

Replikation als Unterrichtsmethode

Claudia Haagen-Schützenhöfer, Martin Hopf

* claudia.haagen-schuetzenhofer@univie.ac.at, martin.hopf@univie.ac.at

Kurzfassung

Schülerexperimente gelten nach wie vor als eine bedeutende Zutat für guten, erfolgreichen Physikunterricht. Empirische Untersuchungen können diese in der Unterrichtspraxis häufig anzutreffende Generalisierung jedoch nicht uneingeschränkt untermauern. Die von Lehrkräften intendierten fachlichen Lernfortschritte stellen sich oft nicht oder nur eingeschränkt ein.

Der Beitrag berichtet über ein Unterrichtskonzept, in dem ein alternativer Schwerpunkt bei der Durchführung von Schülerexperimenten gesetzt wurde. Der Themenkomplex ‚Nature of Science‘, im Speziellen der experimentelle Erkenntnisgewinn als Kernbereich naturwissenschaftlicher Arbeitsweise, stand im Mittelpunkt der Vermittlungsintention.

Dieser Zugang wurde exemplarisch am Beispiel des Themas Federpendel umgesetzt. Dabei bildeten die von Schülerinnen und Schülern selbst im Rahmen von konventionellen Schülerexperimenten verfassten Protokolle den Ausgangspunkt für die erneute Durchführung derselben Experimente. Durch das gewählte Unterrichtsdesign werden Schülerinnen und Schülern zu reflexiven Prozessen über die Funktion von Experimenten sowohl auf Unterrichtsebene als auch auf Ebene wissenschaftlicher Forschung angeregt. Der Fokus liegt dabei auf der Bedeutung von Dokumentation und Kommunikation wissenschaftlicher Erkenntnisse sowie auf dem Prozess der Validierung dieser durch Replikation.

1. Der Beitrag von Schülerexperimenten zum Physiklernen

Die Bedeutung des Schülerexperiments als integraler Bestandteil guten und erfolgreichen Physikunterrichts wird vielerorts proklamiert, sei es in Schulbüchern, den Curricula, der Lehrerbildung oder in der Unterrichtspraxis selbst. Die Zielsetzungen, die durch den Einsatz von Experimenten verfolgt werden sind vielschichtig. Lunetta [1, vgl. S. 395] listet die bedeutendsten naturwissenschaftlichen, mit Schülerexperimenten verbundenen Bildungsziele wie folgt auf:

- Steigerung von Konzeptwissen und dessen Anwendung
- Entwicklung experimenteller bzw. praktischer Fertigkeiten
- Schulung von Problemlösefähigkeiten
- Einführung in eine wissenschaftliche Denkweise bzw. in wissenschaftliche Arbeitsweisen
- Steigerung von Interesse und Motivation

Forschungsergebnisse zeichnen von der Wirksamkeit jedoch ein komplementäres Bild, wonach der Einsatz von Schülerexperimenten nicht grundsätzlich sinnstiftendes Lernen impliziert. Dieser Problemstellung sind eine Vielzahl an Untersuchungen als auch an Übersichtsartikel [vgl. 1, 2, 3] gewidmet, die allerdings zu keinem übereinstimmenden Ergebnis kommen. Existieren Belege dafür, dass Schülerexperimente anderen Unterrichtsformen in der Vermittlung von fachlichem Wissen [vgl. 4] und praktischen Fertigkeiten [vgl. 4, 5] überlegen sind, so gibt es gleichzeitig eine Reihe von Untersuchungen, die zu gegenteiligen Ergebnissen kommen [vgl. 6, 7, 8, 9]. Ähnliches gilt für den Einfluss

auf Schülereinstellungen, wozu sich bei Bates [6], Hofstein und Lunetta [7], Shymansky und anderen [4] ein positiver Zusammenhang findet, während andere Quellen [vgl. 9, 10, 11] keinen oder gar negativen Einfluss attestieren. Selbst die Vermittlung wissenschaftlicher Arbeits- bzw. Denkweisen durch Schülerexperimente wird nicht grundsätzlich als erfolversprechend bewertet [vgl. 10, 11, 12].

2. Die gegenwärtige Praxis von Schülerexperimenten

Diese Heterogenität der Forschungslage ist vorwiegend durch die große Vielfalt an Umsetzungsmöglichkeiten experimenteller Schüleraktivitäten begründet. Allerdings herrscht in der Literatur Einigkeit darüber, dass die in der Praxis gegenwertig weit verbreitete Form von Schülerexperimenten ein Hauptgrund für die Divergenz zwischen Zielformulierungen und tatsächlich empirisch belegtem Lernerfolg darstellt. Die Charakteristika dieser in der Unterrichtspraxis überwiegend vorhandenen Form der Umsetzung von Schülerexperimenten sollen im Folgenden dargestellt werden:

Schülerexperimente werden hauptsächlich zur Verifikation bzw. Illustration bereits bekannter fachlicher Gesetzmäßigkeiten eingesetzt. Hier wird in einem oft engen Zeitkorsett Schülerinnen und Schülern die Umsetzung von Experimenten aufgebürdet, die rasch und effizienter mit einem Demonstrationsversuch zu bewerkstelligen wäre [vgl. 3].

Damit in Zusammenhang steht auch, dass traditionell strukturierte Schülerexperimente meist von einem starren routinehaften Ablaufschema gekennzeichnet sind. Die Lernenden erhalten eine fachliche Zielsetzung, meist auch schon eine diesbezüg-

lich grundlegende Hypothese, einzelne Ablaufschritte für die Durchführung des Experiments, Beobachtungsanweisungen bzw. zu bestimmende Messdaten, wie auch Leitfragen, die zu *der* Schlussfolgerung führen sollen [3, vgl. S. 657]. Damit wird den Schülerinnen und Schülern ein quasi garantierter Handlungserfolg für ihr Experiment mitgeliefert. Das Prinzip „manipulating equipment but not manipulating ideas“ [1, S. 403], steht im Vordergrund; dem Hantieren mit Experimentiermaterialien wird mehr Gewicht verliehen als der Auseinandersetzung mit Konzepten.

Dementsprechend sind Aufgabenformate bzw. Experimentieranweisungen meist eng gefasst und enthalten Schritt-für-Schritt Anleitungen:

„Years of effort have produced foolproof ‚experiments‘, where the right answer is certain to emerge for everyone in the class if the laboratory instructions are followed. Science is presented as body of information which is (and can be) verified and certain“, [13, S. 278].

Wesentlich Aspekte, die über die Beobachtung des Phänomens hinausgehen und entscheidend zum prozeduralen und fachlichen Verständnis beitragen können, werden jedoch damit hinten angestellt. „Science education research [shows] that following the instructions, getting the right answer, or manipulating equipment and measuring [a]re the principal purpose for a school science laboratory. However, they [fail] to perceive the conceptual and procedural understandings that were the teachers' intended goals for the laboratory activities. The students often [fail] to understand the relationship between the purpose of the investigation and the design of the experiment“, [1, S. 403].

3. Identifizierte Problembereiche

Die hier kurz skizzierte weitverbreitete Unterrichtspraxis steht jedoch in krassem Gegensatz zu den eingangs aufgeführten Zielvorstellungen, die Lehrkräfte durch den Einsatz von Schülerexperimenten zu erzielen beabsichtigen. Faktoren, die die Umsetzung der Zielvorgaben in entsprechende Schülerleistungen negativ beeinflussen, können zwei Bereichen zugeordnet werden.

Einerseits ist eine unzureichende Kommunikation der fachlichen Lernziele und pädagogischen Intentionen des Experimentierens anzuführen, wie auch eine geringe kognitive Beteiligung der Lernenden. Von Schülerinnen und Schülern in konventionellen Unterrichtsszenarien wird der Zweck von Schülerexperimenten häufig charakterisiert als „either following the instructions or getting the right answer [...] [or] manipulating equipment and measuring“, [2, S. 38]. Im Gegensatz dazu sind die Erwartungen auf Seite der Lehrenden meist auf inhaltliche und prozedurale Aspekte fokussiert; hier sollen Schülerexperimente folgende Funktionen erfüllen „promote the development of students' scientific knowledge, problem solving-abilities and habits of mind [...]“, [1, S. 402] und weiter „students will

learn (and believe) particular scientific `fact`“, [3, S.658].

Ursachen für die häufig unzureichende kognitive Beteiligung der Lernenden rühren aus unterschiedlichen Quellen. Neben der bereits erwähnten fehlenden Klarheit der Lernziele lässt sich ein weiteres Defizit im Fehlen eines konzeptuellen Rahmens verorten, der es den Lernenden erlauben sollte, Beobachtungen aus Experimenten in angemessener Weise zu interpretieren. Das Fehlen eines derartigen konzeptuellen Rahmens liegt in der Mehrzahl der Fälle daran, dass eine fachliche Wissensbasis grundsätzlich fehlt, oder dass von Lehrenden keine explizierte Verbindung zwischen bereits Gelerntem und dem Experiment hergestellt wurde.

Ein weiterer Problembereich verbunden mit der Nachhaltigkeit von Schülerexperimenten bezieht sich auf reflexive Phasen, die in den wenigsten traditionellen Szenarien Raum bzw. Zeit finden. Lunetta beschreibt die Situation diesbezüglich als „in general, science teachers fail to create an environment that encourage[s] students to make sense about their laboratory experience, to reflect on their own thinking and to explore new connections that eventually led to the desired conceptual understanding“, [1, S. 400]. Die Gefahr, die mit der Absenz derartiger reflexiver Phasen verbunden ist, besteht darin, dass fachlich inadäquates Vorwissen die Beobachtung selbst sowie in Folge auch die Interpretation dieser und die Schlüsse, die daraus gezogen werden, negativ beeinflussen kann [vgl. 13].

Ein weiterer Punkt der für eine angemessene kognitive Beteiligung der Lernenden an Schülerexperimenten hinderlich ist, ist die teilweise hohe Komplexität der Aufgaben. Die Kombination aus komplexen Aufbauten und der Überfrachtung der Experimente mit Gerätschaften und Messinstrumenten „cognitively overloads students“, (vgl. Johnstone & Wham 1982 [zit. n. 3, S. 656]).

4. Das Unterrichtskonzept ‚Replikation‘

Im Folgenden soll auf Basis der oben erläuterten Ausführung die Konzeption des Unterrichtsmoduls ‚Replikation‘ erläutert und dessen Umsetzung besprochen werden. Die Vermittlungsintention des vorliegenden Unterrichtskonzepts bezieht sich auf den Themenbereich ‚Nature of Science‘ und hier im Konkreten auf den experimentellen Erkenntnisgewinn als Kernbereich naturwissenschaftlicher Arbeitsweise. Für eine derartige Schwerpunktsetzung bei Schülerexperimenten waren vorwiegend zwei Faktoren ausschlaggebend. Einerseits legt die oben ausgeführte Sachlage, dass konventionelle Schülerexperimente als wenig erfolgreich im Bereich der Wissensvermittlung zu bewerten sind, eine alternative Schwerpunktsetzung nahe. Andererseits wird das Verhältnis von Experiment und Erkenntnisgewinn in der Wissenschaft selten thematisiert und auf die Unterrichtsebene umgelegt. „Tobin and Gallagher (1987) found that science teachers rarely, if ever, exhibit behavior that encourages students to

think about the nature of scientific inquiry and the meaning and purposes for their particular investigation during laboratory activities“; [2, S. 39].

5. Schülerexperimente im Kontext ‚Nature of Science‘

Grundsätzlich scheint die Strategie, an (Schüler)experimente anzuknüpfen, um einen Bezug zur Thematik der ‚Nature of Science‘ herzustellen naheliegend. Dabei wird häufig auf Parallelen zwischen dem Einsatz von Experimenten zum Erkenntnisgewinn im Wissenschaftsbetrieb und der Verwendung von Schülerexperimenten zum Wissenserwerb auf der Unterrichtsebene aufgebaut. Hier wird allerdings zu kurz gegriffen, wenn ein unreflektierter Transfer dieser wissenschaftlichen Methoden auf den Schulunterricht stattfindet. „They confuse *doing science* with *learning science* and *learning about science*“, [13, S. 275]. Beim Versuch, Schülerexperimente zu instrumentalisieren um Schülerinnen und Schülern ein valides Bild von wissenschaftlichem Erkenntnisgewinn zu vermitteln, treten Bruchstellen auf, die nähere Betrachtung erfordern.

Als Hauptargument für Schülerexperimente als probates Mittel zur Vermittlung wissenschaftlicher Arbeitsweisen gilt, dass im Schülerexperiment diese quasi imitiert und dadurch den Lernenden zugänglich gemacht werden. Dabei wird jedoch außer Acht gelassen, dass Experimente im Schulkontext naturwissenschaftliche Arbeitsweisen nur unvollständig widerspiegeln, denn die Rahmenbedingungen, in denen Experimente auf Forschungs- und Schulebene vollzogen werden, unterscheiden sich nicht unwesentlich; oder wie Tamir (1991) formuliert, „little of what the student does is what

the research scientist does“, [14, S. 16]. Dabei muss bedacht werden, dass der Zugang zu wissenschaftlicher Erkenntnis nicht durch bloße Beobachtung erfolgt, denn die Wahrnehmung ist im Allgemeinen durch vorhandenes Wissen und Erfahrungen beeinflusst. „Thus, observation is not a matter of passively receiving information about the world. People will see different things according to their expectations, and the theoretical frameworks they hold“, [3, S. 658]. In diesem Punkt sind folglich klare Unterschiede zwischen Schülerinnen und Schülern und Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern festzuhalten.

Eine solide fachliche Wissensbasis mit tragfesten fachlichen Konzepten ist jedoch nicht nur für den Wahrnehmungsprozess, sondern im Weiteren auch für die Interpretation der Beobachtungen von großer Bedeutung. Diese Anforderung ist aus Sicht der Schülerinnen und Schüler ebenfalls nur schwer nachvollziehbar. „Students, however, do not possess the theoretical sophistication nor the wealth of experience of the researcher. [...] Discovery, thus, presupposes a prior conceptual framework“, [13, S. 276f].

6. Zielsetzungen für das Unterrichtskonzept ‚Replikation‘

Das Hauptziel bestand darin ein Unterrichtsszenario zu entwerfen, das Einblick in die Mechanismen gewährt, wie Fachwissen entsteht und in der zugehörigen Scientific Community etabliert wird. Der Schwerpunkt sollte dabei auf die Aspekte Dokumentation, Kommunikation und Replikation von Experimenten gelegt werden. Hier sollten durch gezielte Reflexionsphasen Parallelen zwischen Forschungs- und Unterrichtsebene gezogen werden.

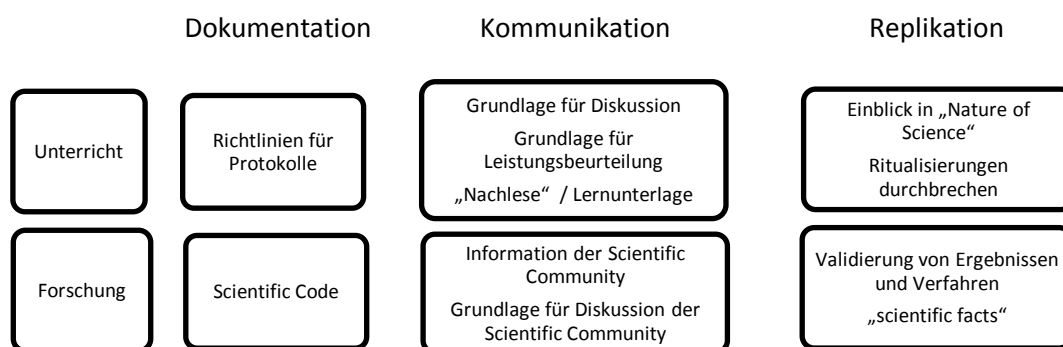


Abb. 1: Parallelen zwischen Unterricht und Forschung

Abb. 1 skizziert die drei Dimensionen, auf denen der Fokus lag und zwischen denen Bezüge auf Forschungs- und Unterrichtsebene hergestellt werden sollten. So bestehen beispielsweise im Bereich der Dokumentation formale Regeln im Schulbetrieb, also Richtlinien für das Verfassen von Protokollen, die ein Äquivalent in dem ‚Scientific Code‘

einer Scientific Community, also den normativ festgelegten formalen Bedingungen für eine gute wissenschaftliche Praxis, finden. Die Bedeutung der Kommunikation auf der Unterrichtsebene, als Informationsaustausch innerhalb der Klasse und zwischen Lernenden und Lehrenden findet ihr Gegenüber im Wissenschaftsbetrieb, wo Forschungs-

ergebnisse in die Scientific Community getragen und dort zur Diskussion gestellt werden. Replikation als Methode zur Qualitätssicherung von Experimenten bzw. als Validierung von Untersuchungsergebnissen und die damit verbundene Weiterentwicklung wissenschaftlicher Theorien, findet im Gegensatz zu den beiden anderen ausgewählten Schwerpunkten üblicherweise kein Gegenüber im Unterricht. Hier sollte das Unterrichtskonzept ‚Replikation‘, das auf der Wiederholung von Schülerexperimenten auf Basis von Schülerprotokollen beruht, dazu beitragen, Reflexionsansätze zu liefern und einen Schritt weg von den in der Unterrichtspraxis häufig ritualisierten Handlungsmustern bei Schülerexperimenten zu initiieren.

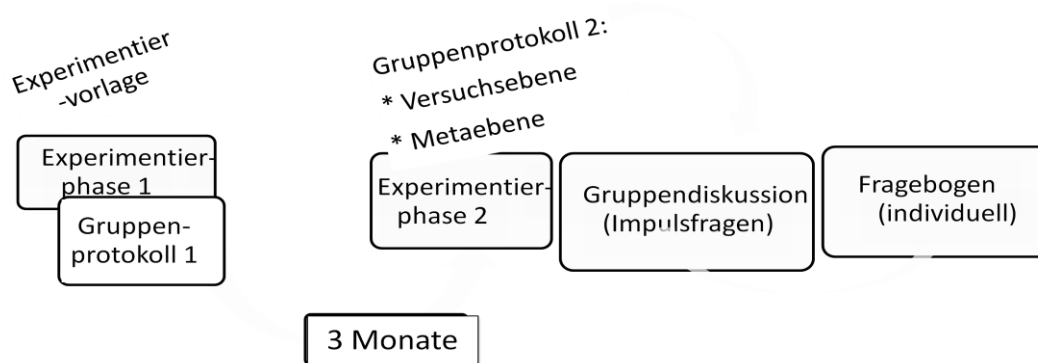


Abb. 2: Unterrichtsdesign ‚Replikation‘

Das Unterrichtsdesign von ‚Replikation‘ bestand aus vier Hauptphasen (Abb. 2). Die erste Phase (Experimentierphase 1) stellte ein konventionelles Schülerexperiment an den Beginn. Die Schülerinnen und Schüler waren in Gruppen zu zweit oder zu dritt angehalten den Versuch nach einer Standardvorlage aus der konventionellen Experimentierliteratur durchzuführen und ein Gruppenprotokoll zu verfassen. Die vorgegebene Versuchsanleitung, die projiziert wurde, enthielt kleinschrittige Angaben und war detailliert, entsprach also dem, was weitläufig als ‚cookbook‘-Versuch bezeichnet wird [15].

Für das Verfassen des Protokolls wurden den Schülerinnen und Schülern aus den Vorjahren bekannte Richtlinien vorgegeben, die folgende Inhaltspunkte umfassten:

- Aufgabenstellung / Zielsetzung
- Material
- Aufbau
- Durchführung
- Ergebnisse / Interpretation

Am Ende der Stunde wurden die Gruppenprotokolle eingesammelt, die Ergebnisse wurden nicht nachbesprochen oder diskutiert.

7. Die Umsetzung des Unterrichtskonzepts

Das Unterrichtskonzept ‚Replikation‘ wurde in zwei Klassen der 10. Schulstufe mit insgesamt 43 Schülerinnen und Schülern durchgeführt. Als fachliches Thema wurden Schwingungen, im Speziellen Experimente zur Ermittlung der Schwingungsdauer und Federkonstante von Federpendeln, gewählt. Die betroffene Schülergruppe hatte eingehende Experimentiererfahrung einerseits aus der Sekundarstufe I und im Speziellen auch aus der Schulstufe 9, in der naturwissenschaftlicher Laborunterricht verpflichtend stattfand. Die Schülerinnen und Schüler waren mit konventionellen, stark geleiteten, vorwiegenden outputorientierten Schülerexperimenten nach kleinschrittigen Versuchsanleitungen vertraut.

In einem Abstand von etwa drei Monaten, zu Beginn des nächsten Schuljahres, folgte eine weitere experimentelle Phase. Hier führten die Schülerinnen und Schüler den gleichen Versuch abermals durch. Die Zusammensetzung der Gruppen entsprach der der Experimentierphase 1 und als Unterlage wurde ausschließlich das Gruppenprotokoll der Phase 1 verwendet. Der Arbeitsauftrag an die Schülerinnen und Schüler lautete, den Versuch anhand des eigenen Versuchsprotokolls zu replizieren und ein weiteres Protokoll zu verfassen, in dem die Messergebnisse der beiden Phasen gegenübergestellt und vorgegebene Reflexionsfragen (Abb. 3) diskutiert werden. Hier sollte eine erste Reflexion anhand von selbst getätigter Erfahrungen initiiert werden.

Arbeitsauftrag: „Back to the Future“

- Bildet Gruppen (Zusammensetzung wie Juni)
- Lies das Protokoll vom Juni durch
- Baut anhand des Protokolls den Versuch nochmals auf
- Führt den Versuch laut Protokoll durch
- Protokolliert folgende Punkte (pro Gruppe):
 - Sind die Angaben im Protokoll ausreichend? Welche nicht?
 - Vergleiche die neuen mit den alten Ergebnissen! Gibt es Übereinstimmungen / Abweichungen? Warum?

Abb. 3: Arbeitsauftrag für Experimentierphase 2

Die dritte Phase des Unterrichtskonzepts beinhaltet einen weiteren reflexiven Ansatz, der dieses Mal durch eine mittels Impulsfragen geleitete Gruppendiskussion umgesetzt wurde.

Dabei sollte ein Schritt weg von den eigenen Erfahrungen in Richtung Metaebene vollzogen werden. Die Leitfragen (Abb. 4) waren dabei sowohl auf die Unterrichtsebenen als auch auf die Forschungsebene ausgerichtet.

Unterrichtsebene	Forschungsebene
–Welche Funktion haben Versuchsprotokolle im Unterricht? –Nach welchen Kriterien soll ein „gutes Protokoll“ erstellt sein? –Warum bzw. Wann kann die Darstellung von Daten manipulativ wirken?	–Warum reicht nicht ein Versuchsergebnis als Basis für wissenschaftliche Erkenntnis? –Welche Rolle kommt der Kommunikation der Ergebnisse zu? –Wie bzw. Wann wird ein Untersuchungsergebnis zum wissenschaftlichen Faktum?

Abb. 4: Gruppendiskussionsphase: Reflexionsfragen

Als vierter und letzter Schritt wurden die individuellen Schülererfahrungen mit einem kurzen Fragebogen erhoben.

8. Ergebnisse

An dieser Stelle soll ein Überblick über die Ergebnisse der Versuchsprotokolle der Phase 1 und der Schüleräußerungen während der verschiedenen Reflexionsphasen gegeben werden.

Die nach bekannten Richtlinien verfassten Versuchsprotokolle waren bei keiner der Versuchsgruppen vollständig, obwohl die meisten Abschnitte des Protokolls nur die Übertragung der Inhalte aus der Experimentiervorlage bedurft hätten. Einzig die Rubrik ‚Ergebnisse/Interpretationen‘ erforderte eigenständige Leistung. Insgesamt war auffällig, dass in einigen Experimentiergruppen keine ‚Aufgabenstellung/Zielsetzung‘ formuliert wurde und in den meisten Gruppen der Punkt ‚Aufbau‘ gar nicht vorhanden war, oder einfach mit dem Auflisten der Materialien gleichgesetzt wurde.

Besonders bezeichnend scheint der Umgang mit der Rubrik ‚Durchführung‘. Diese war zwar in allen Protokollen ausgeführt, allerdings mit qualitativ großen Unterschieden. Zwei Besonderheiten sind hier speziell heraus zu streichen. Die verwendete Sprachform scheint für die Textsorte ‚Protokoll‘ in einem Teil der Fälle äußerst unkonventionell. Beschreibungen sind hier meist in personalisierter Form (ich, wir) vorhanden und sehr detailliert sowie konkret. So wurde etwa die Farbe der Schlitzgewichte oder die Anzahl der Federwindungen beschrieben. Dem gegenüber steht jedoch eine eklektische Weise der Beschreibung, in der wichtige fachliche Punkte, wie etwa der angenommene Bezugspunkt für die Messung der Federausdehnung, völlig ausgespart bleibt. Dies führt zum Schluss, dass es Schülerinnen und Schülern häufig schwer fällt wesentliche Aspekte des Schülerexperimentes von zweitrangigem Beiwerk zu unter-

scheiden und spiegelt die eingangs diskutierten Erkenntnisse (vgl. 3. Identifizierte Problembereiche) wider.

Der Abschnitt ‚Ergebnisse/Interpretation‘ der Schülerprotokolle zeigt Ähnliches. Die Ergebnisse sind auf reine Zahlenwerte reduziert und eine Interpretation ist in den seltensten Fällen vorhanden. Bezeichnend ist auch der Umgang mit graphischen Darstellungen, der auf eine mechanistische Aufgabenerfüllung ohne tiefer gehende konzeptuelle Auswirkungen schließen lässt. In den zu zeichnenden T/x bzw. T/g- Diagrammen fehlen nicht nur Achsenbeschriftungen; unterschiedliche Skalierungen der einzelnen Diagramme führten zu unterschiedlich geformten Graphen, die einige Schülergruppen zu Fehlinterpretationen verleiteten.

Die Beobachtungen der Gruppendiskussionen und die Fragebögen geben Aufschluss über die Reflexionsprozesse, zu denen die Schülerinnen und Schüler durch das Unterrichtsszenario angeregt wurden. Hier sei ein Überblick über die betroffenen Themenbereiche gegeben:

Ein Bereich, der von allen Gruppen eingehend diskutiert und reflektiert wurde, waren Richtlinien zum Verfassen von Schülerprotokollen. Hier sind zwei Aspekte anzumerken. Einerseits wurde versucht Kriterien auszuhandeln, die relevante Informationen (beispielsweise der angenommene Bezugspunkt für Messungen) von nicht relevanten (etwa die Farbe der Schlitzgewichte) unterscheiden lässt. Andererseits wurde in mehreren Gruppen darüber diskutiert, ob der Inhalt eines Protokolls Aussagen darüber liefert, ob ein fachliches Verständnis der Zusammenhänge bei der Verfasserin bzw. dem Verfasser vorhanden ist.

Bezugnehmend auf den Bereich der Kommunikation stand in den Diskussionen überwiegend die Kommunikationsfunktion von Protokollen als Basis der Leistungsbeurteilung auf der Schulebene im Vordergrund. Im Gegensatz dazu wurde mehrmals die Funktion der Kommunikation auf wissenschaftlicher Ebene als Diskussion von experimentellen Ergebnissen in der Scientific Community genannt.

Der Aspekt der Replikation als ‚Nachprüfung‘ von Ergebnissen im Forschungsbetrieb wurde durchwegs erkannt. Für den Schulbereich fand hier in den meisten Diskussionsgruppen eine ganz anders gelagerte Funktionszuweisung statt, nämlich alte, bekannte Muster nach denen Schülerexperimente ablaufen, zu durchbrechen und dadurch die Experimente, deren Ablauf und deren Zweck aus einer anderen Perspektive zu betrachten. Vereinzelt wurde auch thematisiert, dass diese Art von Unterrichtsgestaltung zur Reflexion anleitet, wie und unter welchen Rahmenbedingungen im Wissenschaftsbetrieb experimentiert wird.

9. Resümee

Eine Vielzahl der Schülerinnen und Schüler wurde durch die Unterrichtsmethode der Replikation zu

Reflexionen verschiedenster Art angeregt, sei es über grundsätzliche Gestaltungsmöglichkeiten von Schülerexperimenten oder unterschiedlichste Lernziele, die damit verfolgt werden können. Auch die Wahrnehmung, dass Erkenntnis weder in der Wissenschaft noch in der Schule mit Messergebnissen endet bzw. enden sollte, wurde ins Bewusstsein gerufen. Als Nebeneffekt konnten durch das beschriebene Unterrichtsszenario auch übergeordnete Kompetenzen, wie das Befolgen von Instruktionen, das klare Verfassen von Anweisungen und das Geben und Nehmen von Feedback gefördert werden. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Schülerexperimente in diesem anderen Kontext als dem Konventionellen durchaus den Physikunterricht auf verschiedenen Ebenen positiv beeinflussen können. Allerdings würden die hier beschriebenen Effekte bei einer Wiederholung dieses Unterrichtsszenarios in ähnlicher Form wohl sehr abgeschwächt. Durch die Unterrichtseinheit ‚Replikation‘ wurden die Schülerinnen und Schüler für die nachfolgenden Schülerexperimente im Physikunterricht vor allem im Bereich des Protokollierens sensibilisiert, sodass die geschilderten Diskrepanzen zwischen den beiden Experimentierphasen nicht auftreten würden und somit die Ausgangssituation für die Reflexionsphasen nicht optimal wäre. Eine Variation dieser Unterrichtsmethode, in der die Experimentiergruppen etwa unterschiedliche Aufgaben bearbeiten und ein Austausch der Protokolle zwischen den Gruppen stattfindet, wäre für dieselbe Zielgruppe wohl ertragreicher.

10. Literatur

- [1] Lunetta, V. N.; Hofstein, A.; Clough, M. P. (2007): Learning and Teaching in the School Science Laboratory: An Analysis of Research, Theory and Practice. In: Abell, S. K.; Lederman, N. G. (Hrsg.): Handbook of research on science education. Mahwah: Lawrence Erlbaum Assoc., S. 393–441.
- [2] Hofstein, A.; Lunetta, V. N. (2004): The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. In: Science education, Jg. 88, H. 1, S. 28–54.
- [3] Hart, C.; Mulhall, P.; Berry, A.; Loughran, J.; Gunstone, R. (2000): What is the purpose of this experiment? Or can students learn something from doing experiments? In: Journal of Research in Science Teaching, Jg. 37, H. 7, S. 655–675.
- [4] Shymansky, J. A. (2006): The effects of new science curricula on student performance. In: Journal of Research in Science Teaching, Jg. 20, H. 5, S. 387–404.
- [5] Hegarty-Hazel, E. (1990): Learning technical skills in the student laboratory. In: Hegarty-Hazel, E. (Hrsg.): The student laboratory and the science curriculum. London: Routledge, S. 75–94.
- [6] Bates, G. R. (1978): The role of the laboratory in secondary school science programs. In: Simpson, R. D.; Rowe, M. B. (Hrsg.): What research says to the science teacher. Washington: National Science Teachers Association Washington (1), Bd. 1, S. 58–82.
- [7] Hofstein, A.; Lunetta, V. N. (1982): The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. In: Review of Educational Research, Jg. 52, H. 2, S. 201–217.
- [8] Lapointe, A. E. (1992): Learning Science. Washington: Center for the Assessment of Educational Programs (CAEP).
- [9] Harlen, W. (1999): Effective Teaching of Science. A Review of Research. Edinburgh: Scottish Council for Research in Education.
- [10] Hodson, D. (1990): A Critical Look at Practical Work in School Science. In: School Science Review, Jg. 71, H. 256, S. 33–40.
- [11] Woolnough, B.; Allsop, T. (1985): Practical work in science. Cambridge: University Press.
- [12] Gardner, P.; Gauld, C. (1990): Labwork and students' attitudes. In: Hegarty-Hazel, E. (Hg.): The student laboratory and the science curriculum. London: Routledge, S. 132–156.
- [13] Kirschner, P. (1992): Epistemology, Practical Work and Academic Skills in Science Education. In: Science & Education, Jg. 1, H. 1, S. 273–299.
- [14] Tamir, P. (1991): Practical work in school science: an analysis of current practice. In: Woolnough, B. E. (Hrsg.): Practical science. Milton Keynes, UK: Open University Press, S. 13–20.
- [15] Homepage der Universität Graz, Fachdidaktik der Physik, PhysicBOX alt: NTL Schulversuche Mechanik: Federpendel: <http://physicbox.uni-graz.at/old/exp/exp.html> (Stand: 4/2010).