

Chemie-Experimentiernachmittage für hochbegabte Kinder

Bericht über eine Veranstaltungsreihe an der Universität Dortmund

Insa Melle, Rebekka Heimann, Werner Pöpping

1 Einleitung und Zielsetzung

Im Zeitraum von März bis Juni 2001 fanden im Fachbereich Chemie der Universität Dortmund am Lehrstuhl für Didaktik der Chemie II an sechs Nachmittagen dreistündige Veranstaltungen für hochbegabte Kinder im Alter von 12 bis 14 Jahren statt. Diese Veranstaltungsreihe basierte auf den Erfahrungen, die im Schuljahr 1999/2000 bei der Arbeit mit hochbegabten Kindern in sieben Nachmittagsveranstaltungen für ca. acht Kinder im Alter von ca. zwölf Jahren gesammelt wurden.

Mit der Veranstaltungsreihe im Jahr 2001 wurde eine doppelte Zielsetzung verfolgt:

- (1) Den teilnehmenden Kindern sollte die Gelegenheit gegeben werden, ausgewählte chemische Inhalte zu erarbeiten.
- (2) Die Veranstaltungsreihe sollte eine Vorstudie für einen zu einem späteren Zeitpunkt an der Universität Dortmund zu implementierenden Studientag für hochbegabte Kinder der Region sein.

Durch die Veranstaltungsreihe sollte somit ermittelt werden, wie Veranstaltungen für hochbegabte Kinder an der Universität adressatengerecht gestaltet werden müssen, und zwar u. a. hinsichtlich folgender Fragestellungen:

- (a) Können Kriterien für Themen gefunden werden, an denen die Kinder besonders interessiert sind?
- (b) Inwieweit beherrschen die Kinder auch nach einer längeren Zeitspanne die behandelten Inhalte noch?
- (c) Welche Arbeitsformen kommen den Kindern entgegen?
- (d) Welche Formen der Ergebnispräsentation sind bei arbeitsteiligem Vorgehen der Kinder geeignet, um die von den jeweiligen Gruppen behandelten Inhalte den anderen vorzustellen?

Im Folgenden werden die wesentlichen Charakteristika der Experimentiernachmittage und die erzielten Ergeb-

nisse im Hinblick auf die genannten Fragestellungen vorgestellt.

2 Bearbeitete Inhalte und eingesetzte Methoden

An den Nachmittagen wurde jeweils ein Rahmenthema experimentell und theoretisch erschlossen (Tab. 1). Während der sechs Veranstaltungen fanden Evaluationen statt, um die unter 1 genannten Fragestellungen zu beantworten. Um die Kinder bei ihrem Lern- und Arbeitsprozess zu unterstützen, haben wissenschaftliche und studentische Mitarbeiter an den Veranstaltungen mitgewirkt. Von diesen wurden zudem die jeweiligen Experimente vorbereitet und die Arbeitsmaterialien erstellt.

3 Auswertung der Veranstaltungsreihe

3.1 Allgemeines

Die Arbeitsatmosphäre war sehr angenehm. Die Kinder waren insgesamt sehr interessiert und haben überwiegend motiviert mitgearbeitet. Dieses zeigte sich auch darin, dass die Kinder sehr regelmäßig an den Treffen teilgenommen haben. Mit Ausnahme des ersten Termins, an dem nur acht der insgesamt zehn Kinder teilnahmen, und des letzten Termins, an dem ein Kind fehlte, waren die Kinder vollständig anwesend. Die Kinder wollten vor allem praktisch arbeiten und sich nicht so viel mit Theorie beschäftigen. Arbeitsformen wie Vorträge oder Literatursuche waren weniger beliebt als das Experimentieren. Den Hochbegabten kommt besonders das selbstständige Experimentieren entgegen, bei dem entweder eigene Strategien oder sogar eigene Versuchsaufbauten entwickelt werden müssen.

Ein besonderes Problem der Veranstaltungsreihe lag in dem unterschiedlichen Vorwissen der Kinder. Für die jüngeren Kinder wäre es wichtig, einfache Experimente nach Anleitung durchführen oder auch selbst entwickeln zu können. An diesen sollten dann grundlegende theoretische Erklärungen erarbeitet werden können. Für die älteren Schüler können die Aufgaben komplexer sein, dabei sollte auch das in der Schule erarbeitete Vorwissen einbezogen werden. Für alle Altersgruppen wäre es wichtig zu lernen, der Literatur Informationen zu entnehmen, wenn dies im Rahmen der Bearbeitung einer konkreten Fragestellung notwendig ist, z. B. um ein konkretes experimentelles Problem (Wie kann man einen bestimmten Stoff nachweisen?) zu lösen.

3.2 Das Interesse an verschiedenen Themen

Das Interesse der Kinder an den verschiedenen im Kurs behandelten Themen gibt Tabelle 2 zusammenfassend wieder.

Tab. 1. Kurzbeschreibung der einzelnen Termine

<p>(1) Luft und Luftbestandteile Methode: Stationenarbeit Kurzbeschreibung: Es waren sechs Stationen vorbereitet worden: An fünf Stationen waren Experimente zur Luftzusammensetzung und zur Löslichkeit von Gasen in Wasser durchzuführen, an einer Station konnte ein Film angesehen werden. Die Kinder arbeiteten in Gruppen von je zwei Personen. Je Gruppe wurden vier bis sechs Stationen bearbeitet. Anschließend erfolgte im Plenum die Besprechung der Ergebnisse.</p>
<p>(2) Batterien I (Aufbau und Funktion) Methode: Projektarbeit Kurzbeschreibung: In Gruppen von jeweils zwei Kindern wurde eine Zink/Kohle-Batterie geöffnet und der Aufbau gezeichnet. Nach der Besprechung der Ergebnisse im Plenum sollten die Kinder relativ eigenständig anhand von Leitfragen die Funktionsweise erarbeiten. Hierzu standen sowohl Literatur als auch das Internet zur Verfügung. Abschließend erfolgte wiederum eine Besprechung der Ergebnisse im Plenum.</p>
<p>(3) Batterien II (Aufbau und Funktion) Methode: Arbeitsgleiche Gruppenarbeit Kurzbeschreibung: Die Bestandteile der am vorherigen Termin untersuchten Batterie wurden mit Hilfe von vorgegebenen und von den Kindern vorgeschlagenen Experimenten näher untersucht. Außerdem wurde ein Modell einer Batterie gebaut. Abschließend erfolgte eine Besprechung im Plenum.</p>
<p>(4) Kunststoffe (grundsätzlicher Aufbau, ausgewählte Beispiele) Methode: Stationenarbeit Kurzbeschreibung: Zunächst erfolgte eine kurze Einleitung zum Thema Kunststoffe. Dann bearbeiteten die Kinder in Gruppen von zwei Personen sechs Stationen zur experimentellen Erschließung von vier Kunststoffen. Abschließend wurden die experimentellen Ergebnisse verglichen. In der letzten Phase erfolgte auf der Basis der vorangegangenen Ergebnisse die Analyse von Haushaltsgegenständen hinsichtlich der darin enthaltenen Kunststoffe. Es fand eine kurze Abschlussbesprechung statt.</p>
<p>(5) Lebensmittel I (qualitativer Nachweis verschiedener Zucker) Methode: Selbstständiges Arbeiten anhand eines Leitfadens Kurzbeschreibung: Zunächst erfolgten Geschmacksproben von vier Zuckersorten und einer Weintraube ("Welche/r Zucker ist/sind darin enthalten?"). Anhand des Geschmacks kann nicht festgestellt werden, welche Zuckersorten in der Weintraube enthalten sind. Dies motivierte die anschließende Einführung von Zuckernachweisreaktionen. In einem Leitfaden war zunächst eine Übung mit dem Ziel enthalten, die Kinder mit der Analytik vertraut zu machen. Anschließend sollten die Kinder die Zuckerzusammensetzung von Soßenbinder (eindeutiges Analysenergebnis) und von der Weintraube (mehrere Zuckerzusammensetzungen denkbar) ermitteln. Dabei sollten sie strategisch vorgehen und mit möglichst wenigen Nachweisreaktionen zum Ergebnis kommen. Um die Analytik in einen biologischen Kontext zu integrieren, wurden anschließend Experimente zur osmotischen Wirksamkeit der verschiedenen Zuckersorten durchgeführt. Weiterhin gab es zwei Zusatzaufgaben für besonders schnelle Gruppen. Am Ende erfolgte eine Besprechung der Ergebnisse.</p>
<p>(6) Lebensmittel II (Entwickeln eines Experimentes zum Stärkeabbau) Methode: Selbstständiges Arbeiten ohne Leitfaden Kurzbeschreibung: Am Anfang stand ein ca. 15minütiger Vortrag zum Aufbau von Kohlenhydraten und zu den Eigenschaften von Enzymen. Auf vereinfachtem Niveau wurden Traubenzucker und Fructose als Einfachzucker und Rohrzucker als Zweifachzucker beschrieben. Dann wurde erklärt, dass Stärke aus vielen Traubenzuckerbausteinen besteht und dass Stärke durch Säure oder Amylase, ein Enzym, gespalten werden kann. Anschließend wurde die Bedeutung von Enzymen für das Leben überhaupt und die Abhängigkeit ihrer Aktivität von Temperatur und Säuregrad der Umgebung erläutert. Die Kinder wurden aufgefordert, sich Dinge zu notieren, die sie für wichtig hielten. Ihnen wurde gesagt, dass sie die vorgetragenen Informationen anschließend für die Experimentierphase benötigen würden. Auf dieser Grundlage und unter Berücksichtigung der Inhalte des vorangegangenen Termins sollten die Kinder in den Zweiergruppen dann ein Experiment entwickeln und durchführen, mit dem möglichst schnell Stärke gespalten und die Spaltprodukte nachgewiesen werden können. Die Kinder konnten verschiedene Stärke-/Enzymverhältnisse ausprobieren und nach einer optimalen Reaktionstemperatur suchen. Außerdem mussten sie geeignete Zuckernachweise zur Untersuchung der Spaltprodukte finden. Als methodische Besonderheit wurden die Kinder aufgefordert, ihr Vorgehen und ihre Ergebnisse schriftlich so darzustellen, dass eine andere Gruppe die Ergebnisse im Plenum präsentieren kann.</p>

Tab. 2. Einschätzung der behandelten Themen durch die Kinder

	Sehr interessant oder interessant
Luft und Luftbestandteile	63 %
Batterien: Aufbau und Funktion	60 %
Kunststoffe: Grundsätzlicher Aufbau, ausgewählte Beispiele	90 %
Lebensmittel I: Qualitativer Nachweis verschiedener Zucker	67 %
Lebensmittel II: Entwickeln eines Experiments zum Stärkeabbau	56 %

Das Thema Kunststoffe wird mit Abstand für das interessanteste gehalten. Die Beurteilung wurde sicherlich auch dadurch beeinflusst, dass das Thema Batterien von vielen Kindern als sehr schwer, das Thema Enzyme vor allem von den älteren Kindern als sehr leicht empfunden wurde. Insgesamt zeigt sich aber ein Interesse an verschiedenen Themenbereichen.

Nach Abschluss des Kurses wurden die Kinder nach weiteren, sie interessierenden Themen befragt. Mehrfach wurde das Schlagwort ‚Organische Chemie‘ genannt, wobei jedoch nicht klar wurde, was die Kinder darunter verstehen. Viele Kinder drückten ein Interesse an biochemischen und lebensmittelchemischen Fragestellungen aus, z. B. alkoholische Gärung, Wirkung verschiedener Stoffe auf den Menschen, Funktionsweise von Backpulver. Alltagsorientierte Fragestellungen sind also gewünscht. Vereinzelt wurden auch stärker fachchemische Themen genannt (Atomaufbau, Erzeugung von Hitze und Kälte durch Chemie).

3.3 Die Behaltensleistung

Insgesamt zeigt sich sehr deutlich (Tab. 3), dass auch bei Hochbegabten die bloße Erarbeitung neuer Inhalte für ein längerfristiges Behalten nicht ausreicht. Als Konsequenz für weitere Kurse ergibt sich entweder eine Nachbereitung der behandelten Themen im Rahmen einer Hausaufgabe (z. B. in Form von Transferaufgaben) oder ein Wiederaufgreifen der Inhalte bei folgenden Terminen.

Von Bedeutung für das Behalten war das Ausmaß an eigener Aktivität. An Experimente, die nicht selbst durchgeführt wurden, sondern über die die Kinder nur in der Nachbesprechung gehört hatten, wurde sich nicht gut erinnert. Insgesamt erscheint die Tendenz, Inhalte zu vergessen, beim Stationenlernen größer zu sein als beim Projektlernen. Hierbei ist aber erstens zu beachten, dass das Stationenlernen beim zweiten Test länger zurücklag. Zweitens wurde die Batterieaufgabe sowieso fast nur von

Tab. 3. Erreichte Punktzahlen beim 1. und 2. Test

[/ bedeutet, dass das entsprechende Kind nur am 1. oder nur am 2. Test teilgenommen hat. Der erste Test fand am jeweils nachfolgenden Termin statt, der zweite Test (Wiederholungstest) am letzten Termin. In der Tabelle sind für die Kinder, die nur an einem der beiden Tests teilgenommen haben, für beide Tests keine Punkte angegeben.]

	Testaufgabe zur Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser (Stationenlernen)		Testaufgabe zu den Batterien (Projektarbeit)	
	1. Test	2. Test	1. Test	2. Test
Kind 1	-	-	5	5
Kind 2	3	0	0	0
Kind 3	3,5	2	0	0
Kind 4	-	-	-	-
Kind 5	-	-	4	5
Kind 6	1	0	0	0
Kind 7	0	0	1,5	1
Kind 8	3	0	0	0
Kind 9	2	1	5	3
Kind 10	4	2	5	5

den älteren Kindern beherrscht, die sich teilweise durch eigene, harte Denkanstrengung die Funktionsweise der Batterie erarbeitet hatten, zumindest aber die Funktionsweise auf der Grundlage ihrer Überlegungen bei der Präsentation durch die Lehrperson verstehen konnten. Das so gewonnene Wissen ist möglicherweise gegenüber dem Vergessen resistenter. Das bedeutet, dass man den Kindern Gelegenheit geben sollte, auch neue Inhalte (allerdings solche, die im Fähigkeitsbereich der Kinder liegen) weit-

ganz verzichtet werden, sie sollte aber einen direkteren Bezug zu den Experimenten haben und einen insgesamt deutlich verringerten Neuigkeits- und Abstraktheitsgehalt aufweisen.

3.5 Die Ergebnispräsentation

Die Kinder waren immer konzentriert, wenn die Lehrperson etwas erklärte. Insgesamt war die Aufmerksamkeit der Kinder in Phasen, in denen andere Kinder vortrugen, aber recht gering. Dies war auch dann der Fall, wenn die anderen Kinder die Tafel oder eine Folie als Medium benutzten. Die Kinder hörten dann besser zu, wenn ihnen mitgeteilt wurde, dass sie die Inhalte für eine spätere Phase noch brauchen würden. Die am letzten Termin getroffene Maßnahme, die Kinder die Ergebnisse einer jeweils anderen Gruppe vortragen zu lassen, führte erstens zu einer erhöhten Aufmerksamkeit und zweitens auch dazu, dass die Kinder ihre Versuchsaufbauten und ihre Ergebnisse besser dokumentierten.

Um effektiv ein gegenseitiges Zuhören zu erreichen, erscheint es sinnvoll, die (arbeitsteilig) erarbeiteten Sachverhalte zum Ausgangspunkt einer neuen, vielleicht experimentellen, Aufgabe zu machen.

Tab. 4. Beurteilung verschiedener Arbeitsformen durch die Kinder

	Gut bis sehr gut
Stationenarbeit	60 %
Selbstständig entscheiden, welche vorgegebenen Experimente sinnvollerweise eingesetzt werden sollten bzw. selbstständig Experimente entwickeln	80 bzw. 100 %
Mit einem schriftlichen Leitfaden arbeiten	44 %
Selbst Literatur suchen	10 %
Einen Vortrag hören	33 %

gehend selbstständig, z. B. durch eigene Experimente, zu erarbeiten.

3.4 Die Arbeitsformen

Die Beurteilung der verschiedenen Arbeitsformen durch die Kinder ist in Tab. 4 zusammenfassend dargestellt. Mit Abstand am beliebtesten ist das selbstständige Experimentieren mit allen damit verbundenen Problemen (Überforderung der jüngeren Kinder beim Thema ‚Batterien‘, Unterforderung der älteren Kinder beim Thema ‚Lebensmittel II‘). Das Stationenlernen ist, vermutlich im Wesentlichen aufgrund der starken experimentellen Orientierung, ebenfalls recht beliebt. Diese praktische Orientierung war zwar auch beim schriftlichen Leitfaden gegeben, hier musste aber selbstständig gelesen und erschlossen werden, worum es überhaupt ging und was jeweils als nächstes zu tun war. Hiermit hatten vor allem die jüngeren Kinder Schwierigkeiten. Sie fragten nach, was sie als nächstes machen sollten, ohne zuvor selbst nachgelesen zu haben.

Nicht so beliebt sind die eher theoretischen Arbeitsformen, besonders die Literatursuche. Hier wurden auch erhebliche Schwächen bei den Kindern festgestellt, was z. B. die Orientierung in den Büchern anging. Auf Literatursuche sollte daher auch in kommenden Kursen nicht

4 Ausblick

Aufgrund der Erfahrungen mit dieser Veranstaltungsreihe sind u. E. zukünftig folgende Fragestellungen zu bearbeiten:

- Wie kann eine Verbesserung der Behaltensleistung erreicht werden?
- Wie kann eine Verbesserung des gegenseitigen Zuhörens erreicht werden?
- Wie kann eine Verbesserung der Ergebnisdarstellung durch die Kinder erreicht werden?
- Wie kann eine Schulung der Aneignung von Erkenntnissen aus Büchern etc. erfolgen?

Bei der Planung von derartigen Veranstaltungen erscheint uns Folgendes wichtig:

- Die Gruppen sollten leistungs-/altershomogen sein.
- Speziell im Fach Chemie sollte die experimentelle Ausrichtung beibehalten werden.

Kontaktadresse

Prof. Dr. Insa Melle, Fachbereich Chemie der Universität Dortmund, Lehrstuhl für Didaktik der Chemie II, Otto-Hahn-Str. 6, 44227 Dortmund; insa.melle@uni-dortmund.de

Anschrift der anderen Autoren

PD Dr. Rebekka Heimann, Fachbereich Chemie der Universität Münster, Didaktik der Chemie, Fliegerstr. 21, 48149 Münster

StR Werner Pöpping, Fachbereich Chemie der Universität Dortmund, Lehrstuhl für Didaktik der Chemie II, Otto-Hahn-Str. 6, 44227 Dortmund