



Experiment(ieren) im Unterricht

MARKUS, HERBST

MARKUS.HERBST@STUD.SBG.AC.AT

Zusammenfassung

Das Experiment nimmt im naturwissenschaftlichen Unterricht – speziell im Physikunterricht – dahingehend eine Sonderstellung ein, als dass es eines der wichtigsten Medien¹ darstellt, welches den Geist der Naturwissenschaften am besten widerspiegelt. Somit kommt dem Experiment im Unterricht i) eine wesentliche didaktische sowie methodische Funktion zu und ii) sollen die SchülerInnen diese zentrale Rolle des Experiments in den Naturwissenschaften kennenlernen.

1 Allgemeine Ziele des Experimentierens im naturwissenschaftlichen Unterricht

Nach Hodson D. (1993) wird der naturwissenschaftliche Unterricht durch drei Grundziele bestimmt:

- "learning science",
- "learning about science" und
- "doing science".

Das Experiment im Unterricht per se dient wiederum einer Vielzahl an Zielen, wobei die Gestaltung des Experimentierens den obig genannten Zielen anzupassen ist (Hodson D., 1993).

Tesch M. und Duit R. (2004) betonen hierbei nicht nur die Bedeutsamkeit der Vorbereitung, sondern vor allem der Nachbereitung von Experimenten im Unterricht, um diese ausnahmslos in den Lehr-Lern-Prozess integrieren zu können und eine entsprechende Qualität des Unterrichts zu gewährleisten.

Mittels einer europäischen Umfrage (Delphi-Studie des IPN) konnte ermittelt werden, welche Ziele Lehrpersonen mit dem Experimentieren im Unterricht hauptsächlich verbinden (Welzel M. et al., 1998):

- Verbindung von Theorie und Praxis,
- Erwerb experimenteller Fähigkeiten,
- Kennenlernen der Methoden wissenschaftlichen Denkens,
- Motivation, Entwicklung der Persönlichkeit und der sozialen Kompetenz sowie
- Überprüfung von Wissen.

Im Folgenden wird nun genauer auf die didaktisch-methodischen Funktionen, die psychologi-

schen und pädagogischen Ziele sowie die Funktionen des Experimentierens im Unterricht eingegangen.

2 Didaktisch-methodische Funktionen des Experimentierens im Unterricht

Naturwissenschaftlicher Unterricht sollte nicht nur bereits gewonnene Erkenntnisse lehren, sondern darüber hinaus SchülerInnen klar aufzeigen, mittels welcher Methoden solche Erkenntnisse eigentlich gewonnen werden können. So erlernen die SchülerInnen durch das Experimentieren im Unterricht nicht nur naturwissenschaftliche Arbeitsweisen wie Planen, Beobachten, Analysieren, Interpretieren und Präsentieren, sondern darüber hinaus hilft das Experiment Phänomene aufzuzeigen und so fachliche Fragestellungen in den Betrachtungshorizont der SchülerInnen zu rücken (Kircher E. et al., 2000).

Des Weiteren lassen sich viele Phänomene und vor allem physikalische Effekte erst durch ein Experiment anschaulich präsentieren. So fungiert das Experiment im Unterricht aus medien-didaktischer Sicht als einer der wichtigsten Informationsträger (Kircher E. et al., 2000).

Kircher E. et al. (2000) geben eine gute Übersicht grundlegender Funktionen des Experimentierens im Physikunterricht, wobei diese auch analog zu anderen naturwissenschaftlichen Fächern wie Biologie oder Chemie betrachtet werden können.

In Abbildung 1 findet sich ein Überblick über diese insgesamt 14 Funktionen des Experimentierens im Unterricht, bevor in der Folge näher darauf eingegangen wird.

¹ Didaktisch betrachtet stellen Experimente ein Mittel dar, welches physikalische Phänomene veranschaulicht und hilft physikalische Vorstellungen aufzubauen, wodurch es eine Mitteilungsfunktion übernimmt und so auch unter mediendidaktischen Aspekten betrachtet werden kann (Kircher E. et al., 2000).



Abbildung 1 – Didaktisch-methodische Funktionen des Experiments im Unterricht (vgl. Kircher E. et al., 2000).

1. Ein Phänomen klar und überzeugend darstellen

Beispielsweise das Phänomen der "optischen Hebung" mittels simpler Materialien und Alltagsgegenständen, wie einem großen Wasserglas und einem Strohhalm oder Stab (siehe Abb. 2).

2. Physikalische Konzepte verdeutlichen und veranschaulichen

Um beispielsweise die geradlinige Ausbreitung von Licht zu verdeutlichen, reicht bereits eine Taschenlampe und ein langer (ca. 1,5 m) Schlauch. Ein Schüler leuchtet mit der Taschenlampe in ein Ende des Schlauchs, ein Anderer blickt in den Schlauch und muss diesen so richten, dass er das Licht sieht. Oder falls vorhanden, kann dies auch mit einer Nebelmaschine und einem Laser demonstriert werden.

3. Grunderfahrungen aufbauen bzw. ausschärfen

Es gilt auch einen gemeinsamen Erfahrungshintergrund der SchülerInnen herzustellen, um sicherzugehen, dass sich alle auf dem gleichen Wissensstand befinden. So könnte man die Auftriebskraft für SchülerInnen erfahrbar machen, indem diese einen Ziegelstein ins Wasser tauchen lassen und im Anschluss versuchen einen Ball oder ein flaches Holzbrett unter Wasser zu halten.

4. Physikalische Gesetzmäßigkeiten direkt erfahren

Muckenfuß H. (1992) nutzt hierfür die direkte Sinneswahrnehmung zur Betrachtung des elektrischen Stroms. So betreiben SchülerInnen über eine Handkurbel einen Generator, welcher an eine Glühbirne angeschlossen ist. Hierbei sind die Geräte so dimensioniert, dass der Lampenbetrieb physiologisch zu fühlen ist und ihnen somit klar wird, dass für den Betrieb einer Lampe Arbeit zu verrichten ist.

5. Theoretische Aussagen qualitativ prüfen

Beispielsweise lässt sich die Aussage, dass Schall ein Medium zur Ausbreitung benötigt sehr gut mit einer Vakuumblocke und einem Wecker oder Radio prüfen. Lässt man den Wecker klingeln und pumpt die Luft ab, so wird dieser verstummen (Kircher E. et al., 2000).

6. (Schüler-)Vorstellungen prüfen

Eine der häufigsten Vorstellungen von SchülerInnen ist die sogenannte "Stromverbrauchsvorstellung". So geht eine Vielzahl von SchülerInnen fälschlicherweise davon aus, dass eine Glühbirne den elektrischen Strom "verbraucht". Diese Vorstellung lässt sich sehr leicht mit einer Stromzange (Zangenamperemeter) überprüfen (Girwidz R., 1993).

7. Physik in Technik und Alltagsanwendungen aufzeigen

Durch lebenspraktische Bezüge sollen Lerninhalte in einen sinnstiftenden Kontext gestellt werden. Es sollte versucht werden, auch immer einen Bezug zur alltäglichen Lebenswelt herzustellen. Beispielsweise sollte bei der Erarbeitung des Bernoulli-Effekts auf dessen Auftreten an Bahnsteigen verwiesen und dies erklärt werden.

8. Denkanstöße geben (zur Wiederholung oder Vertiefung)

Hierfür kann man in der Bewegungslehre Kugeln gleichzeitig über zwei Bahnen rollen lassen. Beide Strecken sind fast identisch und unterscheiden sich lediglich darin, dass eine Bahn eine Mulde aufweist (siehe Abb. 3). So wird es die SchülerInnen zunächst überraschen, dass der längere Weg schneller durchlaufen wird und in Folge kann dieser Sachverhalt unter Zuhilfenahme von vorhergehendem Wissen Schritt für Schritt aufgeklärt werden (Klein W., 1998).

9. Physikalische Vorstellungen aufbauen

Dies gelingt beispielsweise in der Astronomie durch die Veranschaulichung der Entstehung von Mond- und Sonnenfinsternis. Hierfür genügt ein simpler Modellversuch mittels einer Lampe, einem Globus und einem Tennisball (Kircher E. et al., 2000).

10. Physikalische Gesetze bzw. Gesetzmäßigkeiten quantitativ "prüfen"

Physikalische Gesetzmäßigkeiten werden quantitativ in Form eines mathematischen Modells, beispielsweise $U=R \cdot I$, wiedergegeben. Dies erlaubt in einem definierten Gültigkeitsbereich (Grenzen von Modellen) die Betrachtung des Verhaltens von physikalischen Größen zueinander. So müssen vor allem bei der experimentellen "Prüfung" ihrer Aussagekraft Messfehler und mögliche Zusatzformulierungen berücksichtigt werden.

11. Naturwissenschaftliches Arbeiten einüben

Durch den praktischen Umgang mit Messgeräten wird nicht nur (sorgfältiges) Messen erlernt, sondern darüber hinaus auch die Darstellung und Auswertung von Messergebnissen, wodurch es letztlich zum Aufbau einer fachspezifischen Handlungskompetenz kommt.

12. Motivieren und Interesse wecken

Hierfür eignet es sich hervorragend einen kognitiven Konflikt zu erzeugen, wie beispielsweise die Tatsache, dass ein Stück

Stahl im Wasser sinkt, ein Schiff jedoch nicht.

13. Nachhaltige Eindrücke vermitteln

Dies gelingt auf sehr einfachem Wege durch die Veranschaulichung der Wirkung des Luftdrucks. Hierfür benötigt man lediglich ein Glas, Wasser sowie ein Stück Papier. Das Glas wird bis zum Rand mit Wasser gefüllt, das Papier auf dem Glas platziert und das Glas schnell umgedreht. Erstaunlicherweise hält das Stück Papier das Wasser im Glas (siehe Abb. 4).

14. Meilensteine unserer Kulturgeschichte aufzeigen

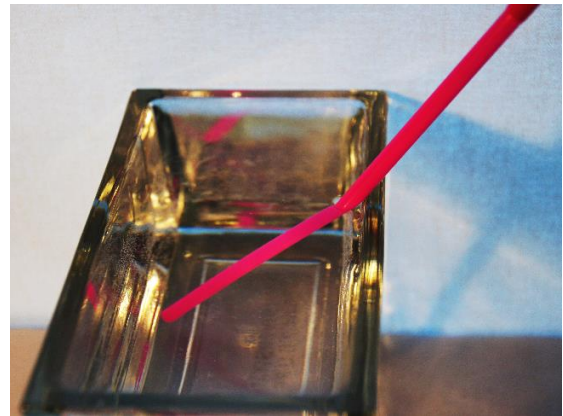


Abbildung 2 – Optische Hebung.

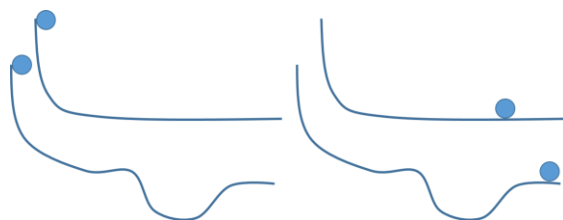


Abbildung 3 – Kugelbahn.



Abbildung 4 – Luftdruck.

Bestimmte Experimente stellen einen Durchbruch für einige Forschungsgebiete und für die Klärung von bestimmten Erscheinungen dar, wie die Gravitation, die Induktion, der äußere lichtelektrische Effekt, die Röntgenstrahlung sowie der Rutherford'sche Streuversuch und einige Weitere. Wilke H. J. (1987) gibt hierfür eine Beschreibung solch historischer Experimente mit einer zusätzlichen Abänderung als Experiment für den Unterricht.

3 Psychologische Ziele und Funktionen des Experimentierens im Unterricht

Aus psychologischer Sicht liegt die hauptsächliche Funktion und das Ziel des Experiments im Unterricht in einer Steigerung der Motivation und somit der Lerneffektivität. Dies wird begründet durch das Entstehen eines kognitiven Konflikts beim Betrachten eines erstaunlichen Phänomens während des Experimentierens. Ebenfalls tragen die praktischen Anforderungen ("Lernen durch Tun") sowie Selbständigkeit und Verantwortlichkeit bei der Durchführung eines Schülerexperiments nicht nur zur Motivation der SchülerInnen bei, sondern durch die daraus resultierenden Erfolgserlebnisse kommt es zu einer Förderung des Vertrauens in die eigenen Fähigkeiten, sprich zu einem gesteigerten Selbstwertgefühl. Darüber hinaus unterstützen vielschichtige Aktivitäten die Gedächtnisleistung, wodurch das Experiment auch als eine Art "Merkhilfe" fungiert (Muckenfuß H., 1995).

4 Pädagogische Ziele und Funktionen des Experimentierens im Unterricht

Muckenfuß H. (1995) sieht das Experiment im Unterricht als Ausgangspunkt und Mittel für eine Reihe von pädagogischen Zielen. Hierzu zählen die Erziehung zur Sorgfältigkeit, Genauigkeit und Geduld sowie die Schulung der Beobachtungsfähigkeit. Vor allem gelingt durch das Schülerexperiment, welches zumeist in der Gruppe durchgeführt wird, die Entwicklung der Kooperationsfähigkeit und anderer sozialer Kompetenzen wie Teamarbeit, Rücksichtnahme, Dialogfähigkeit und Arbeitsteilung. Ebenfalls kommt es hierbei auch zu einer Erziehung der Übernahme von Verantwortung wie beispielsweise beim Umgang mit Geräten. Im weiteren Verlauf des Experimentierens – zum Beispiel bei der Analyse der Ergebnisse – kommt es bei den SchülerInnen auch zu einer Entwicklung der Kommunikationsfähigkeit im Sinne der sprachlichen Ausdrucksfähigkeit und der Darstellungsfähigkeit mit schriftlichen und bildlichen Mitteln sowie vor allem einer Erziehung zur Kritik- und Reflexionsfähigkeit (Muckenfuß H., 1995).

5 Klassifikation von Experimenten im Unterricht

Experimente im naturwissenschaftlichen Unterricht können in eine Vielzahl unterschiedlichster Formen eingeteilt werden, welche jeweils verschiedene Aspekte berücksichtigen (Kircher E. et al., 2000). So wird in der Folge lediglich eine grobe Einteilung getroffen, um einen kleinen Überblick zu verschaffen (siehe Abb. 5).

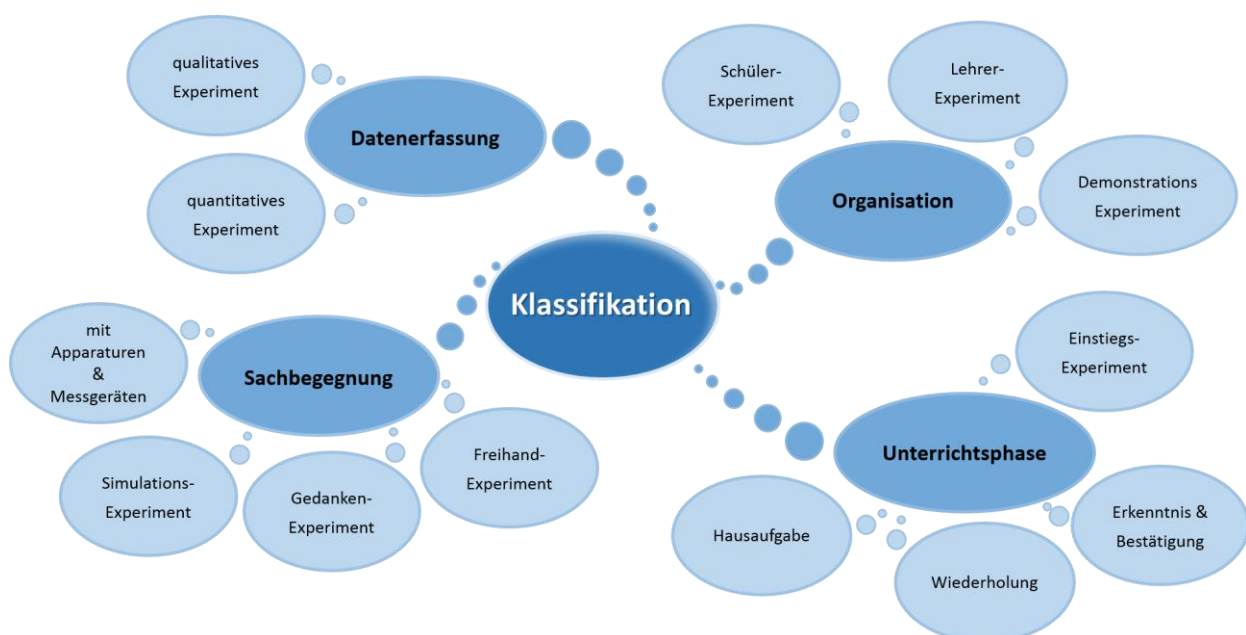


Abbildung 5 – Klassifikation von Experimenten im Unterricht.

Wie in Abbildung 5 ersichtlich ist, lässt sich das Experiment im Unterricht grob in vier Kategorien einteilen. Hierbei erfolgt eine Unterscheidung nach der Organisationsform, der Art der Datenerfassung, den Phasen des Unterrichts und der Art der Sachbegegnung beziehungsweise dem Geräteaufwand.

Art der Organisation

Bezüglich der Organisation wird gemeinhin lediglich zwischen Schüler- und Demonstrationsexperiment unterschieden, da letzteres meist von der Lehrperson selbst durchgeführt wird. Ein Demonstrationsexperiment kann und sollte jedoch nicht nur von der Lehrperson, sondern auch von den SchülerInnen durchgeführt werden, wenn hierfür keine Sicherheitsrisiken existieren.

Art der Datenerfassung

In der Kategorie der Art der Datenerfassung steckt die Unterscheidung zwischen der qualitativen Datenerfassung, welche meist auf eine unmittelbare Erfassung durch die Sinne ausgerichtet ist, und der quantitativen Datenerfassung, welche meist eine Dokumentation, Datenverarbeitung sowie Analyse inkludiert und somit dem Bestätigen beziehungsweise der Feststellung des Gültigkeitsbereichs einer Theorie dient (Kircher E. et al., 2000).

Art der Unterrichtsphase

Um als Lehrkraft das Experiment korrekt in verschiedenen Phasen des Unterrichts einzubinden, gilt es, das Vorwissen der SchülerInnen und die Vorarbeit zu berücksichtigen. So können Experimente zum Einstieg in ein Thema verwendet werden, mit dem Ziel, die SchülerInnen zu motivieren und mittels eines kognitiven Konflikts Denkanstöße zu geben. Hierbei werden lediglich Grundwissen und eine gute Beobachtungsgabe vorausgesetzt. Dagegen dienen Erkenntnis- und Bestätigungsversuche dazu, Zusammenhänge zu erarbeiten und somit einer induktiven Erkenntnisgewinnung, was zur Bestätigung beziehungsweise Feststellung des Gültigkeitsbereichs einer Theorie führt (UR, 2011). Diese Kategorie lässt sich in weitaus mehr aufteilen als in Abbildung 5 zu sehen ist, wie beispielsweise in Experimente zur Vertiefung oder auch zur Verständniskontrolle und viele mehr (Kircher E. et al., 2000).

Art der Sachbegegnung

Die Unterscheidung nach der Art der Sachbegegnung inkludiert den Geräteaufwand, welcher für die Durchführung eines Experiments notwendig ist, und berücksichtigt somit, ob ein

naturwissenschaftliches Phänomen mit einfachen Mitteln zu beobachten ist oder bestimmte Gerätschaften dafür notwendig sind. So zeichnet sich ein Freihandexperiment dadurch aus, dass verblüffende Phänomene wie Effekte ohne großen apparativen Aufwand raffiniert und einprägsam erfahrbar gemacht werden können. Dahingegen gibt es natürlich auch Effekte, welche nicht direkt mit den Sinnen erfassbar sind und somit nur durch Experimente mit Apparaturen und Messgeräten veranschaulicht werden können (Kircher E. et al., 2000). Hierbei können historische Originalexperimente, wie die Messung der Lichtgeschwindigkeit nach Foucault, durchgeführt werden oder auch einfache Experimente, wie die Zerlegung des weißen Lichts mit Hilfe eines Prismas (UR, 2011). Modellversuche sollen mittels einer Analogie helfen, Sachverhalte zu veranschaulichen, was möglicherweise anderweitig nicht ausführbar beziehungsweise zu aufwendig wäre. So kann eine Wellenmaschine als Modell für die elastisch gekoppelten Oszillatoren dienen und der radioaktive Zerfall ansatzweise mittels Bierschaum demonstriert werden (UR, 2011).

Einen Abstraktionsgrad höher als der Modellversuch liegt das Gedankenexperiment. Denn hier stellt man sich die Frage "Was wäre, wenn ...?" und ermöglicht es einem somit Phänomene in einer Art und Weise zu betrachten, welche in einem realen Experiment nicht zu verwirklichen wären. Ein historisch bedeutendes Beispiel hierfür liefert Galilei's Widerspruchsbeweis, der besagt, dass der Bewegungsablauf beim freien Fall für alle Körper gleich sein muss. In Simulationsversuchen kommt es zur Nachbildung wesentlicher Teile eines physikalischen Systems im Rahmen eines Modells, wodurch relevante (physikalische) Prinzipien leichter zugänglich werden. Auch hier, bei der Unterscheidung nach der Art der Sachbegegnung, könnte man natürlich noch mehr Kategorien einführen, wie die Ausführungsform und weitere (Kircher E. et al., 2000).

Diese Klassifikation von Experimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht ist nur eine grobe Einteilung, um einen Überblick zu verschaffen. Hierbei gilt es jedoch vor allem zu beachten, dass die einzelnen Kategorien, wie deren Untereinheiten, nicht nur separat betrachtet werden dürfen, sondern natürlich miteinander verbunden sind. So kann ein quantitatives Experiment sehr wohl ein Freihandexperiment oder auch ein Simulationsexperiment sein, welches entweder von der Lehrperson oder den SchülerInnen selbst durchgeführt wird und so-

wohl dem Einstieg als auch der Wiederholung dienen kann.

6 Arten des Experimentierens im Unterricht

Zu den gängigsten Arten des Experimentierens im naturwissenschaftlichen Unterricht zählen das Lehrereperiment beziehungsweise Demonstrationsexperiment, das Schülerexperiment sowie seit geraumer Zeit das Freihandexperiment. In der Folge werden diese drei Experimentierarten näher betrachtet und deren Profile sowie Vor- wie Nachteile aufgezeigt.

Unabhängig davon, um welche Art des Experimentierens es sich handelt, gilt es als Lehrkraft immer darauf zu achten, dass sich dieses Experiment organisatorisch gut in den Ablauf des Unterrichts integriert und sowohl Anordnung als auch Durchführung des Experiments der Aufnahmefähigkeit der Schüler angepasst sind. Jegliches im Unterricht durchgeführte Experiment sollte nicht einfach einen Selbstzweck erfüllen, sprich einen Schauloeffekt darstellen, sondern den Erkenntnisgewinn fördern (Duit R. et al., 1981). Sicherheit ist oberstes Gebot beim Experimentieren, so sollte die Lehrperson bei Schülerexperimenten die SchülerInnen wiederholt auf mögliche Gefahrenquellen (heißes Wasser, Strom, Glas, etc.) hinweisen und natürlich bei der Demonstration selbst dementsprechend achtsam handeln und auch hier den SchülerInnen die Gefahren aufzeigen.

Lehrereperiment

Das Lehrereperiment beziehungsweise Demonstrationsexperiment wird häufig dann eingesetzt, wenn es aus Mangel an Zeit oder aufgrund der Ausstattung nicht möglich ist, das Experiment im Klassenverband durchzuführen. Ebenso trifft dies zu, wenn es sich um eine gefährliche Durchführung oder sehr kostspieliges Material handelt. Demonstrationsexperimente beschränken sich jedoch nicht nur auf Experimente, welche von der Lehrkraft durchgeführt werden, sondern umfassen auch Filmvorführungen zur Veranschaulichung von Experimenten.

Als Lehrperson sollte man beim Demonstrieren eines Experiments immer im Hinterkopf behalten, dass für die SchülerInnen die meisten Aufbauten zunächst unübersichtlich und verwirrend sind und man selbst schon allein durch die Vorbereitung des Experiments einen ungeheuren Vorsprung ihnen gegenüber besitzt. So ist es unerlässlich die einzelnen Komponenten und deren Zusammenwirken ausführlich zu erklären und gegebenenfalls auch ein Tafelbild anzufertigen, in welchem bei sehr komplexen Auf-

bauten unwesentliche Komponenten entweder vereinfacht durch Symbole dargestellt oder überhaupt weggelassen werden. Wenn möglich sollte der Versuchsaufbau während der Stunde durchgeführt werden, um den SchülerInnen die Chance zu geben leichter mitdenken und möglicherweise mitarbeiten zu können (Duit R. et al., 1981). Beim Versuchsaufbau sollte ebenfalls die sogenannte Leserichtung für das Auditorium eingehalten werden, sprich der Geräteaufbau oder die Entstehung des Effektes sollte von links nach rechts (aus Sicht des Auditoriums) erfolgen.

Ein Demonstrationsexperiment sollte vor allem niemals zur Selbstdarstellung der Lehrkraft missbraucht werden.

Verschiedene Untersuchungen zur Wirksamkeit von Demonstrationsexperimenten zeigen, dass hohe kognitive Lernzuwächse vermerkt werden können, welche meist höher sind als bei Schülerversuchen (Rieß W. et al., 2012).

Schülerexperiment

Beim Schülerexperiment nehmen die SchülerInnen die Rolle des Experimentators ein, wobei dies als Einzelperson oder in der Gruppe geschehen kann (Rieß W. et al., 2012). Hierbei wird aufgrund des Material- und Zeitaufwandes sowie einigen anderen Vorteilen die Gruppenarbeit bevorzugt. Die Befriedigung des Forscherdranges sowie des Dranges nach Eigentätigkeit der SchülerInnen und die Möglichkeit eines abwechslungsreichen Unterrichts sind nur einige der Vorteile, welche das Schülerexperiment bietet. Durch den Erfolg bei Eigentätigkeit kommt es zu einer Verbesserung des Selbstkonzepts und folglich zu einer gesteigerten Motivation. Weitere Vorteile sind das bessere Kennenlernen der Versuchsgeräte durch den direkten Kontakt und eine meist genauere Beobachtung von Einzelheiten. Vor allem gelingt durch das Schülerexperiment die Förderung von Fertigkeiten wie manueller Geschicklichkeit sowie der Realisierung sozialer Lernziele durch das kooperative Arbeiten in der Gruppe (Kircher E. et al., 2000).

Der Einsatz von problemorientierten Schülerexperimenten führt jedoch nicht automatisch zu einem verbesserten begrifflichen Verständnis physikalischer Inhalte (Hopf M., 2007). So gilt es seitens der Lehrkraft vor allem auf eine adäquate Zielsetzung zu achten, denn nur so kann das Schülerexperiment auch wirklich lernförderlich sein (Wirth J. et al., 2008).

Des Weiteren sollte berücksichtigt werden, dass den SchülerInnen einerseits genügend Hinweise

in der Anleitung gegeben werden, damit die Aufgabe bewältigt werden kann und andererseits auch ein gewisser Freiraum gewährt wird, damit diese das Experiment nicht nur rezeptartig abarbeiten (Rieß W. et al., 2012). Dies hängt natürlich auch von der Altersstufe sowie dem Leistungsniveau der SchülerInnen ab (Kircher E. et al., 2000).

Ebenfalls gilt es als Lehrperson zwischen arbeitsgleichen und arbeitsteiligen Schülerexperimenten zu unterscheiden und sich in der Vorbereitung darüber Gedanken zu machen. Während bei arbeitsgleichen Schülerexperimenten alle Gruppen von SchülerInnen den gleichen Versuch durchführen, bearbeitet bei arbeitsteiligen Schülerversuchen jede Gruppe einen anderen Versuch beziehungsweise einen anderen Teilaspekt, wie beispielsweise die Kennlinie verschiedener Bauteile (UR, 2011).

In der Planung von Schülerexperimenten gilt es immer zu beachten, dass der Material- beziehungsweise Geräteaufwand höher und somit nicht immer realisierbar ist. Ebenfalls sollte der Aufwand solcher Experimente niemals unterschätzt werden. Dies betrifft nicht nur den Aufwand bezüglich der Unterrichtszeit für die Durchführung, Nachbereitung und Nachbesprechung, sondern auch den Arbeitsaufwand für die Vorbereitung sowie die Betreuung während des Unterrichts (Kircher E. et al., 2000).

Es lässt sich somit keine pauschale Aussage treffen, ob nun ein Schüler- oder Lehrerexperiment zu bevorzugen ist. Dies hängt von unzähligen Faktoren ab und so gilt es je nach Situation und vor allem zu erreichenden Lernziel abzuwägen, welche Form des Experiments zu bevorzugen ist.

Freihandexperiment

Eine Art des Experiments im naturwissenschaftlichen Unterricht, welche sowohl als Demonstration als auch hervorragend als Schülerexperiment eingesetzt werden kann, ist das Freihandexperiment. Dieses zeichnet sich dadurch aus, dass durch die bloße Verwendung von simplen Alltagsgegenständen und Materialien (wie Getränkedosen, Flaschen, Papier, Kerzen, etc.) naturwissenschaftliche Phänomene leicht demonstriert werden können. Im Weiteren handelt es sich dabei meist um ein einfaches und übersichtliches Experiment, welches problemlos durchgeführt werden kann und nicht viel

Zeit in Anspruch nimmt. Dadurch eignen sich Freihandexperimente nicht nur sehr gut zur Motivation der SchülerInnen, sondern rufen auch eine besonders affektive Wirkung (Stauen, Verwunderung, Zweifel, etc.) hervor, was zur Erzeugung eines kognitiven Konflikts und somit auch als Hinführung auf einen neuen Inhalt benutzt werden kann (Berthold C. & Hilscher H., 2006).

Durch den Einsatz von Alltagsmaterialien wird vor allem ein Bezug zur Lebenswelt der SchülerInnen hergestellt und somit auch ein Anknüpfen an individuelle Erfahrungen ermöglicht. So wird möglicherweise auch ein Impuls für eine Fortführung des Experiments im Alltag in den SchülerInnen gesetzt und dadurch eigenständiges Lernen gefördert (Rieß W. et al., 2012).

7 Ratschläge für die Unterrichtspraxis

Kircher E. et al. (2000) führen einige wichtige Gesichtspunkte aus pädagogischer, psychologischer sowie didaktischer Sicht an, welche es als Lehrperson bei der Planung und Durchführung von Experimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht zu berücksichtigen gilt (siehe Abb. 6).

Um ein effektives Lernen erzielen zu können, sollte man als Lehrkraft aus lernpsychologischer Sicht beachten, inwieweit eine Verknüpfung der Versuchsinhalte mit den bereits vorhandenen Konzepten der SchülerInnen hergestellt werden kann und wie sich dies unterstützen lässt. Des Weiteren sollte man darauf achten, dass die gewählten Darstellungen und Symbole präzise und eindeutig verständlich für die SchülerInnen sind und ob diese wichtige Teilschritte und Zusammenhänge im Versuchsablauf erkennen, um daraus später die Zusammenhänge erschließen zu können.

Um den SchülerInnen Beobachtungsaufgaben zu erleichtern und für eine klare Struktur des Experimentalaufbaus zu sorgen, damit die Konzentration auf das Wesentliche gelenkt wird, sollte laut Wahrnehmungspsychologie ein strukturierter Versuchsaufbau, eine gute Sichtbarkeit, eine Beschränkung auf das Wesentliche, eine Akzentuierung der wichtigsten Komponenten, Prägnanz, ein gegliederter Ablauf sowie ein Angebot an Orientierungshilfen und verschiedenen Darstellungen beachtet werden (siehe Abb. 6).

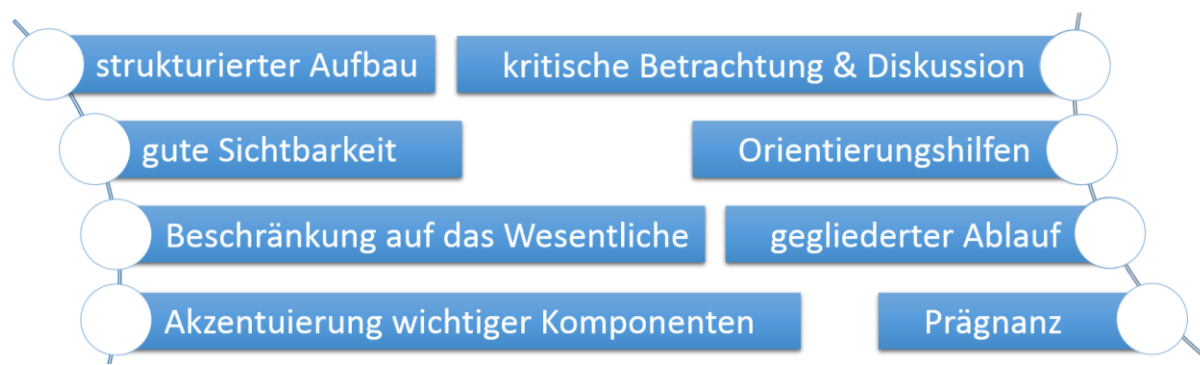


Abbildung 6 – Ratschläge für die Unterrichtspraxis.

Strukturierter Versuchsaufbau

Um einen strukturierten Versuchsaufbau zu gewährleisten, sollten funktionelle Teilsysteme räumlich gegliedert beziehungsweise zusammengefasst sein. Schlauch- und Kabelverbindungen sollten hierfür so kurz und übersichtlich wie möglich gehalten werden und etwaige Versorgungs- oder Zusatzgeräte in den Hintergrund gerückt werden.

Gute Sichtbarkeit

Für eine gute Sichtbarkeit sollten die Anzeigeskalen der Messinstrumente vor allem für das Demonstrationsexperiment groß und gut lesbar sein. Ebenfalls sollte die Aufstellung der Geräte so gewählt sein, dass die wichtigsten Bedienelemente für die SchülerInnen gut sichtbar sind beziehungsweise kleine Aufbauten mittels Schatten- oder Videoprojektoren vergrößert werden.

Beschränkung auf das Wesentliche

Um eine Beschränkung auf das Wesentliche zu erzielen, sollten (physikalische) Nebeneffekte, soweit möglich und sinnvoll, ausgeblendet und immer nur ein Experiment in den Blickpunkt gerückt werden, somit sollten mögliche weitere Experimente der Unterrichtsstunde abgedeckt beziehungsweise noch nicht sichtbar sein.

Akzentuierung wichtiger Komponenten

Das eigentliche Versuchsobjekt sollte zentral angeordnet und die wichtigsten Geräte möglicherweise deutlich beschriftet werden, um für eine Akzentuierung wichtiger Komponenten zu sorgen.

Prägnanz

Der Grad an Prägnanz wird durch oberflächliche Wahrnehmungsfaktoren, wie Nähe, äußere Ähnlichkeit, Geschlossenheit und Symmetrie bestimmt.

Gegliedertes Ablauf

Für einen gegliederten Ablauf sorgt, wenn möglich, die Nachbildung von zeitlich gegliederten Prozessen durch räumliche Sequenzen, beispielsweise von links nach rechts, sowie das mehrmalige Zeigen von schnellen und komplexen Abläufen, jeweils unter verschiedenen Gesichtspunkten.

Orientierungshilfen

Letztlich gilt es auch darauf zu achten Orientierungshilfen anzubieten. So können mittels eines Tafelbildes wesentliche Komponenten hervorgehoben werden.

Da in neuen Handlungsfeldern die Tendenz, erst einmal vorgezeigte Arbeitsweisen zu übernehmen, prinzipiell hoch ist, sollte sich die Lehrkraft aus pädagogischer Sicht seiner Vorbildwirkung voll bewusst sein und sich dementsprechend verhalten. Dies bedeutet vor allem auf Sicherheit hinzuweisen und dies selbst tadellos einzuhalten sowie eine präzise Arbeitsweise an den Tag zu legen. Ebenfalls sollte eine korrekte Fachsprache bei der Versuchsbeschreibung verwendet werden.

Um die Motivation der SchülerInnen zu steigern, sollte man als Lehrperson aus motivationspsychologischer Sicht darauf achten, diese immer (nicht nur bei Experimenten) aktiv teilnehmen zu lassen, sei es anhand von Denkprozessen oder durch Handlungen. So sollten SchülerInnen die Chance erhalten beispielsweise Prognosen über den Verlauf des Experiments abzugeben, um den individuellen Bezug dazu zu verstärken, oder, wenn möglich, bei Demonstrationsexperimenten geeignete aktive Aufgaben zugeteilt bekommen, damit ihnen letztlich immer die Möglichkeit von Erfolgserlebnissen gegeben wird. Damit der Ablauf interessant und spannend bleibt, sollte die Lehrkraft darauf achten, keine beobachtbaren Effekte vorwegzunehmen. Vor allem sollten Inhalte mit Bezug zur Alltagswelt der SchülerInnen gewählt werden.

Um den SchülerInnen naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen deutlich zu machen, sollten Experimente im Unterricht nicht nur durchgeführt, sondern auch kritisch betrachtet und diskutiert werden. So sollte den SchülerInnen auch aufgezeigt werden, dass Schulexperimente keinesfalls als Modelle für die aktuelle Forschungsmethodik in den Naturwissenschaften zu betrachten sind.

8 Literatur

- Berthold, C. & Hilscher, H. (2006). Physikalische Freihandexperimente. Köln: Aulis Verlag.
- Duit, R., Häußler, P. & Kircher, R. (1981). Unterricht Physik. Köln: Aulis Verlag.
- Girwidz, R. (1993). Die Stromzange, eine neue experimentelle Unterrichtshilfe. In W. Schneider (Hrsg.), Wege in der Physikdidaktik Bd. 3. Erlangen: Palm & Enke Verlag. 313-322.
- Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education* 22, 85-142.
- Hopf, M. (2007). Problemorientierte Schülerexperimente. Berlin: Logos Verlag.
- Kircher, E., Girwidz, R. & Häußler, P. (2000). Physikdidaktik. Braunschweig: Vieweg Verlag.
- Klein, W. (1998). Unterhaltsames und Spektakuläres – Demonstrationsexperimente. *Physik in unserer Zeit*, Jg. 29. (2), 84-87.
- Muckenfuß, H. & Walz, A. (1992). Neue Wege im Elektriunterricht. Köln: Aulis.
- Muckenfuß, H. (1995). Lernen im sinnstiftenden Kontext: Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts. Cornelsen Verlag.
- Rieß, W., Wirtz, M., Barzel, B. & Schulz, A. (2012). Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht: Schüler lernen wissenschaftlich denken und arbeiten. Münster: Waxmann Verlag.
- Tesch, M. & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*; Jg. 10, 51-69.
- UR (2011). Universität Regensburg, Fakultät für Physik, Arbeitsgruppe Didaktik der Physik. Aktualisierungsdatum: 06.05.2011. http://www.uni-regensburg.de/physik/didaktik-phy-sik/medien/VeranstMat/PrfgVorb-UEP/exp_im_phunt_-_info_-_neu_-_jr.pdf (10.10.2014).
- Welzel, M., Haller, K., Bandiera, M., Hammelev, D., Koumaras, P., Niedderer, H., Paulsen, A., Robinault, K. & von Aufschnaiter, S. (1998). Ziele, die Lehrende mit dem Experimentieren in der naturwissenschaftlichen Ausbildung verbinden – Ergebnisse einer europäischen Umfrage. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 4, 29-44.
- Wilke, H.-J. (1987). Historisch-physikalische Versuche. Reihe: Physikalische Schulversuche. Köln: Aulis Verlag.
- Wirth, J., Thillmann, H., Künstig, J., Fischer, H.E. & Leutner, D. (2008). Das Schülerexperiment im naturwissenschaftlichen Unterricht. Bedingungen der Lernförderlichkeit einer verbreiteten Lehrmethode aus instruktionspsychologischer Sicht. *Zeitschrift für Pädagogik* 54 (3), 361-375.