

Funktionen von Experimenten im Physikunterricht

Eine Studie der Universität Regensburg in Kooperation mit der Johann-Simon-Mayr-Realschule in Riedenburg

Christian Maurer, Karsten Rincke

Das Schulexperiment in der Fachliteratur

Es wird kaum in Frage gestellt, dass Experimente ein unverzichtbarer Gegenstand des Physikunterrichts sind und auch bleiben sollen. Diesem Stellenwert entsprechend nehmen sie inklusive Vor- und Nachbereitung im Unterricht auch in etwa zwei Drittel der Unterrichtszeit in Anspruch (Tesch und Duit 2004). Das Ausmaß ihrer Lernwirksamkeit wird hingegen kritisiert. Schon 1982 und erneut 2004 zeigen sich Hofstein und Lunetta in einem inzwischen vielzitierten Werk sehr unzufrieden mit dem Beitrag des Experimentierens zum tatsächlichen Lernzuwachs. Dies führen sie auf einen unsachgemäßen Einsatz von Experimenten im Unterricht zurück. In Übereinstimmung mit vielen ihrer Kollegen führen sie auch Gründe für ein nicht ausgeschöpftes Lernpotential dieser Methode an. Unter anderem werde schulisches Experimentieren kaum effektiv umgesetzt oder zu trivial eingesetzt. Dabei entstehen auch durch die Verwendung kochbuchartiger Experimentieranleitungen ungleiche Vorstellungen bei Lehrern und Schülern/innen über die unterrichtliche Funktion der durchgeführten Experimente. So geben Schüler/innen an, ein Experiment durchgeführt zu haben, um „irgendwas“ zu messen oder einen Auftrag abzuarbeiten. Befragt man Lehrer/innen nach dem Zweck eines Experiments wird häufig genannt, dass dieses das Verständnis der Schüler/innen über ein physikalisches Konzept vertiefen solle. Diese Uneinigkeit von Lehrer/innen und Schülern/innen über den Zweck, bzw. die Funktion eines Experiments hat dabei einen deutlich negativen Einfluss auf den Wissensaufbau.

Ansatzpunkt und Konzeption der Studie

Ziel der Studie war es, charakteristische Formen einer experimentellen Durchführung zu entwickeln, welche die Uneinigkeit über die Funktion eines Experiments beseitigt. Diese Durchführungsarten liefern ein Schema für den Ablauf eines Experiments im Unterricht, welcher die jeweilige Funktion besonders deutlich werden lässt - so deutlich, dass Schüler/innen sie erkennen und Lehrkräfte die Experimente auch nur entsprechend ihrer jeweiligen unterrichtlichen Funktion einsetzen. Für die Studie wurden zwei solche Durchführungsarten (explorative und explanative Experimente, siehe Kasten 1 und 2) entwickelt. Die Grundlage hierfür bildeten zwei grundlegende Rollen des Experiments beim Wissensaufbau: Das Erkunden eines Phänomens (explorativ) und das Prüfen theoretischer Aussagen (explanativ).

Exploratives Experiment

- **Phänomene erkunden.**
- Offene Ausgangssituation.
- Rolle der Theorie untergeordnet
- Suche nach Zusammenhängen; nicht nach Erklärungen.
- **Ziel: Vermutungen generieren (wenn-dann-Sätze)**

Kasten 1: Charakteristika des explorativen Experiments

Zu jeder der beiden Durchführungsarten wurde eine eigene Unterrichtsstunde entworfen. Die Einzelstunden wurden dabei so erstellt, dass diese sich sinnvoll zu einer zweistündigen, thematisch zusammenhängenden Lerneinheit

verbinden ließen. Da für das explanative Experiment gewisse Vorkenntnisse notwendig sind, wurden jeweils direkt vor dem entsprechenden Experiment auch theoretische Inhalte vermittelt. Das Zusammenspiel von Instruktionsphasen und Experimenten im Unterricht war somit für die Planung der zweistündigen Lerneinheit relevant.

Explanatives Experiment

- **Testen von Vermutungen.**
- Begründete Vermutungen als Ausgangspunkt.
- Theorie bzw. Vorkenntnisse unabdingbar.
- Erklärungen für das Beobachtete finden.
- **Ziel: Qualitätsaussage über die zu Grunde gelegte Vermutung.**

Kasten 2: Charakteristika des explanativen Experiments

Dabei gibt es aber keine festgeschriebene generelle Reihenfolge von Theorie und Experiment in der Fachliteratur. Dies lässt für die Erstellung einer zweistündigen Lerneinheit prinzipiell zwei mögliche Reihenfolgen der Einzelstunden zu. So kann zuerst explorativ experimentiert werden, um im Anschluss daran die gefundenen Vermutungen explanativ zu testen. Ebenso kann aber auch mit theoretischen Inhalten und explanativen Experimenten begonnen werden, um anschließend die gewonnenen Vorstellungen der Schüler/innen im direkten Umgang mit den Materialien zu intensivieren. Kurz gesagt: Man kann die Reihenfolge der Durchführungsarten innerhalb einer zweistündigen Lerneinheit verändern. Ob dabei die Reihenfolge tatsächlich einen Unterschied bezüglich

des Lernerfolgs ausmacht, lässt sich nicht vorhersagen, weshalb es auch ein Ziel dieser Studie war, eine Antwort auf diese Frage zu finden.

Fragestellungen der Studie

- Welchen Einfluss hat die Variation der Reihenfolge der Durchführungsarten innerhalb einer zweistündigen Lerneinheit auf den Lernzuwachs?
- Inwiefern kann durch die entwickelten Inszenierungsformen von Experimenten eine vergleichbare Funktionszuschreibung durch Lehrer/innen und Schüler/innen erreicht werden?

Ergebnisse der Studie

Welche Funktionen die Schüler/innen nach den Einzelstunden den jeweiligen Experimenten zugeordnet, wurde mit Hilfe eines Fragebogens ermittelt. Eine der mit dem Fragebogen ermittelten Funktionen war hierbei von zentraler Bedeutung für die Studie. Die beiden Durchführungsarten wurden gerade so entwickelt, dass das *Überprüfen theoretischer Aussagen* die prägende Funktion des explanativen Experiments ist, beim explorativen jedoch keinen besonderen Stellenwert einnehmen sollte. Die Auswertung des Fragebogens bezüglich dieser Funktion ergab einen sehr deutlichen und sehr sicheren Unterschied in der Bewertung der Schüler/innen (Vgl. Abb.1).

Theoretische Aussagen prüfen – Gesamte Studie

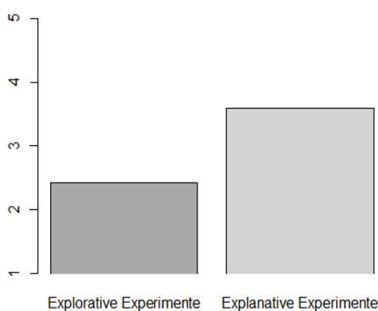


Abb. 1: Bewertung der Funktion „theoretische Aussagen prüfen“ durch die Schüler/innen.

Abbildung 1 zeigt die Bewertung auf einer fünfstufigen Skala, wobei eine Bewertung mit '5' bedeutet, dass für die Schüler/innen diese Funktion sehr auf das Experiment zu trifft. Schüler/innen erkennen

also unterschiedliche Funktionen der entwickelten Experimentierarten, zumindest wenn die Experimente nach den entwickelten Durchführungsmustern ablaufen. Damit stimmen sie in ihrer Bewertung mit der von uns und den beteiligten Lehrkräften beabsichtigten Funktion überein. **Die Anfangs erwähnte Uneinigkeit von Lehrer/innen und Schüler/innen über die Funktion von Experimenten im Unterricht konnte bei der entwickelten Lerneinheit also beseitigt werden.** Ob man generell durch die Verwendung von entsprechend klaren Durchführungsmustern eine vergleichbare Bewertung der Funktion von Experimenten erreichen kann, ist dadurch nicht gezeigt. Die Studie liefert jedoch einen deutlichen Hinweis darauf, dass dies gelingen könnte.

Zusätzlich zum Fragebogen wurde über einen Wissenstest zu Beginn (Vortest) und nach Abschluss (Nachttest) der zweistündigen Lerneinheit der Lernzuwachs ermittelt. Beim Vergleich der Ergebnisse im Test zeigte sich ein deutlicher Vorteil der Klassen, welche zuerst explorativ experimentiert hatten. **Die Reihenfolge der Experimentierarten hat also einen Einfluss auf den Lernerfolg.** Bei einer genaueren Analyse fiel zudem - für uns durchaus überraschend - auf, dass Mädchen deutlich stärker auf die Veränderung der Reihenfolge reagierten. (Vgl. Abb. 2 und 3)

Wissenstest Jungen

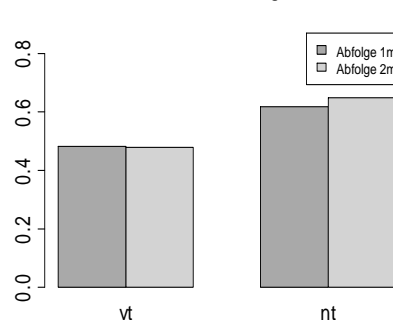


Abb.2 Mittelwerte der Wissenstests der Jungen. vt:=Vortest nt:= Nachttest

Wissenstest Mädchen

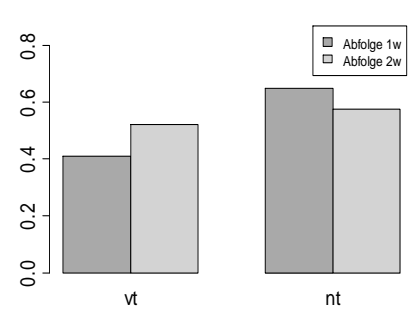


Abb. 3: Mittelwerte der Wissenstests der Mädchen. vt:=Vortest nt:= Nachttest

Während die Testergebnisse der Jungen eigentlich keinen nennenswerten Unterschied zeigen, **hängen die Lernzuwächse der Mädchen sehr stark von der Reihenfolge der Experimente ab.** In der Didaktik kennzeichnet man die Stärke eines Effekts oft mit einer Kennzahl (Abkürzung d). Für den Effekt auf den Lernzuwachs der Mädchen ergibt sich dabei der Wert $d=1$ bei einer Veränderung der Reihenfolge. Das ist vergleichbar mit einem um eine ganze Notenstufe besserem Abschneiden in einer Prüfung. Deshalb kann man hier wohl mit Recht von einem großen Effekt sprechen. Über Ursachen für diesen Effekt kann an dieser Stelle eigentlich nur spekuliert werden. Zur Klärung dieser Frage bedarf es weiterer Studien. Vielleicht auch wieder in Zusammenarbeit mit der Johann-Simon-Mayr-Realschule. Von Seiten der Universität würden wir uns auf jeden Fall über eine weitere Zusammenarbeit freuen.

Literaturnachweis:

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217.

Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (2004). *The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century*. *Science Education*, 88, S.28-54.

Maik Tesch und Reinders Duit (2004). *Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie*. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. 2004. Jg. 10. S.51-59