

Referentin: Carola Thoiss  
Dozent: Dr. Thomas Wilhelm  
Datum: 07.11.07

## Staatsexamen Physik (Unterrichtsfach) / Fachdidaktik

### Prüfungstermin F 2007 Thema 2

**1. Stellen Sie die erzieherische und didaktische Bedeutung von Schülerexperimenten dar! Gehen Sie insbesondere auf Bildungsziele ein, die mit Schülerexperimenten angestrebt werden können! Welche methodischen Aspekte müssen bei der Verfolgung dieser Ziele beachtet werden?**

Ziel der Erziehung ist es bestimmte Werthaltungen und Einstellungen bei den Schülern zu erreichen. Dieses Ziel ist nicht nur auf die Schule begrenzt. Hingegen ist die Didaktik die Wissenschaft, die das Lehren und Lernen zum Gegenstand hat. Die erzieherische und didaktische Bedeutung von Schülerexperimente überschneiden sich zum Teil. Deswegen ist eine exakte Abgrenzung nicht immer möglich.

Zunächst möchte ich versuchen die *didaktische Bedeutung* von Schülerexperimente anführen: Es geht in ersten Linie überwiegend um die prozessorientierte Ziele.

(1) Während der Versuchsplanung: Die Schüler sollen ihre erwarteten Beobachtungen beschreiben und Hypothesen aufstellen können, erwartete Zusammenhänge darstellen und abhängige sowie unabhängige Variable unterscheiden können. Sie sollten Versuchsstrategien entwickeln können. Sie sollten den Zeitaufwand des Experimentes abgeschätzt können. Außerdem sollten Schüler ein Ablaufdiagramm für einen geplanten Versuch entwerfen können, eine Skizze vom Versuchsaufbau herstellen können und den Versuch eigenständig nach einer Anleitung aufbauen können. Wichtig ist dabei, dass sie geeignete Messgeräte für die gestellte Aufgabe auswählen können. Außerdem sollten die Schüler die Messgeräte vor der Messung kalibrieren. Kurz vor der Versuchsdurchführung müssen Überlegungen angestellt werden, d.h. die Größenordnung der abhängigen Variablen müssen geschätzt werden und die Intervallschritte für die unabhängige Variable geeignet gewählt werden.

(2) Während der Versuchsdurchführung: Die Schüler sollen lernen, Experimente nach Anleitung, Anweisung sowie Planskizze oder nach eigenem Entwurf durchzuführen. Die Messinstrumente sollten von den Schülern ggf. mit Hilfe einer Betriebsanleitung sinnvoll bzw. sicherheitsbewusst eingesetzt werden. Werte sollten von den Messgeräten richtig abgelesen werden.

(3) Während der Auswertung: Die Schüler sollen die Versuchsbeobachtung beschreiben können. Für die eigentliche Auswertung sollten die Daten in ein Protokoll eingetragen werden. Dann sollte eine geeignete Darstellung zur Auswertung der Messdaten gewählt werden. Ein Graph sollte in der Regel gezeichnet werden. Ein weiteres Ziel ist es, die Fehler abzuschätzen, Messwerte auszuwerten sowie das Ergebnis formulieren und interpretieren zu können.

Im Heft „Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss“ findet man für Schülerexperimente folgende Kompetenzen:

**Standards für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung  
Experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen**

Die Schülerinnen und Schüler . . .

E 1 beschreiben Phänomene und führen sie auf bekannte physikalische Zusammenhänge zurück,

E 2 wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen aus, prüfen sie auf Relevanz und ordnen sie,

E 3 verwenden Analogien und Modellvorstellungen zur Wissensgenerierung,

E 4 wenden einfache Formen der Mathematisierung an,

E 5 nehmen einfache Idealisierungen vor,

E 6 stellen an einfachen Beispielen Hypothesen auf,

**E 7 führen einfache Experimente nach Anleitung durch und werten sie aus,**

**E 8 planen einfache Experimente, führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse,**

E 9 werten gewonnene Daten aus, ggf. auch durch einfache Mathematisierungen,

E 10 beurteilen die Gültigkeit empirischer Ergebnisse und deren Verallgemeinerung.

Die *erzieherischen* Bedeutungen der Schülerexperimente sind:

Die Selbstständigkeit, Neugier, Entdeckungsfreude, Kreativität und vernetztes Denken werden in einem handlungsorientierten Experimentalunterricht gefördert.

In den Schülerexperimenten können SchülerInnen ihre Interessen, Fähigkeiten und Talente entdecken und einbringen. Durch Schulung im richtigen Gebrauch von Hand und Sinnen, durch kritische Beurteilung des Wesentlichen soll die Beobachtungsgabe geweckt und gestärkt werden. Die Schüler sollten eine gewisse Vertrautheit mit den Gegenständen der Natur und ihren Erscheinungen durch unmittelbare eigene Betätigung herbeiführen, d.h. die Wahrnehmung soll gefördert werden. Außerdem wird durch die logische Verarbeitung der Ergebnisse und die Einordnung in das Wissen die geistige Formung des Schülers gefördert. Sie sollen den Schülern die Möglichkeit geben, sich selbstständig mit dem Thema auseinander zu setzen, um so spielerisch eigene Erfahrungen zu sammeln, d.h. Schülerexperimente fördern die Selbstständigkeit und die Eigenverantwortung der Schüler. Die Motivation und die Aufmerksamkeit der Schüler ist besonders hoch, da sie eigenverantwortlich und selbstständig arbeiten dürfen. Es werden Denkanstöße zur Wiederholung und Vertiefung gegeben und nachhaltige Eindrücke vermittelt, da die Schüler die Phänomene selbst entdecken dürfen. Besonders gefördert werden Schüler, die mehr manuell als sprachlich begabt sind. Gute Schüler helfen den Schwächeren und der Lehrer bleibt im Hintergrund, so wird die Klassengemeinschaft gestärkt. Schüler können sich austauschen bzgl. ihrer Aufgabenstellung und Beobachtungen, d.h. die Kommunikation der Schüler untereinander wird gefördert. Gruppenarbeit führt zum engen sozialen Kontakt und so zu einer gemeinsamen Verantwortung für die Durchführung und Auswertung der Experimente.

Um diese Ziele verfolgen zu können, sind mehrere methodische Aspekte zu beachten: Die induktive Erschließung von Naturgesetzen erfordert eine Vielzahl empirischer Daten, d.h. es sind Messreihen, die von den Schülern erstellt werden müssen, (→ Zeit- / Arbeitsaufwand) erforderlich. Außerdem ist der Zeitbedarf gerade bei Schülerexperimente schwer abzuschätzen. In der Planung von Schülerexperimente ist zu berücksichtigen, dass schnell arbeitende Gruppen weiter beschäftigt werden müssen. Während der Versuchsdurchführung hat der Lehrer die Möglichkeit, die Schüler zu beobachten und bei auftretenden Schwierigkeiten helfend einzugreifen.

## 2. Beschreiben Sie je ein typisches Schülerexperiment aus dem Bereich der Wärmelehre für

### a) arbeitsteilige Gruppenarbeit und

### b) arbeitsgleiche Gruppenarbeit! Begründen Sie Ihre Auswahl!

Bei der Organisationsform *arbeitsteilige Gruppenarbeit* (oder „Gruppenarbeit im mehrseitigen Angriff“) wird ein Problem in gemeinsamer Erörterung in Teilprobleme geteilt. Diese werden von den einzelnen Gruppen unabhängig voneinander mit jeweils anderen Verfahren bearbeitet. Ein Problem wird also von verschiedenen Gruppen unterschiedlich bearbeitet. Ein Beispiel dafür wären verschiedene Versuche zur Wärmeleitung. Für die einzelnen Gruppen stehen folgende Versuche zur Verfügung, die alle zu demselben Ergebnis führen:

Gruppe 1: Die Enden eines Kupfer-, Aluminium- und eines Glasstabes (beide ca. 20 cm lang) werden mit den Händen vorsichtig in die Flamme einer Kerze gehalten.

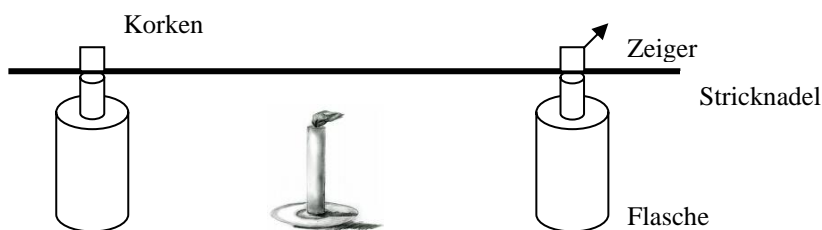
Gruppe 2: Drei U-förmige Bügel aus unterschiedlichem Material (Kupfer, Aluminium, Glas) werden mit einem Ende in ein Gefäß mit siedendem Wasser und die anderen Enden der Bügel werden jeweils in kleine Glasbehälter, die Spiritus gleicher Masse und Temperatur enthalten, getaucht. Messe nach einiger Zeit die Temperatur des Spiritus in den drei Behältern.

Gruppe 3: Auf verschiedene Metallstäbe werden Wachstropfen gesetzt und die Metallstäbe sternförmig so aufgebaut, dass alle eine Seite über einer Kerzenflamme haben. Es wird das Fallen der Wachstropfen beobachtet.

Alle Gruppen sollten zum Ergebnis kommen, dass Wärmeleitung vom Material abhängig ist. Ein Vorteil dieser Arbeitsweise ist es, dass jede einzelne Gruppe auf andere Weise zur gleichen Erkenntnis beiträgt. Folglich stellt die Arbeitsform eine Zeitersparnis dar.

Hingegen arbeiten die Schüler in der Organisationsform *arbeitsgleiche Gruppenarbeit* (oder „Gruppenarbeit auf gleicher Front“) in Gruppen jeweils mit der gleichen Aufgabe.

Zum Beispiel wäre ein Experiment zur Bestimmung der Längenänderung einer Stricknadel bei Erwärmung: Dazu wird eine Stricknadel an einer Halterung fixiert und die andere auf eine rollende Nadel gelegt, an der ein Zeiger befestigt ist. Zwischen der Anordnung befindet sich eine Kerze. Ein Zeiger, der an der Stecknadel fixiert ist, zeigt die Ausdehnung an.



Schüler sollten zu dem Ergebnis kommen, dass Metalle bei Erwärmung länger werden.

Die Schüler machen bei dieser Arbeitsform die gleiche Erfahrung und kommen somit zum gleichen Ergebnis. Die Einführung der Schüler in ihre Aufgabe erfolgt für alle gleichzeitig und der Lehrer verliert nicht während der Übung die Übersicht. Außerdem lernen die Schüler selbstständig zu experimentieren.

**3. Entwerfen Sie einen Arbeitsauftrag zur Planung, Durchführung und Auswertung eines Mischungsversuchs, mit dem Schülerinnen und Schüler selbstständig und eigenverantwortlich die spezifische Wärmekapazität von Aluminium bestimmen können! Erläutern Sie, wie dieses Experiment zum Verständnis des Unterschieds zwischen Wärme und Temperatur beitragen kann! Welche Lernvoraussetzungen müssen zur Bewältigung der Aufgabe gegeben sein?**

Lernvoraussetzungen

1. kognitive Lernvoraussetzungen: Die Schüler sollen
  - die Begriffe Temperatur, spezifische Wärmekapazität, Masse, Kraft und die spezifische Wärmekapazität von Wasser kennen.
  - thermische Eigenschaften von Aluminium, wie z.B. die Wärmeleitfähigkeit von Metallen, wissen.
2. prozessorientierte Voraussetzungen: Die Schüler sollen
  - einen Versuch eigenständig aufbauen, durchführen und auswerten können.
  - mit Geräten sorgfältig umgehen können.

Arbeitsauftrag:

Der Arbeitsauftrag eines einfachen Mischungsversuchs zur Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität von Aluminium könnte lauten:

„In einen isolierten Aluminiumbecher wird 100g abgewogenes Wasser gefüllt. Die Wassertemperatur wird mit einem Temperaturmessgerät gemessen. Der vorher abgewogene Aluminiumzylinder wird in ein anderes nicht isoliertes Aluminiumgefäß gegeben, das mit Wasser befüllt ist. Das Wasser bedeckt den Aluminiumzylinder vollständig. Das Gefäß inklusive Aluminiumzylinder wird auf eine Herdplatte gegeben. Sobald das Wasser zu sieden beginnt, wird der Aluminiumzylinder sofort in den isolierenden Aluminiumbecher gegeben. Die Temperatur des Wassers im isolierenden Aluminiumbecher wird gemessen.“

1. Erstelle eine Versuchsskizze.
2. Welche Geräte und Materialien werden benötigt?
3. Führe das Experiment durch.
4. Berechne die spezifische Wärmekapazität von Aluminium.“

Erläuterung:

Temperatur ist eine Zustandsgröße und ein Maß für den Wärmegrad. Hingegen ist die Wärme eine Energieform, die über die Herdplatte – Wasser – dem Aluminiumzylinder zugeführt wird. Die Wärme die Energie, die allein aufgrund des Temperaturunterschiedes den Körper wechselt, also die Änderung der inneren Energie allein durch den Temperaturunterschied. Wärme ist keine Zustandsgröße, sondern eine Prozessgröße.

In diesem Versuch gibt das Aluminium die vorher aufgenommene Energie an das Wasser ab und das Wasser nimmt diese Energie auf. Dabei kühlt das Metallstück um eine andere Temperatur ab als das Wasser sich erwärmt. Die Temperaturen unterscheiden sich voneinander. Hingegen sind die Wärmemenge gleich groß.