



27.09.2010

Dr. Babette Freiheit

Prof. Dr. Alfred Flint

Manuskript zum Vortrag:

Wie kann man Grundschüler dazu bringen, „Naturwissenschaften zu lernen?“

Meine sehr geehrten Damen und Herren, es ist eine Ehre und eine Freude für uns, gerade als Vertreter eines MINT-Faches hier in diesem Rahmen etwas zur Sinnhaftigkeit und etwas mehr zu Realisierungsmöglichkeiten der Vermittlung von naturwissenschaftlichen Kenntnissen bereits in der Grundschule vortragen zu dürfen. Es begleitet mich Frau Dr. Freiheit aus meinem Arbeitskreis, die sich im Rahmen ihrer Forschungstätigkeiten im Schwerpunkt mit genau dieser Thematik beschäftigt und ihnen im Verlauf des Vortrages gerade anhand konkreter Beispiele noch einige Aspekte näher bringen wird.

Nachdem aus meiner und der Sicht zahlreicher Kollegen in den 70er und 80er Jahren vor allem in den alten Bundesländern der Anteil an Naturwissenschaften im Sachunterricht aus vielerlei Gründen immer weiter zurückgegangen ist, lässt sich heute vorsichtig und in Ansätzen eine Umkehrung dieses Trends erkennen. Dieses ist allerdings nicht nur nach meiner sicher eher unmaßgeblichen Einschätzung auch dringend erforderlich, denn

- die Bundesrepublik Deutschland ist ein relativ rohstoffarmes Land, dessen Wirtschaft stark vom Export profitiert. Beim Export spielen „know how“ und Technologie bei uns eine bedeutende Rolle. Und damit kommt den Absolventen von MINT-Fächern eine wichtige Bedeutung zu. Seit einigen Jahren zeichnet sich nun mit zunehmender Deutlichkeit ein jetzt schon einsetzender und in absehbarer Zeit immer stärker werdender Mangel an Fachkräften im naturwissenschaftlichen Bereich ab. Dieser hat neben dem demographischen Wandel eine Reihe weiterer Ursachen, die z. B. auch im Bereich mangelnder Begegnungen junger Menschen mit Naturwissenschaften im prägenden Alter, aber auch in zu geringem Bemühen um das Wecken von Interesse für diese Fächer zu suchen sind.

Nun gibt es bereits seit etlichen Jahren eine Reihe von Initiativen zur Förderung des naturwissenschaftlichen Nachwuchses schon in der Schule, genannt seien hier stellvertretend nur die SINUS- und SINUS-Folgeprojekte oder die von der Wirtschaft getragene Initiative „Campus of Excellence“. Diese Initiativen hatten und haben allerdings vorrangig Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufen I und II als Zielgruppe. Bei diesen hat aber auch auf Grund der einsetzenden Pubertät das Interesse an den Naturwissenschaften zum Teil schon nachgelassen oder ist erloschen. Dieses wiederzubeleben ist sehr schwer.

Neuere Ergebnisse der Lern- und der Hirnforschung liefern uns nun Hinweise darauf, dass es entgegen früherer Annahmen nicht nur möglich, sondern sogar sinnvoll ist, sich bereits im Sachunterricht der Grundschule mit durchaus anspruchsvollen physikalisch-chemischen Fragestellungen zu beschäftigen. Zum einen sind die Kinder durchaus geistig schon in der Lage, dieses teilweise auch auf abstrakter Ebene zu tun, zum zweiten befinden sie sich im sogenannten prägenden Alter und zum dritten bringen sie solchen Fragestellungen ein deutliches Interesse entgegen. Stellvertretend sei hier nur auf die Erkenntnisse von Elsbeth Stern und Kornelia Möller verwiesen. Damit geraten nun zunehmend auch Grundschülerinnen und -schüler sowie sogar Kinder im Kindergarten in den Focus der Bemühungen um eine Steigerung des Interesses an Naturwissenschaften. Eine Vorreiterin auf diesem Gebiet war sicher Kollegin Gisela Lück, die sich schon vor eine Reihe von Jahren dafür eingesetzt hat, Kinder bereits im Kindergarten mit einfachen naturwissenschaftlichen Phänomenen in Kontakt zu bringen und damit ihr Interesse zu wecken. Weitere sehr erfreuliche Beispiele allerdings vorwiegend im außerschulischen Bereich haben Sie im Rahmen dieser Tagung kennen lernen können.

Zusammenfassend lässt sich sagen dass es ein großes Anliegen aller Verantwortlichen sein sollte, dass Interesse schon von Grundschulkindern an Naturwissenschaften sowohl im schulischen als auch im außerschulischen Bereich zu wecken und dieses dann im Rahmen eines durchgängigen und sich weiter spezialisierenden naturwissenschaftlichen Unterrichts aufrecht zu erhalten, um die Bedeutung des Technologiestandortes Deutschland zu erhalten.

Damit stellt sich die bereits im Titel formulierte Frage: Wie kann man Grundschüler dazu bringen, „Naturwissenschaften zu lernen“? Bei deren Beantwortung sind vor allem vier Dinge zu berücksichtigen:

1. Der Anteil an physikalisch-chemischen Themen im Sachunterricht muss deutlich erhöht werden. Entsprechend müssen auch die zuständigen Lehrerinnen und Lehrer aus- bzw. fortgebildet werden und es müssen entsprechende Unterrichtskonzeptionen vorliegen. Dazu können wir, falls ich das an dieser Stelle schon einmal sagen darf, einen sicher wertvollen Beitrag leisten.
2. Es muss einen unterrichtsmethodischen Wandel geben: Gerade in der Grundschule dürfen naturwissenschaftliche Erkenntnisse nicht darlegend-informativ vermittelt werden. Stattdessen sollten die Schülerinnen und Schüler bildlich gesprochen an die Hand genommen werden und sich gemeinsam mit der Lehrkraft im Sinne eines forschend-entwickelnden Unterrichts auf naturwissenschaftliche Entdeckungsreise begeben.
3. Inhaltlich eignen sich für solche „Entdeckungsreisen“ am besten Phänomene aus dem täglichen Umfeld der Kinder, die sie bisher entweder unreflektiert zu Kenntnis genommen oder sich dazu ihre eigenen Erklärungen zurecht gelegt haben. Oder, um mit Elsbeth Stern zu sprechen: *„Nur wenn die Schüler die Gelegenheit erhalten, dieses Wissen zu aktivieren, und gezielt an Erfahrungen herangeführt werden, bei denen sie*

mit ihrer Erklärung an Grenzen stoßen, sind sie bereit, ihren Erkenntnishorizont zu erweitern. Geschieht das nicht, werden die unzureichenden intuitiven Erklärungen beigegeben, wie Untersuchungen selbst an akademisch gebildeten Erwachsenen zeigen.“ [1]

4. Es ist auf eine sinnvolle und altersgemäße Erklärungsebene zu achten. Diese soll einerseits die Neugier der Kinder befriedigen und, wie oben gesagt, ihren Erkenntnishorizont erweitern, andererseits darf sie durch zu viel Abstraktheit aber auch nicht kognitiv überfordern. So resultieren beispielsweise die Verständnisprobleme von Schülern im Chemieunterricht der Sekundarstufe u.a. daher, dass die stofflich-chemischen Phänomene wissenschaftlich mithilfe des Teilchenmodells erklärt werden. Diese Vorstellungen im submikroskopischen Bereich sind abstrakt und für Schüler oft schwer nachvollziehbar. Eine zum Teil geforderte Vorentlastung dieser abstrakten Vorstellungsebene durch eine modellhafte Deutung von physikalischen und chemischen Phänomenen auf Teilchenebene bereits im Sachunterricht der Grundschule können und wollen wir aber nicht unterstützen. Wir streben an, die physikalisch-chemischen Lerninhalte zunächst auf makroskopischer, stofflicher Ebene zu vermitteln. Dabei sollte sich der Grundschulunterricht aber nicht allein auf einen lebensweltlich orientierten und handelnden Umgang mit Sachverhalten beschränken sondern auch nach Erklärungen fragen.

Wie diese Anliegen in der Praxis umgesetzt und damit die in der Überschrift formulierte Frage auch konkret beantwortet werden kann, wollen wir Ihnen nun im Folgenden anhand einiger praktischer Beispiele mit kleinen Experimenten zeigen.

Als erstes Beispiel dafür wählen wir die Luft als quasi den „Prototyp“ für gasförmige Stoffe. Auch wenn Kinder bereits einiges über Luft wissen, z. B. dass sie Wind „macht“, dass wir Luft ein- und ausatmen oder dass der Luftdruck beim Wetter eine Rolle spielt, stimmen ihre Vorstellungen zu Luft nicht mit dem wissenschaftlichen Konzept überein. Denn im Gegensatz zum Konzept der „statischen Luft“ existiert für jüngere Kinder Luft nur dann, wenn sie in Bewegung ist, z.B. als Wind oder solange man pustet. Um nun zu erfahren, dass Luft ein Stoff ist, der dauerhaft existiert, Platz beansprucht und durch bestimmte Eigenschaften beschreiben werden kann, lassen sich eine Reihe von Experimenten durchführen, von denen Ihnen Frau Dr. Freiheit jetzt eines zeigen, mit dem auf die „Substanzhaftigkeit“ von Luft aufmerksam gemacht wird.

Experiment:

- Becherglas mit Papier unter Wasser

Ohne die „Substanzhaftigkeit“ der Luft könnten wir im übrigen sonst auch keine Luftballons aufblasen, es würde keine Luftmatratzen geben, keine Pressluftschlämmer und der Zahnarzt hätte beim Bohren auch wesentlich größere Probleme.

Eine weitere wesentliche Eigenschaft von gasförmigen Stoffen im allgemeinen und Luft im speziellen ist deren gegenüber festen und flüssigen Stoffen wesentlich größere Volumenänderungen durch Druck (Komprimierbarkeit). Dazu wird Ihnen Frau Dr. Freiheit jetzt zwei weitere Experimente zeigen.

Experimente:

- Komprimieren von Flüssigkeit und Luft
- Kartesischer Taucher

Die gute Komprimierbarkeit von Luft wird im Alltag auch bei Fahrrad- und Autoreifen zur besseren Federung gegenüber Vollgummireifen oder bei der pneumatischen Federung in Kraftfahrzeugen ausgenutzt. Der Taucher kann sehr schön verdeutlichen, wie es einem U-Boot gelingt, ab- und wieder aufzutauchen.

Auf eine letzte besondere Eigenschaft von Gasen und damit auch von Luft wollen wir jetzt noch kurz eingehen: die wiederum gegenüber Flüssigkeiten und festen Stoffen deutliche Veränderung des Volumens und damit auch der Dichte von der Temperatur. Dafür ist der Heißluftballon ein gutes Beispiel. Dieses lässt sich auf sehr einfache Weise anschaulich nachvollziehen.

Experiment:

- Heißluftballon mit Toaster und Müllbeutel

Ein weiteres schönes Beispiel für das Anknüpfen an Alltagserfahrungen zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung ist das Kohlenstoffdioxid. Dieses eignet sich u.a. deshalb besonders, weil es durch die aktuelle und sicher auch den Kindern bekannte Klimadiskussion immer wieder in den Medien thematisiert wird, weil es das Gas ist, welches beim Auflösen von Brausetabletten entsteht und damit für die Kinder einen besonders hohen Lebensweltbezug hat und weil es ein weiterer farbloser, gasförmiger Stoff mit allerdings einigen ganz anderen Eigenschaften als Luft ist. Wie man das erfahren und einige Eigenschaften von Kohlenstoffdioxid erkennen kann, das wird Ihnen jetzt Frau Dr. Freiheit zeigen.

Experimente:

- Luftballon auf Flasche mit Brausetablette
- Luftballon in Becherglas entleeren
- Test: Kerze geht im Becherglas aus
- In Becherglas mit brennender Kerze ausgießen, Kerze geht aus

Vor allem aus dem Experiment mit dem Luftballon auf der Flasche kann sich ganz zwanglos auch die Frage ergeben, was denn passieren würde, wenn man die Flasche fest verschließt. Die Schülerinnen und Schüler werden sicher vermuten, dass dann die Flasche dann platzen könnte. Das sollte man natürlich wegen einer möglichen Gefährdung besser nicht ausprobieren. Statt in einer Flasche kann man aber den Versuch in einer Tablettenröhre aus Plastik ziemlich gefahrlos durchführen und herausfinden, was geschieht, wenn man in eine solche eine Brausetablette und etwas Wasser „einsperrt“. Diesen Versuch wird Frau Dr. Freiheit Ihnen nun zeigen.

Experiment:

- Tablettenröhre mit Tablette und Wasser

Die Schülerinnen und Schüler können erkennen, dass das entstehende Gas (Kohlenstoffdioxid) einen Raum beansprucht. Ist dieser nicht vorhanden, so entsteht ein Druck. Wird dieser groß genug, gibt das „schwächste“ Bauteil des Gefäßes nach, und das ist in diesem Fall der Deckel, der durch den entstehenden Druck wegfliegt.

Man kann das Ganze nun natürlich noch etwas weiter treiben und die Schülerinnen und Schüler fragen, ob sich dieser Effekt nicht auch für den Antrieb einer kleinen Rakete nutzen ließe. Im

Rahmen einer praktischen Unterrichtserprobung haben sie eine Reihe von interessanten Vorschlägen dazu unterbreitet, deren Resultat wir Ihnen jetzt vorstellen wollen.

Experiment:

- Rakete mit Brausepulver

Die Kinder können noch einmal erkennen, dass durch den Überdruck der Stopfen aus der Röhre herausgedrückt wird. Da dieser aber nicht nach unten weg kann, fliegt die Röhre bzw. die Rakete nach oben.

Zum Abschluss möchten wir Ihnen noch ein letztes Beispiel dafür zeigen, wie man ausgehend von einer Alltagssituation Neugier wecken, klassische Erklärungsmuster in Frage stellen, zu neuen Erkenntnissen gelangen und naturwissenschaftliche Erklärungen dafür zumindest auf makroskopischer Ebene finden kann. Beginnen wir mit drei Flaschen mit verschiedenen Flüssigkeiten, die in den meisten Haushalten anzutreffen sind: Stilles Mineralwasser, Brennspiritus und Reinigungsbenzin. Die Flaschen lassen sich allein schon durch Form und Farbe eindeutig unterscheiden. Doch sobald man einen Teil der jeweiligen Flüssigkeiten in je ein Wasser- oder Becherglas gibt, taucht ein Problem auf: Alle drei Flüssigkeiten sind, wie man so schön sagt, „wasserklar“! Doch wie kann man jetzt erkennen, in welchem Glas welche Flüssigkeit ist?

Das ist nicht nur ein Spaß oder eine Rätselaufgabe, das hat durchaus einen sehr ernsthaften und alltagsrelevanten Hintergrund. Es kommt nicht selten vor, dass auch im Haushalt Flüssigkeiten aus ihrem Originalgefäß in andere umgefüllt werden, und sei es aus dem Grund, dass man sich vom Nachbarn etwas leiht. Stellen Sie sich nun nur einmal vor, was passiert, wenn man Wasser und Spiritus verwechselt? Ich meine jetzt nicht nur beim Trinken, sondern zum Beispiel beim Ablöschen eines Grills! Zahlreiche Meldungen von „Grillunfällen“, bei denen Spiritus zu kleinen oder größeren Stichflammen mit Personenschäden geführt hat, sind der Presse immer wieder zu entnehmen.

Also ist es nicht nur wichtig, die Flüssigkeiten in den entsprechenden Vorratsflaschen zu lassen oder andere Gefäße zumindest eindeutig zu kennzeichnen, sondern auch Kinder sollten schon lernen, dass klare Flüssigkeiten nicht immer nur Wasser sind und anhand welcher Eigenschaften man zunächst gleich aussehende Flüssigkeiten unterscheiden kann. Dazu gehören dann auch die Brennbarkeit von Spiritus und Benzin sowie im Rahmen der Branderziehung Kenntnisse über Löschmöglichkeiten für solche Brände. Fragt man nun nach solchen Löschmöglichkeiten, werden die Schüler sicher das Löschen mit Wasser sowie wahrscheinlich das „Ersticken“ durch Auflegen eines Deckels oder ähnlichem nennen. Beides wollen wir jetzt einmal ausprobieren.

Experimente:

- Anzünden von Benzin
- Löschversuch mit Wasser
- Löschen durch Abdecken

Die Schülerinnen und Schüler können also erkennen, dass der Versuch, einen Benzinbrand mit Wasser zu löschen, nicht geeignet ist, sondern die Gefährdung eher noch vergrößert. Das Abdecken eines solchen Brandes, also das Verhindern weiterer Luft- bzw. Sauerstoffzufuhr dagegen hilft.

Das wäre der lebensweltlich Umgang mit Stoffen bzw. Situationen. Wir wollen aber mehr, nämlich dass die Kinder auch nach einer Erklärung für das Beobachtete zumindest auf makroskopischer, stofflicher Ebene suchen. Um herauszufinden, warum sich der Brand durch das Wasser nicht löschen lässt, sondern stattdessen noch stärker wird, kann man den folgenden Versuch durchführen.

Experiment:

- Mischversuch von abgefärbtem Wasser mit Benzin

Das Benzin schwimmt also offensichtlich auf dem Wasser und kann deshalb weiter brennen. Wenn das Gefäß mit dem brennenden Benzin durch die Wasserzugabe überläuft, breitet sich damit auch der Brand aus. Steht dagegen durch das Abdecken nicht mehr genug Sauerstoff zur Verfügung, erlischt das Feuer.

Meine sehr geehrten Damen und Herren, vielleicht ist es uns gelungen, auch Ihr Interesse für einfache naturwissenschaftliche Zusammenhänge zumindest ein bisschen zu wecken, wenn Ihnen nicht sowieso vor vornherein alles klar gewesen ist. Wir wissen auf jeden Fall durch eine Reihe von Veranstaltungen im Rahmen von Kinderuniversitäten, durch die große Resonanz auf einen von uns entwickelten Experimentierkasten zum so genannten „Brauspulvergas“ sowie vor allem durch die im Rahmen ihrer Dissertation von Frau Dr. Freiheit entwickelten acht ausführlichen Unterrichtseinheiten zu physikalisch-chemischen Themen im Sachunterricht und deren unterrichtliche Erprobung, dass sich Kindern in diesem Alter dadurch nicht nur für Naturwissenschaften interessieren, sondern teilweise sogar begeistern lassen. Diese Einheiten finden auch im Rahmen von zahlreichen Lehrerfortbildungen bei den Sachkundelehrerinnen und Lehrern eine außerordentlich große und positive Resonanz.

Für Kritik, Fragen oder weitere Anregungen stehen wir Ihnen nun gerne zur Verfügung. Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Literatur:

[1] Elsbeth Stern, Grenzen der Lernforschung, Spiegel Special 3/2004, S. 36.

Kontakt:

Dr. Babette Freiheit
Universität Rostock
Institut für Chemie
Didaktik der Chemie
18051 Rostock
Tel.: 0381-498-6482
E-mail: babette.freiheit@uni-rostock.de

Prof. Dr. Alfred Flint
Universität Rostock
Institut für Chemie
Didaktik der Chemie
18051 Rostock
Tel.: 0381-498-6480
E-mail: alfred.flint@uni-rostock.de