

Einfluss der Auswertephase von Experimenten im Physikunterricht auf den Fachwissenszuwachs und die Experimentierkompetenz von Schülerinnen und Schülern

Laura Muth, Roger Erb

Institut für Didaktik der Physik, Max-von-Laue-Str. 1, 60433 Frankfurt
muth@physik.uni-frankfurt.de, roger.erb@physik.uni-frankfurt.de

Kurzfassung

Dem Experiment im naturwissenschaftlichen Unterricht wird eine große Bedeutung beigemessen. Vor allem die Phasen der Vor- und Nachbereitung des Experiments und deren Einbettung in den Unterrichtsverlauf haben einen großen Einfluss auf die Qualität des Unterrichts. Allerdings gibt es bis heute wenige Studien, die sich mit der Struktur dieser Phasen befassen. Die vorliegende quasi-experimentelle Interventionsstudie geht der Frage nach, welche Auswirkungen die Nachbereitungsphase von Experimenten auf den Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler in den Kompetenzbereichen Fachwissen und Erkenntnisgewinnung hat. Es wird zwischen drei Variationen der Auswertung mit unterschiedlichem Offenheitsgrad unterschieden: 1.) Auswertung im Plenum, 2.) angeleitete Auswertung und 3.) selbstständige Auswertung. Neben dem Fachwissenszuwachs und dem Zuwachs der Auswertekompetenz der Schülerinnen und Schüler werden die Überzeugungen der unterrichtenden Lehrkräfte zum Unterrichtsfach und zur Wissenschaft Physik miterhoben, um deren Einfluss und mögliche Wechselwirkung zwischen Experimentiersituation und der Lehrkraft abschätzen zu können.

Erste Ergebnisse der Studie geben Hinweise darauf, dass bezüglich des Lernzuwachses im Fachwissen die Gestaltung der Nachbereitungsphase einen bedeutenden Einfluss hat. In Bezug auf den Lernzuwachs bei der Auswertekompetenz zeigt sich die Rolle der Lehrkraft als bedeutsam.

1. Einleitung und Motivation

Das Experiment mit seinen drei Phasen (Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung) und die unterrichtende Lehrperson haben einen erheblichen Einfluss auf die Qualität des naturwissenschaftlichen Unterrichts (u.a. Helmke, 2012, Tesch & Duit, 2004). Allerdings ist es bis heute strittig, ob lehrer geleitete Experimentiersituationen zu bevorzugen sind oder ob Schülerinnen und Schüler selbstständig an einer Experimentieraufgabe arbeiten sollten. Eine aktuelle Arbeit von Winkelmann (2015) konnte zeigen, dass sich bezüglich der Durchführungsphase des Experiments keine signifikanten Unterschiede bei dem Erwerb von Fachwissen feststellen lassen, wenn das Experiment mit der Lehrkraft oder von den Schülerinnen und Schüler eigständig durchgeführt wird. Allerdings konnte gezeigt werden, dass Schülerinnen und Schüler auch durch die Auswertephase von Experimenten einen Lernzuwachs erfahren. Dies wirft die Frage auf, ob es hinsichtlich der Nachbereitung eines Experiments einen Unterschied macht, wie offen oder geschlossen diese gestaltet ist. An dieser Stelle setzte das vorliegende Forschungsprojekt an. In einer Interventionsstudie wird die Nachbereitungsphase von Experimenten im Physikunterricht mittels mehrerer Treatments mit unterschiedlichem Offenheitsgrad kontrastiert. Wie bei Winkelmann (2015) wird die Variable Fachwissen betrachtet. Zusätzlich wird ein Fokus auf den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung gelegt und speziell die Entwicklung der „Auswertekompetenz“ der Schülerinnen und Schüler überprüft.

Winkelmann (2015) konnte zwar keine Unterschiede in der unterschiedlich gestalteten Durchführungsphase (Schülerexperiment vs. Demonstrationsexperiment) des Experiments nachweisen, allerdings konnte er zeigen, dass die Wechselwirkung zwischen unterrichtender Lehrkraft und Unterrichtssituation bedeutsam ist. Daher werden in der aktuellen Studie die Überzeugungen der unterrichtenden Lehrkräfte zum Unterrichtsfach und zur Wissenschaft Physik als weitere Variable erhoben, um genauere Informationen über den Einfluss der Lehrperson gewinnen zu können und so einen Einblick über tieferliegende Einflussfaktoren zu erhalten.

2. Stand der Forschung

2.1. Charakteristika von Lehrkräften

Lehrkräfte und ihre Überzeugungen haben einen erheblichen Einfluss auf die Qualität von Unterricht und somit auch auf den Lernzuwachs und die Motivation der Schülerinnen und Schüler (Helmke, 2012). Beim Experimentieren kann die Rolle der Schülerinnen und Schüler von einfachem Beobachten bis hin zu komplett selbstständigem Arbeiten variieren. Somit variiert selbstverständlich auch die Rolle der Lehrperson von stark anleitend bis einfach begleitend. Daher erscheinen für diese Arbeit die Überzeugungen der Lehrkräfte zum Unterrichtsfach und zur Wissenschaft Physik besonders interessant. Unterschieden werden soll zwischen Lehrkräften mit einer eher konstruktivistischen Sichtweise und Lehr-

kräften mit einer eher instruktivistischen Sichtweise. Vertreterinnen und Vertreter einer konstruktivistischen Sicht betonen den eigenständigen Anteil der Schülerinnen und Schüler im Verlauf der Lernprozesse, während überzeugte Vertreterinnen und Vertreter des Instruktivismus das rezeptartige Lernen unterstützen. Zur Kategorisierung kann auf eine Arbeit von Lamprecht (2011) zurückgegriffen werden, in der drei Überzeugungstypen identifiziert wurden. Lehrkräfte des ersten Überzeugungstypen, des *Trainingsmusters*, betonen rezeptartiges Lernen von Physik und lehnen das selbstständige Lernen von Physik ab. Der zweite Überzeugungstyp, das *diskursive Muster*, ist dagegen vom selbstständigen Lernen von Physik überzeugt und lehnt das rezeptartige Lernen von Physik ab. Der dritte Überzeugungstyp, das *Vermittlungsmuster*, lässt sich zwischen den ersten beiden Mustern einordnen. Lehrkräfte dieses Typs sind zwar vom selbstständigen Lernen von Physik überzeugt, unterstützen aber auch rezeptartiges Lernen von Physik. Somit besitzen Lehrkräfte des diskursiven Musters eine eher konstruktivistische, Lehrkräfte des Vermittlungsmusters eine etwas geringere konstruktivistische und Lehrkräfte des Trainingsmusters eine eher instruktivistischen Sichtweise.

2.2. Definition des Experimentierprozesses

Die Forschungslage zum Experimentieren gestaltet sich sehr umfangreich, jedoch nicht immer einheitlich. Als Grundlage der hier beschriebenen Studie wird die Definition des naturwissenschaftlichen Experiments nach Millar (2010) verwendet, der das Experiment als eine Aktivität beschreibt „[...] which involves an intervention to produce the phenomenon to be observed or to test a hypothesis.“ (Millar, 2010, S. 109 nach Hacking, 1989).

Grundsätzlich wird das naturwissenschaftliche Experiment in drei Phasen unterteilt: die Vorbereitung, die Durchführung und die Nachbereitung. Zur Betrachtung der Komponenten des Experimentierprozesses wird oft auf das *Scientific Discovery as Dual Search* (SDDS)-Modell von Klahr und Dunbar (1988) zurückgegriffen. Dieses Modell beschreibt den Prozess der Erkenntnisgewinnung als Form des Problemlösens. Es wird von einem Ausgangszustand ausgegangen, der durch Problemlösen in einen gewünschten Zielzustand überführt werden soll. Dies geschieht in drei Schritten:

1. Suche im Hypothesenraum: Es wird aufgrund von Vorwissen eine Hypothese aufgestellt.
2. Testen von Hypothesen (Suche im Experimentierraum): Es wird ein geeignetes Experiment

gesucht, um die Hypothese zu überprüfen.

3. Analyse von Evidenzen: Ergebnisse des Experiments werden mit Bezug zur Hypothese ausgewertet.

Vorholzer et al. (2016) konnten unter Einbezug dieses und zahlreicher anderer Modelle drei zentrale Teilkompetenzen des experimentellen Denkens und Arbeitens identifizieren, die sich mit den gängigen drei Phasen des Experiments gut vereinbaren lassen (Tab. 1).

	Phasen des Experiments	Teilkompetenzen nach Vorholzer et al. (2016)
1	Vorbereitung	Fragen, Vermutungen und Hypothesen generieren
2	Durchführung	Untersuchungen planen und durchführen
2	Auswertung	Daten auswerten und interpretieren

Tab. 1 Phasen des Experiments und dazugehörige Kompetenzen nach Vorholzer et al. (2016)

Während die Forschungslage bezüglich dieser Teilkompetenzen weitestgehend eindeutig ist, werden die dazugehörigen Fähigkeiten und Fertigkeiten nur selten konkret benannt oder sie unterscheiden sich stark. Da in der vorliegenden Studie allerdings die Auswertung von Experimenten im Fokus ist, stand an erster Stelle die Überlegung, welche Fähigkeiten und Fertigkeiten Bestandteil der Auswertekompetenz sind, um ein entsprechendes Modell als Grundlage dieser Forschungsarbeit zu konzipieren. Die Entwicklung dieses Modells wird im Folgenden kurz beschrieben.

3. Modell zur Auswertekompetenz

Zur Konzeption des Modells zur Auswertekompetenz wurden zunächst der aktuelle Forschungsstand gesichtet sowie Forderungen der Kultusministerkonferenz betrachtet. Daraufhin wurde die Kompetenz „Auswertung eines Experiments“ mit den identifizierten relevanten Fähigkeiten und Fertigkeiten angereichert. Abbildung 1 zeigt das konzipierte Modell zur Auswertekompetenz. Als Quellen lassen sich unter anderem Asay & Orgill (2010), Börlin (2012), Chinn & Malhotra (2002), Dolan & Grady (2010), Glug (2009), Klahr & Dunbar (1988), KMK (2004), Mayer (2007) und Schreiber (2012) nennen. Die Auswertung eines Experiments wird demnach in drei Phasen gegliedert. In der ersten Phase geht es darum, die Messdaten aufzubereiten und zu verarbeiten. In der nächsten Phase schließt sich die Formulierung und Interpretation von Ergebnissen an. In der dritten Phase erfolgt die Fehlerbetrachtung

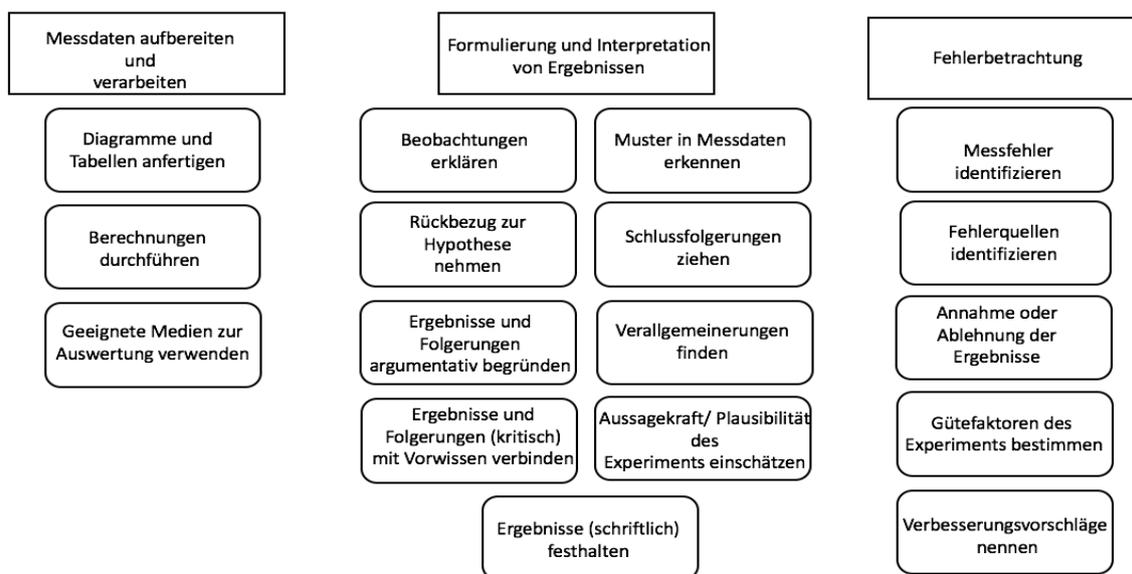


Abb. 1 Modell zur Auswertekompetenz

Um zu prüfen, ob das entwickelte Modell auch unter Expertinnen und Experten aus Theorie und Praxis akzeptiert ist, wurde es einer Befragung unterzogen, an der 95 Didaktikerinnen und Didaktiker aus Hochschulen und Lehrkräfte und Referendarinnen und Referendare teilnahmen. Durch diese Expertenbefragung sollten drei Fragen beantwortet werden:

1. Werden die von uns identifizierten Komponenten zur Auswertung eines Experiments als relevant angesehen?
2. Ist das Modell vollständig?
3. Schätzen Lehrkräfte und Didaktikerinnen und Didaktikern an den Hochschulen die Komponenten ähnlich relevant ein?

Es wurde ein Fragebogen mit 19 Items entwickelt, in dem die Experten die Fähigkeiten und Fertigkeiten auf einer 4-stufigen Likert Skala hinsichtlich ihrer Relevanz beurteilen sollten. Die Befragung konnte zeigen, dass fast alle präsentierten Fähigkeiten und Fertigkeiten von den Experten als relevant angesehen wurden. Zwei als wenig relevant eingestufte Items wurde aus dem Modell entfernt, zwei als fehlend erachtete Komponenten wurden ergänzt (Abbildung 1 zeigt das nach der Expertenbefragung angepasste Modell). Zwischen den Lehrkräften und Hochschuldidaktikern konnten keine signifikanten Unterschiede im Antwortverhalten festgestellt werden.

4. Forschungsfragen

Der Schwerpunkt der vorliegenden Studie liegt auf dem Einfluss der Auswertephase, sowie der Bedeutung der Lehrperson in Experimentiersituationen. Vorläufig wurden zwei Forschungsfragen präzisiert:

F1 Wie wirken sich experimentelle Auswertesituationen mit unterschiedlichem Offenheitsgrad auf die Entwicklung von Schülerinnen und Schüler in

den Bereichen Fachwissen und Auswertekompetenz aus?

F2 Welchen Einfluss haben Überzeugungen von Lehrkräften zum Unterrichtsfach und zur Wissenschaft Physik beim Experimentieren auf die Entwicklung der Schülerinnen und Schüler in den Bereichen Fachwissen und Auswertekompetenz?

5. Anlage der Studie

Bei dem vorliegenden Forschungsprojekt handelt es sich um eine Vergleichsstudie, in der der Wissens- und Kompetenzzuwachs der Schülerinnen und Schüler durch angeleitetes und selbstständiges Auswerten von Demonstrationsexperimenten erhoben wird. Aus praktischen Gründen musste auf eine vollständige Randomisierung der Probanden verzichtet werden, d.h. die Schülerinnen und Schüler verblieben in ihren ursprünglichen Klassen mit ihren normalen Lehrkräften. Die Tests und die Intervention wurden daher im Klassenverband mit den üblichen Lehrkräften durchgeführt. Daher handelt es sich um eine quasi-experimentelle Interventionsstudie, die im Physikunterricht des siebten bzw. achten Schuljahres im Pre-/ Post-Design durchgeführt wurde. Der Themenbereich umfasst die geometrische Optik von der einfachen Lichtbrechung, über die Lichtbündelung an der Sammellinse bis hin zu Abbildungen mit Sammellinsen.

Zur Auswertung wurde zunächst ein t-Test durchgeführt, um die generelle Lernförderlichkeit des Unterrichts feststellen zu können. Im Anschluss daran wurde eine Varianzanalyse gerechnet, um mögliche Unterschiede im Lernzuwachs zwischen den Treatments sowie den Einfluss der Lehrperson überprüfen zu können. In der Varianzanalyse stellen das Treatment und die Lehrkraft die festen Faktoren dar, der Fachwissenszuwachs und der Auswertekompetenzzuwachs die abhängigen Variablen.

5.1. Studienverlauf

Die Erhebung gliedert sich in einer Pilot- und eine Hauptstudie. Die Pilotierung wurde im Winter 2015/2016 durchgeführt mit dem Ziel, die zu verwendenden Messinstrumente zu erproben, zu analysieren und ggf. zu überarbeiten. Ergebnisse der Pilotphase können unter anderem in Muth & Erb (2016) eingesehen werden. Mit den überarbeiteten Messinstrumenten wurde im Winter 2016/2017 die Haupterhebung durchgeführt, in der der Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler in den Bereichen Fachwissen und Auswertekompetenz sowie die Überzeugungen der Lehrkräfte zum Unterrichtsfach und zur Wissenschaft Physik erhoben wurden.

Die Intervention umfasst fünf Doppelstunden. In der ersten Doppelstunde erfolgen der Pretest sowie eine Einführung zum Experimentieren. In dieser Einführung führt die Lehrkraft mit den Schülerinnen und Schülern ein Mustertextperiment durch. Die Schülerinnen und Schüler sollen beobachten, wie die Lehrkraft experimentiert und vor allem, welche Schritte sie bei der Auswertung vollzieht. Dadurch soll sichergestellt werden, dass Schülerinnen und Schüler, die die Experimente in den nächsten Doppelstunden alleine auswerten sollen, eine Vorstellung davon haben, wie die Auswertung eines Experiments üblicherweise erfolgt. In den darauffolgenden drei Doppelstunden findet die eigentliche Intervention mit den Experimenten statt. In jeder Doppelstunde werden jeweils zwei Experimente durchgeführt und ausgewertet. In der fünften Doppelstunde wird der Posttest ausgefüllt.

5.2. Untersuchungsgruppen

Um die Bedeutung der Auswertephase zu überprüfen und Hinweise darauf zu bekommen, wie diese Phase am besten strukturiert sein sollte, wurden drei Treatments (Variationen der Auswertephase) entwickelt, die sich in ihrem Grad der Offenheit, also in der Schüleraktivität unterscheiden:

1. Plenum: Die Auswertung des Experiments wird von der Lehrkraft angeleitet.
2. Angeleitet: Die Auswertung des Experiments erfolgt in Schülerkleingruppen. Das Vorgehen zur Auswertung ist mit Hilfe von Arbeitsblättern vorskizziert. Die Lehrkraft sollte nur im Notfall als Helfer zur Verfügung stehen.
3. Selbstständig: Die Auswertung des Experiments erfolgt in Schülerkleingruppen. Allerdings gibt es dabei keine Vorgaben zum Vorgehen. Zur Hilfe stehen das Schulbuch, das Internet etc. zur Verfügung. Die Lehrkraft sollte nicht einwirken.

Eine Unterscheidung zwischen den Untersuchungsgruppen nach Schüleraktivität findet lediglich in der Vorbereitungsphase statt (Tab. 2). Die Vorbereitung des Experiments erfolgt in allen drei Untersu-

chungsgruppen im Plenum, die Durchführung wird ebenfalls in allen drei Gruppen von der Lehrkraft übernommen.

Treatment	Phasen des Experiments		
	Vorbereitung	Durchführung	Auswertung
Plenum	Lehrkraft	Lehrkraft	Lehrkraft
Angeleitet	Lehrkraft	Lehrkraft	SuS
Selbstständig	Lehrkraft	Lehrkraft	SuS

Tab. 2 Unterscheidung der Untersuchungsgruppen nach Schüleraktivität (SuS = Schülerinnen und Schüler in Kleingruppen)

5.3. Verwendete Messinstrumente

Tabelle drei bietet einen Überblick über die in der Hauptstudie eingesetzten Messinstrumente und die Messzeitpunkte.

Erhobenes Konstrukt	Autorinnen und Autoren	Messzeitpunkt
Kognitive Leistungsfähigkeit	Heller & Perleth (2000)	Pretest
Personenbezogene Daten		Pretest
Fachwissen	Weiterentwicklung nach Winkelmann (2015)	Pretest, Kurztests, Posttest
Auswertekompetenz	Eigenentwicklung nach Modell von MeK-LSA	Pretest, Posttest
Überzeugung der Lehrkräfte	Lamprecht (2011), nach Neuhaus (2004) und Seidel und Meyer (2003)	beliebig

Tab. 3 Messinstrumente der Hauptstudie

Um die Lehrkräfte den drei Überzeugungstypen nach Lamprecht (2011) zuordnen zu können, füllen diese einmalig, zu einem beliebigen Zeitpunkt, den Fragebogen zur Überzeugung der Lehrkräfte aus.

Die Schülerinnen und Schüler füllen zum ersten Messzeitpunkt zunächst einen Test zur Kognitiven Leistungsfähigkeit sowie einen Fragebogen zu personenbezogenen Daten aus. Dies dient dazu, die Homogenität bzw. Heterogenität der Stichprobe im Nachhinein abschätzen zu können. Da diese Daten als stabil angesehen werden, reicht es, sie zu einem Messzeitpunkt zu erheben. Im Anschluss daran erfolgen der Fachwissenstest nach Winkelmann (2015) sowie der Test zum Messen der Auswertekompetenz. Um den Einfluss der Auswertephase vom Einfluss des Gesamtexperiments auf den Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler abschätzen zu können, füllen die Probanden nach der Durchführung, aber vor der Auswertung jedes Experiments einen Kurzttest mit Fragen zum gerade erlebten Experiment aus. Aufsummiert ergeben diese sechs Kurzttests genau den Fachwissens Pre- bzw. Posttest. Zum dritten Messzeitpunkt füllen die Schülerinnen und Schüler erneut den Fragebogen zum Fachwissen und zur Auswertekompetenz aus. Durch die drei Messzeit-

punkte soll der Lernzuwachs zwischen Pre- und Posttest (Lernzuwachs durch das vollständige Experiment) sowie zwischen Kurztests und Posttest (Lernzuwachs durch die Auswertephase) überprüft werden können.

6. Erste Ergebnisse der Hauptstudie

Im Folgenden werden erste Ergebnisse der Hauptstudie präsentiert. Da noch Testhefte einiger Schulklassen fehlen, müssen die Ergebnisse sehr vorsichtig interpretiert werden, und es kann an dieser Stelle lediglich von ersten Tendenzen gesprochen werden.

Bislang konnten 15 Schulklassen (Plenum: 5, Angeleitet: 6, Selbständig: 4) mit 9 Lehrkräften ausgewertet werden. Insgesamt haben sich 311 Schülerinnen und Schüler (weiblich: 159, männlich: 143, keine Angaben: 9) beteiligt. Aus diesen Zahlen wird deutlich, dass zwar die Stichprobe auf der Seite der Schülerinnen und Schüler zufriedenstellend groß ist, seitens der Lehrkräfte allerdings mit 9 Teilnehmerinnen und Teilnehmern noch sehr klein. Daher müssen besonders Ergebnisse seitens der Lehrkräfte mit größter Vorsicht interpretiert werden. Unter den 9 Lehrkräften konnten vier im Trainingsmuster, zwei im diskursiven Muster und vier im Vermittlungsmuster identifiziert werden. Aus Tabelle 4 wird ersichtlich, dass zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht alle Faktorkombinationen besetzt sind. Daher können Ergebnisse zur Wechselwirkung zwischen Lehrkraft und Treatment noch nicht interpretiert werden. Wir erwarten, dass sich die Tabelle mit der Erweiterung der Stichprobe vollständig füllen lässt, sodass Aussagen über den Einfluss der Wechselwirkung der beiden Faktoren getätigt werden können.

	Trainingsmuster	Diskursives Muster	Vermittlungsmuster
Plenum	2	0	3
Angeleitet	0	3	3
Selbstständig	2	0	2

Tab. 4 Verteilung der Überzeugungstypen auf die Treatments

Zur Testung der Lernförderlichkeit des Unterrichts wurde ein t-Test für verbundene Stichproben durchgeführt. Dadurch konnte sowohl im Fachwissen als auch bei der Auswertekompetenz ein signifikanter Anstieg in der erreichten Punktzahl zwischen Pre- und Posttest mit einem großen Effekt beim Fachwissen und einem mittleren Effekt bei der Auswertekompetenz festgestellt werden. Dies spricht für eine generelle Lernförderlichkeit des Unterrichts.

Eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren Treatment und Lehrkraft und den abhängigen Variablen Fachwissenszuwachs und Auswertekompetenzzuwachs konnte sowohl für den Haupteffekt des Treatments als auch für den Haupteffekt der

Lehrkraft einen signifikanten Unterschied feststellen.

Auf der Seite des Treatments (Abb. 2) erzielte die Gruppe „Plenum“ den größten Fortschritt zwischen Pre- und Posttest sowohl im Fachwissen als auch in der Auswertekompetenz. Die Gruppe „Angeleitet“ zeigt in beiden Bereichen den geringsten Lernzuwachs. Allerdings sind diese Unterschiede nur seitens des Fachwissens signifikant. Wie der weiter unten folgende Vergleich zeigt, können die Unterschiede allerdings nicht auf das Treatment selbst zurückgeführt werden.

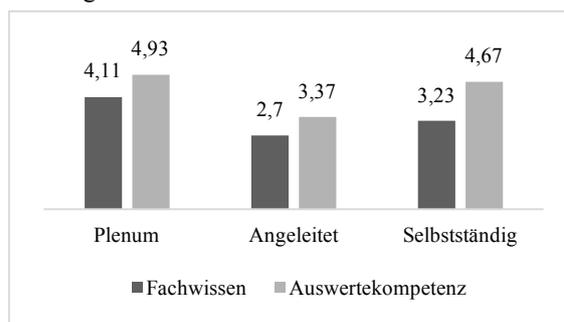


Abb. 2 Lernzuwachs in Punkten nach Treatment

Bezüglich der unterrichtenden Lehrkraft lassen sich nur hinsichtlich der Auswertekompetenz der Schülerinnen und Schüler signifikante Unterschiede im Lernzuwachs zwischen Pre- und Posttest feststellen (Abb. 3). Dabei profitierten Schülerinnen und Schüler, die von einer Lehrkraft im Vermittlungsmuster unterrichtet wurden, am meisten. Lehrkräfte im diskursiven Muster bewirkten den geringsten Lernzuwachs. Post-hoc Analysen zeigen, dass die Unterschiede zwischen dem diskursiven Muster und dem Trainingsmuster und dem diskursiven Muster und dem Vermittlungsmuster signifikant sind.

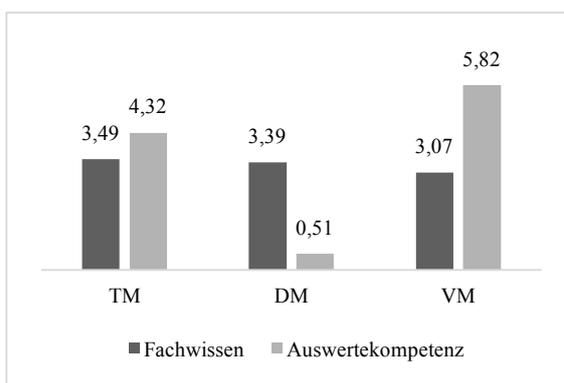


Abb. 3 Lernzuwachs in Punkten nach Überzeugungstypen (TM: Trainingsmuster, DM: Diskursives Muster, VM: Vermittlungsmuster)

Um die Lernförderlichkeit der Auswertephase abschätzen zu können, wird der Lernzuwachs zwischen Kurz- und Posttest und damit bezüglich der nur dort wirksamen Treatmentunterschiede untersucht. Dabei wird deutlich, dass die Schülerinnen und Schüler

durch die Auswertung selbst noch um 1,32 Punkte signifikant dazulernen. Allerdings lässt sich seitens des Treatments kein signifikanter Vorteil für eine der drei Gruppen feststellen. Bei der Unterscheidung nach Lehrkräften wird deutlich, dass die Gruppen, die von einer Lehrkraft im Vermittlungsmuster unterrichtet wurden bezüglich des Fachwissens am meisten durch die Auswertung dazu lernen (Abb. 4). Der Unterschied zwischen Lehrkräften im Vermittlungsmuster und Lehrkräften im diskursiven Muster, die am wenigsten Fachwissen durch die Auswertung generieren konnten, ist signifikant.

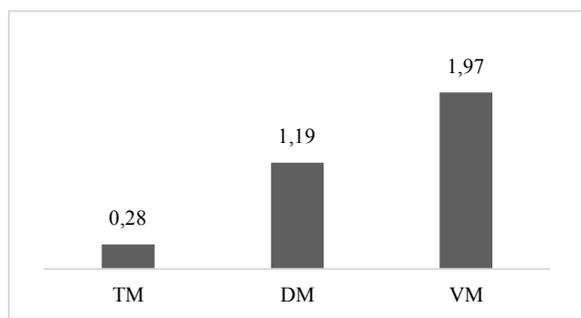


Abb. 4 Lernzuwachs im Fachwissen durch die Auswertephase nach Überzeugungstypen (TM: Trainingsmuster, DM: Diskursives Muster, VM: Vermittlungsmuster)

7. Diskussion und Ausblick

An dieser Stelle soll noch einmal festgehalten werden, dass es sich aufgrund der unvollständigen Stichprobe nur um vorläufige Ergebnisse und erste Tendenzen handeln kann. Die Aussagekraft der Ergebnisse ist somit stark eingeschränkt. Besonders gilt dies für den Einfluss der Lehrkräfte, da die Stichprobe mit 9 Teilnehmerinnen und Teilnehmern noch sehr gering ist. Die Daten müssen nach Vervollständigung der Stichprobe erneut ausgewertet und die Ergebnisse interpretiert werden.

Bei der Betrachtung des Lernzuwachses zwischen Pre- und Posttest scheint zunächst die Auswertephase einen signifikanten Einfluss auf den Fachwissenszuwachs zu haben. Bei Betrachtung des Lernzuwachses zwischen Kurz- und Posttest fällt auf, dass sich hier keine signifikanten Unterschiede zwischen den Treatmentgruppen feststellen lassen. Da die eigentliche Intervention allerdings zwischen Kurz- und Posttest stattgefunden hat, können Unterschiede im Gesamt-Fachwissenszuwachs offenbar nicht auf das Treatment zurück zu führen sein.

In Bezug auf die Auswertekompetenz scheint die Lehrkraft der signifikante Faktor zu sein. Vorläufig kann festgehalten werden, dass Schülerinnen und Schüler, die von einer Lehrkraft im Vermittlungsmuster unterrichtet wurden in diesem Kompetenzbereich am meisten profitieren konnten.

Die Schülerinnen und Schüler der vorliegenden Stichprobe haben durch die Auswertephase von

Experimenten noch etwas hinzugelehrt. Um möglichst viel Fachwissen zu vermitteln, scheinen die Lehrkräfte frei in der Wahl der Auswertemethode zu sein, da Schülerinnen und Schüler die in der Studie komplett frei gearbeitet haben, ähnlich viel gelernt haben, wie Schülerinnen und Schüler, die von der Lehrkraft angeleitet wurden. DA anzunehmen ist, dass Schülerinnen und Schüler beim selbstständigen Arbeiten vermutlich noch weitere Kompetenzen erwerben, in Bezug auf das Fachwissen aber keinen Nachteil erfahren, kann dies auch als positives Signal für dieses Vorgehen interpretiert werden. Die aktuelle Befundlage konnte zeigen, dass auch bezüglich der Auswertephase Lehrkräfte im Vermittlungsmuster am erfolgreichsten unterrichtet haben. Dies liegt möglicherweise daran, dass dieser Überzeugungstyp am flexibelsten auf unterschiedliche Unterrichtssituationen reagieren kann.

Die ausstehenden Daten werden bis Mai 2017 erwartet. Um alle möglichen Wechselwirkungen adäquat abschätzen zu können, sollen diese dann mittels einer multivariaten Varianzanalyse mit Messwiederholung ausgewertet werden, um abschließende Ergebnisse präsentieren zu können.

8. Literatur

- [1] Chinn, Clark A.; Malhotra, Betina A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. In: *Sci. Ed.* 86 (2), S. 175–218.
- [2] Dickmann, Martin; Eickhorst, Bodo; Theyßen, Heike; Neumann, Knut; Schecker, Horst & Schreiber, Nico (2013). Measuring experimental skills in large-scale assessments: developing a simulation-based test instrument. In C. P. Constantinou, N. Papadouris & A. Hadjigeorgiou (Eds.). *Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning*. Proceedings of the ESERA 2013 Conference.
- [3] Dolan, Erin; Grady, Julia (2010). Recognizing Students' Scientific Reasoning: A Tool for Categorizing Complexity of Reasoning During Teaching by Inquiry. In: *Journal of science teacher education* 21 (1), S. 31–55.
- [4] Emden, Markus (2011). Prozessorientierte Leistungsmessung des naturwissenschaftlich-experimentellen Arbeitens. Eine vergleichende Studie zu Diagnoseinstrumenten zu Beginn der Sekundarstufe I. Berlin: Logos Berlin (Studien zum Physik- und Chemielernen, 118).
- [5] Glug, Inga (2009). Entwicklung und Validierung eines Multiple-Choice-Tests zur Erfassung prozessbezogener naturwissenschaftlicher Grundbildung. Kiel: Universitätsbibliothek Kiel.

- [6] Hacking, Ian (1983). *Representing and Intervening: Introductory topics in the philosophy of natural science*. Cambridge University Press.
- [7] Heller, Kurt; Perleth, Christopher (2000). Kognitiver Fähigkeitstest für 4. bis 12. Klassen, Revision (KFT 4-12+R). Göttingen: Hogrefe, 71-176.
- [8] Helmke, Andreas. (2012). Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. Großburgwedel: Klett Kallmeyer.
- [9] Hofstein, Avi (2004). The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with the developments, implementation, and research. In: *Chemistry education research and practice*, 5(3), 247-264.
- [10] KMK, Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2004). Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss vom 16.12.2004. München: Luchterhand.
- [11] Lamprecht, Jan (2011). Ausbildungswege und Komponenten professioneller Handlungskompetenz: Vergleich von Quereinsteigern mit Lehramtsabsolventen für Gymnasien im Fach Physik. Berlin: Logos (Studien zum Physik- und Chemielernen, 125)
- [12] Millar, Robin (2010). Practical work. In: J. Osborne & J. Dillon (Hrsg.), *Good practice in science teaching: What research has to say*. Maidenhead: Open University Press, S. 108-134.
- [13] Muth, Laura & Erb, Roger (2016). Einfluss der Auswertephase von Experimenten im Physikunterricht auf den Fachwissenszuwachs und die experimentelle Kompetenz von Schülerinnen und Schülern. In: Helmuth Grötzebauch & Volkhardt Nordmeier (Hrsg.). *PhyDid B – Didaktik der Physik: Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung des Fachverbands Didaktik der Physik, Hannover 2016*, Beitrag DD 15.01.
- [14] Neuhaus, Birgit (2004). Einstellungsausprägungen von Biologielehrern. Ein bundesdeutscher Vergleich. Dissertation an der Universität Kassel, Fachbereich Naturwissenschaften, Institut für Biologie, Abteilung Didaktik der Biologie.
- [15] Niedderer, Hans; Tiberghien, Andrée; Buty, Christian; Haller, Kerstin; Hucke, Lorenz; Sander, Florian; Fischer, Hans; Schecker, Horst; v. Aufschnaiter, Stefan & Welzel, Manuela (1998). Labwork in science education. Category based analysis of videotapes from labwork (CBAV) – Method and results from four case-studies. Targeted socioeconomic research program, Project PL 95-2005.
- [16] Schreiber, Nico (2012). Diagnostik experimenteller Kompetenz. Validierung technologiegestützter Testverfahren im Rahmen eines Kompetenzstrukturmodells. Berlin: Logos (Studien zum Physik- und Chemielernen, 139).
- [17] Schreiber, Nico; Theyßen, Heike; Schecker, Horst (2014). Diagnostik experimenteller Kompetenz: Kann man Realexperimente durch Simulationen ersetzen? In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 20(1), 161-173
- [18] Priemer, Burkhard (2011). Was ist das Offene beim Experimentieren? In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*; Jg. 17, 2011, S. 315-337
- [19] Seider, Tina; Meyer, Lena (2003). Kapitle 11 – Skalendokumentation Lehrerfragebogen. In: Seidel, T., Prenzel, M., Duit, R. & Lehrke, M. (Hrsg.): *Technischer Bericht zur Videostudie „Lehr- und Lernprozesse im Physikunterricht“*. Kiel: Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN), S. 240-273.
- [20] Tesch, Maïke; Reinders, Duit (2004). Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*; Jg. 10, 2004, S. 51-69
- [21] Vorholzer, Andreas; von Aufschnaiter, Claudia; Kirschner, Sophie (2016). Entwicklung und Erprobung eines Tests zur Erfassung des Verständnisses experimenteller Denk- und Arbeitsweisen. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*; 2016, S. 1-17
- [22] Winkelmann, Jan (2015). Auswirkungen auf den Fachwissenszuwachs und auf affektive Schülermerkmale durch Schüler- und Demonstrationsexperimente im Physikunterricht. Berlin: Logos Verlag