwei weitere kleine Platten mit einer Einkerbung und eine Spule – stellten die Schüler aus ebenfalls leicht zugänglichen Materialien her: Aluminiumblech und Kopierfolie. Zwischen zwei dicht benachbarten Blechplättchen legten sie eine elektrische Hochspannung an. Durch Funkenüberschläge (»Blitze«) werden Stickstoffmoleküle in der Luft angeregt, das heißt, Elektronen aus der Atomhülle von ihrem Grundzustand in einen angeregten Zustand versetzt. Beim Zurückfallen in den Grundzustand emittiert ein Atom ein Photon, das seinerseits andere angeregte Atome zur Emission eines Photons veranlasst. Das ist das Funktionsprinzip des Lasers: die stimulierte Emission.

Durch Interferenzversuche mit einem Rowland-Gitter fanden die Schüler heraus, dass die Wellenlänge des von dem Laser erzeugten monochromatischen Lichts zirka 337 Nanometer beträgt.

Abhörsicher: optischer Datentransfer

Matthias Ungermann, Alexander Kalweit und Johannes Coy versuchten, eine Alternative für den Datentransfer zwischen zwei Computern zu entwickeln. Ihr Ansatz: Daten in Tonsignalen kodieren und diese optisch übertragen. »Es standen von Anfang an weniger die in-

*Aus urheberrechtlichen Gründen
können wir Ihnen die Bilder leider
nicht online zeigen.*

formationstechnischen, sondern vielmehr die physikalischen Fragestellungen im Vordergrund«, erklärt das Team. Die Realisierung gelang mit einer Soundkarte und einer Lichtleiterstrecke. »Zwar ist die Übertragungsgeschwindigkeit noch gering«, stellten die Tüftler fest, »doch der Steigerung der Datenrate stehen keine gravierenden physikalischen Probleme im Weg.« Im Gegensatz zum herkömmlichen Kupferkabel ist ihre Datenübertragung abhörsicher. »Glasfasern strahlen nicht ab.«

Mit diesem Konzept kamen sie beim Wettbewerb »Jugend forscht« bis auf einen dritten Platz im Landeswettbewerb Hessen und erhielten weitere Auszeichnungen. Wären sie weitergekommen, hätten sie versucht, auch den Lichtleiter noch wegzulassen und die Signale mit Hilfe einer Laserdiode direkt durch die Luft zu transportieren.

Leider konnten sie die Erfindung nicht patentieren lassen, denn das Verfahren wurde unabhängig von ihnen bereits einige Jahre zuvor in den USA entwickelt. Alle Beteiligten studieren mittlerweile Physik.

Donnern mit dem Tesla-Transformator

Man erzeuge mittels einer Funkenstrecke eine hochfrequente Wechselspannung, die durch ein Spulenpaar auf ungefähr 300 000 Volt hochtransformiert wird. Das ist das Prinzip des Tesla-Transformators, benannt nach Nicola Tesla (1856 – 1943), einem Pionier der Elektrotechnik.

Tesla-Transformatoren gibt es zwar auch im Versandhandel, doch einen mit schulischen Mitteln herzustellen ist eine

Herausforderung. Das Gerät muss sehr präzise gearbeitet und geplant werden.

Dem Team von Christoph Böttge und Stefan Höflich gelang das in spektakulärer Weise. Ihr Tesla-Transformator ist größer, aber kostengünstiger als käufliche Produkte und erzeugt im Gegensatz zu diesen Blitze von mehr als 30 Zentimetern Länge. Im abgedunkelten Physikraum mit dem zugehörigen Donner ergibt das einen höchst eindrucksvollen Knalleffekt!

Neben dem »Standardprogramm« ermöglichte der INSTI-Erfinderclub Gelnhausen seinen Mitgliedern eine unerwartete Unternehmung. Aus Anlass des 40-jährigen Bestehens des Elysée-Vertrags mit Frankreich hatte die französische Ministerin für »Recherche et Nouvelles Technologies« (Wissenschaft und neue Techniken), Claudie Haigneré, insgesamt 100 deutsche Schüler nach Frankreich eingeladen. Die »Fête de la science« fand vom 15. bis 19. Oktober 2003 in mehreren französischen Städten, darunter Paris und Bordeaux, statt. Vier Gelnhäuser Erfinderclubmitglieder bewarben sich um die Teilnahme und wurden ausgewählt (für ganz Hessen gab es nur 15 Plätze). Das Fest war – mit zahlreichen Besuchen in Museen, Universitäten und Firmen – ein »einmaliges Erlebnis«, so Erwin Bernhardt, der die Gruppe aus Hessen begleitete. Zum Spaß kam die Gelegenheit hinzu, Kontakte zu knüpfen, die zum Beispiel auf Praktika in französischen Instituten hinauslaufen.

Die anfangs geschilderte Flugobjekt-Gruppe hat sich übrigens von ihrem Fehlschlag nicht entmutigen lassen.

▲ Sebastian Binder, Malte Volkwein und Sascha Gourdet (linkes Bild) kamen im Regionalwettbewerb von »Schüler experimentieren« auf den ersten Platz mit einer Untersuchung über die Effizienz einer Photovoltaikanlage. Luisa Ickes, die Autorin Kathrin Schlöbler (Mitte im rechten Bild) und Franziska Metzler erhielten im Regionalwettbewerb von »Jugend forscht« einen ersten Preis für Untersuchungen zur natürlichen Radioaktivität.

Nachdem Erwin Bernhardt den Kreativen eine petroleumgetriebene Rakete rechtzeitig ausgedreht hatte, wandten sie sich einem anderen Element zu: dem Wasser. Sie haben selbst berechnet, wie schwer eine Wasserrakete sein darf, und untersucht, welches Material sich dafür eignet. Gespannt versammelt sich die Gruppe um die in mühseliger Arbeit erbaute Rakete. Erinnerungen an den missglückten Versuch sind den nervösen, beunruhigten Gesichtern anzusehen.

Ein Gruppenmitglied pumpt Luft in das Gefäß. Durch die Reaktion von Natriumhydrogenkarbonat mit Essigsäure im Wasser entsteht Kohlendioxid und verstärkt den Druck. Fuschhhh! Und die Rakete rauscht davon. Mindestens 30 bis 40 Meter hoch. Das Experiment ist gelungen! ◀

Kathrin Schlöbler steht kurz vor dem Abitur am Grimmelshausen-Gymnasium in Gelnhausen.

Weblinks zu diesem Thema finden Sie bei www.spektrum.de unter »Inhaltsverzeichnis«.