

Planspiel zu naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen (NAW) im Schülerlabor

Einleitung

Schülerlabore als außerschulische Lernorte sind geeignet, das Interesse von Schülerinnen und Schülern (SuS) an naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu steigern. Untersuchungen zeigen, dass Schülerlabore bereits bei einmaligen Besuchen und ohne konkreten Unterrichtsbezug einen positiven Einfluss auf das Interesse der SuS an Naturwissenschaft und Technik haben können (Engeln, 2004). Bei vielen Schülerlaboren sollen allerdings Themen wie naturwissenschaftliche Arbeitsweisen (NAW) durch freies Experimentieren und moderne Ausstattung quasi „en passant“ gelernt werden. Die Annahme, dass eine solche implizite Thematisierung zur gewünschten Änderung der Ansichten der SuS bezüglich NAW führt, wird durch Studien aber nicht bestätigt (Uhlmann & Priemer, 2008). Eine explizite Thematisierung von Aspekten der NAW führte hier jedoch zu einer positiven Entwicklung.

Aufbau des Schülerlabors

An der RWTH Aachen wird ein Schülerlabor mit enger Anbindung an den Sonderforschungsbereich 917 aufgebaut. Dieser Sonderforschungsbereich hat die Entwicklung von Nanoswitches zum Ziel. Diese resistiv schaltenden Speichereinheiten sollen in zukünftigen Elektronikanwendungen universell einsetzbar sein. Für das Schülerlabor wurde das Schwerpunktthema Phasenwechselmaterialien ausgewählt. Die Kombination eines Schülerlabors mit einem interdisziplinären Forschungsbereich bietet großes Potential, wie bereits das klick!labor und der SFB 677 zeigen (Schwarzer et al., 2013). In unserem Fall bedeutet die Anbindung des Schülerlabors an den Sonderforschungsbereich erstens die Behandlung eines Themenbereichs aus der aktuellen Forschung und zweitens die Gelegenheit den SuS Einblicke in reale Labore und persönliche Gespräche mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zu ermöglichen. Mit dem Einblick in Methoden und Ziele aktueller Forschungsaktivitäten wird dabei einem Defizit begegnet, das nach der europaweiten Studie PROFILES den gegenwärtigen naturwissenschaftlichen Unterricht in Deutschland, wie auch in vielen weiteren Ländern Europas, kennzeichnet (Bolte, 2013). Der zweite Aspekt ist für das Konzept des aufzubauenden Schülerlabors wichtig, das nicht nur Merkmale eines klassischen Schülerlabors aufweisen soll, sondern auch auf die Vermittlung von NAW Wert legt. Gelingen soll dies durch ein Planspiel sowie durch eine explizite Thematisierung einiger Aspekte von NAW.

Konzept und Planspiel

Im Mittelpunkt der Konzeption des Schülerlabors steht das forschende Experimentieren der SuS an experimentellen Stationen. Ihre Bearbeitung ist in ein Planspiel eingebettet, das den SuS den kooperativen Charakter heutiger Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten verdeutlichen soll. Dazu werden Versuche entwickelt, die von den SuS in der Gruppenarbeitsphase durchgeführt werden. Zunächst richten sich diese Versuche an die SuS der Mittelstufe. Nach einer Einführung ins Thema und einer Thematisierung von NAW-Aspekten beginnt das Planspiel, bei dem die SuS in die Rolle von Wissenschaftler/-innen schlüpfen, um reale Bedingungen in Forschungsgemeinschaften nachzuempfinden. Das Erleben von NAW wird durch folgende Aspekte intensiviert:

- Verdeutlichung des Anwendungsbezuges von wissenschaftlichen Untersuchungen
- Aufteilung in Forschergruppen zu speziellen Themen
- Gemeinsames Forschungsziel verschiedener/aller Gruppen
- Interaktion zwischen den Gruppen durch zusammenhängende Aufgabenstellungen (Beispiel 1: Herstellung von Proben durch eine Gruppe, Charakterisierung dieser Proben durch eine andere Gruppe; Beispiel 2: Speicherung von Daten in einer Probe durch eine Gruppe, Auslesen dieser Daten durch eine andere Gruppe)
- Authentizität durch „Konferenzen“ zur Diskussion der Ergebnisse und „Veröffentlichungen“ anderer SuS

Das Planspiel dient dazu, sich stärker mit der Rolle von Wissenschaftlern zu identifizieren und in Folge dessen damit auseinanderzusetzen, indem neben dem Experimentieren auch Tätigkeiten wahrgenommen werden wie:

- Rücksprache zu anderen Forschungsgruppen zu übernehmen, um die eigenen Experimente (und das gemeinsame Ziel) voranzubringen
- Diskussion und Interpretation der Untersuchungen in der Gruppe
- Präsentation der Ergebnisse in Konferenzen und Veröffentlichungen

So erleben die SuS, dass ihre Ergebnisse von den Forscherkollegen und für das Gemeinschaftsprojekt gebraucht werden. Nach einer abschließenden Konferenz zur Ergebnisicherung folgt eine Reflexion über NAW. Dabei wird mit den Vorstellungen vor Beginn des Planspiels verglichen und die Wahrnehmung während des Planspiels erörtert. Nach dem Schülerlaborbesuch können die SuS freiwillig ihre Ergebnisse und Eindrücke als Veröffentlichungen zusammenfassen. Besonders aussagekräftige Veröffentlichungen werden prämiert und können von nachfolgenden SuS genutzt werden.

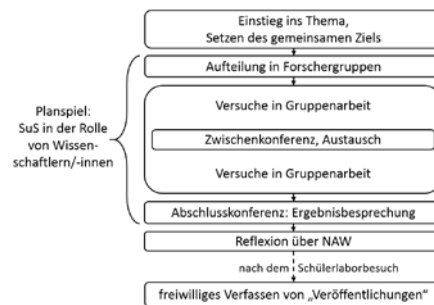


Abb. 1: Schematischer Ablaufplan eines Schülerlaborbesuches mit NAW-Planspiel

Erste Versuchsentwicklungen

Eine wichtige Voraussetzung für das Lernen im konstruktivistischen Sinne ist die Anknüpfbarkeit an bereits vorhandenes Wissen. Dazu ist es vorteilhaft, Beispiele zu finden, die den SuS aus ihrem Alltag bekannt sind und ihnen so einen ersten Zugang zu aktuellen Forschungsthemen bieten. Im konkreten Fall der Phasenwechselmaterialien begegnet man diesen in Form von optischen Speichern wie Blu-ray, DVD oder CD-RW. Auf deren Rohlingen mit Phasenwechselmaterial erzeugt ein Laser im entsprechenden Brenner-Laufwerk eine Abfolge von kristallinen und amorphen Bereichen des Phasenwechselmaterials, die für die weitere Datenverarbeitung als 0 und 1 interpretiert werden. Unter dem Mikroskop lassen sich die Bereiche beider Phasen schon bei 100facher Vergrößerung unterscheiden. Der Prozess des Übergangs zwischen den Phasen kann lichtmikroskopisch allerdings nicht sichtbar gemacht werden, sodass hierfür auf ein Analogie-Experiment zurückgegriffen wird. Als Modellsystem für Phasenwechselmaterialien wird Natriumacetat-Trihydrat gewählt, weil die SuS mit diesem ungefährlichen und kostengünstigen Salzhydrat selbständig experimentieren können und der Phasenwechsel deutlich wahrzunehmen ist. Im Alltag begegnet man diesem Material oft in Form von Taschenwärmern. Durch Erhitzen löst sich das Salzhydrat in dem „Kissen“ und bleibt flexibel und durchsichtig bis es durch Knicken eines Metallplättchens zur Kristallisation gebracht und dabei fest und weiß wird. Während des Kristallisationsvorgangs gibt das Natriumacetat-Trihydrat seine beim Erhitzen aufgenommene und gespeicherte Wärme wieder ab. Anschließend ist das Kissen vollständig kristallisiert und muss vor dem nächsten Gebrauch zunächst wieder erwärmt werden.

Um diesen Phasenwechsel genauer zu untersuchen, steht in einer experimentellen Station eine Infrarotkamera zur Verfügung. Die SuS können Lösungen mit verschiedenen Konzentrationen des Natriumacetats ansetzen und anschließend die Entwicklung der Temperatur während der Kristallisation untersuchen. Die Abbildung 2 zeigt eine Aufnahme eines solchen Kristallisationsprozesses mit der Infrarotkamera. Die in Weiß (heller) dargestellten Stellen erreichen Temperaturen bis 59°C und lassen durch ihre Struktur erkennen, dass das Natriumacetat-Trihydrat hier bereits kristallisiert ist, während der rechte Bildteil außerhalb des Gefäßes deutlich kühler und daher in der Aufnahme dunkel dargestellt ist.

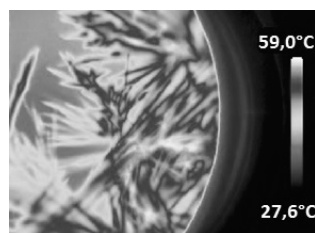


Abb. 2: Infrarot-Aufnahme während des Kristallisationsprozesses von Natriumacetat-Trihydrat

In einer weiteren experimentellen Station können die SuS mit der Digitalkamera die Kristallisationsgeschwindigkeit von Natriumacetat-Trihydrat analysieren. Durch gezieltes Auslösen der Kristallisation (Abb. 3) kann die Ausbreitung der Kristallisationsfront sehr gut beobachtet und gefilmt werden. Mithilfe eines Videoanalyseprogrammes kann anschließend die Kristallisationsgeschwindigkeit bestimmt werden und der Zusammenhang mit der Temperatur der Lösung hergestellt werden. Zudem kann in einem der Experimente die elektrische Leitfähigkeit des Natriumacetat-Trihydrats in den beiden Phasen gemessen werden, wobei ganz analog zum Phasenwechselmaterial im Datenspeicher eine deutliche Änderung der Leitfähigkeit beim Phasenwechsel festgestellt wird. Auch hier können die SuS die Einflüsse der Temperatur und der Konzentration des Natriumacetats auf die elektrischen Eigenschaften untersuchen.

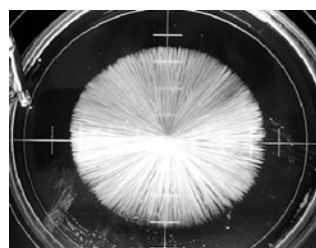


Abb. 3: Natriumacetat-Trihydrat während des Kristallwachstums (in Weiß) ausgehend von der Mitte

Ausblick

Die oben skizzierten experimentellen Stationen des Schülerlabors werden durch die Entwicklung und didaktische Aufbereitung von weiteren Versuchen ergänzt. Mögliche Themenfelder sind:

- ein Einstieg in die Nanowelt
- die Reproduzierbarkeit von Experimenten (als NAW-Aspekt)
- Einblicke in Kristallgitterstrukturen
- Speichern und Lesen von Daten

Die Wirksamkeit der Aktivitäten im Schülerlabor bezüglich der Vorstellungen zu NAW der Teilnehmer soll in einer Studie im Prä-Post-Design überprüft werden.

Literatur

- Engeln, K. (2004). Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken. Berlin: Logos
- Uhlmann, S., Priemer, B. (2008). Können Schülerlabore Ansichten über Naturwissenschaften ändern?, Bolte, C., Steller, S. (2013). PROFILES: Education through Science - Bildung durch Naturwissenschaften, Schwarzer, S., Rudnik J., Parchmann I. (2013). Chemische Schalter als potenzielle Lernschalter: Fachdidaktische Begleitung eines Sonderforschungsbereiches, CHEMKON 2013, 20, Nr. 4, 175-181, Wiley-VCH Verlag