

Förderung experimenteller Kompetenz

Kompetenzorientierung des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist seit der Einführung nationaler Bildungsstandards ein wesentliches Thema der Lehreraus- und -fortbildung geworden. Junge Naturwissenschaftslehrkräfte lernen Erkenntnisse zur Entwicklung von fach- und prozessbezogenen Kompetenzen bereits im Studium kennen. Länger im Dienst befindliche Lehrkräfte sind durch die komplexe Aufgabe, ihren Unterricht kompetenzorientiert zu überdenken, stark herausgefordert. Das Land Hamburg startete daher 2008 mit dem Schulversuchsprogramm *alles>>können* ein breit angelegtes Unterrichtsentwicklungsprogramm mit Lehrerfortbildung zur Förderung eines individualisierten und kompetenzorientierten Unterrichts. Im Lehrer-Fachset „Naturwissenschaften“ des Schulversuchs begann diese Arbeit mit der Entwicklung eines stark unterrichtsbezogenen Modells experimenteller Kompetenz (Maiseyenko et al., 2013; Nawrath et al., 2011). Das Modell schlüsselt das Spektrum experimenteller Fähigkeiten in sieben Felder auf, von der Entwicklung einer Fragestellung bis zum Ziehen von Schlussfolgerungen aus Versuchsergebnissen. Die Fachsetlehrkräfte haben ihre experimentellen Unterrichtsphasen modellorientiert umgestaltet, indem jeweils bestimmte Fähigkeiten in den Vordergrund gestellt und explizit thematisiert wurden. Die Lernwirksamkeit eines solchen langfristig angelegten Unterrichts auf die Entwicklung experimenteller Fähigkeiten bei den Schülerinnen und Schülern wurde im Rahmen einer Interventionsstudie (Maiseyenko, 2014) untersucht.

Ausgangslage

Die hier vorgestellte Studie ist in den Forschungsverbund *komdif* (Schroeter et al., 2013) eingebettet, der sich mit der empirischen Forschung und Überprüfung von Kompetenzstruktur- und Kompetenzentwicklungsmodellen beschäftigt. Das Hamburger Programm lieferte eine gute Grundlage für empirische Studien im Feld. In der hier vorgestellten Studie sollten zwei Forschungsfragen beantwortet werden:

- Praxistauglichkeit: In welchem Maße und in welcher Weise wird das im Fachset entwickelte Modell von den Lehrkräften bei der Unterrichtsgestaltung genutzt?
- Lernwirksamkeit: Sind die Lernwirkungen eines Unterrichts, der sich an diesem Modell orientiert, für das Lernen der experimentellen Methode höher als bei einem Unterricht ohne derartige Modellorientierung?

Im Rahmen der Akzeptanz- und Nutzungsstudie wurde die Praxistauglichkeit des Modells untersucht und anhand einer Reihe von Kriterien bestätigt (vgl. Maiseyenko et al., 2013). Die Anlage und Ergebnisse der Lernwirksamkeitsprüfung werden im Weiteren genauer erläutert.

Design und Methode

Die Interventionsstudie stellt einen Längsschnitt über ein ganzes Schuljahr dar, welcher in neun Klassen Hamburger Gymnasien und Gesamtschulen in den Jahrgängen 7 und 8 durchgeführt wurde. Fünf Klassen der Versuchsgruppe (N = 83) und vier Klassen der Vergleichsgruppe (N = 72) bearbeiteten prä und post zwei Aufgaben, mit denen ihre Experimentierkompetenz gemessen wurde. In einer der Aufgaben geht es um die Abhängigkeit der Zeit zum Auflösen von Brausetabletten von der Wassertemperatur. Die Lesefähigkeit der Schülerinnen und Schüler, ihre kognitiven Fähigkeiten und die Selbsteinschätzung im Bezug auf den Naturwissenschaftsunterricht und das Experimentieren unterschieden sich in den

beiden Gruppen nicht signifikant. Die Intervention in der Versuchsgruppe bestand einerseits aus der modellbasierten Gestaltung experimenteller Unterrichtsphasen durch die Fachlehrer (z. B. die Kennzeichnung kompetenzieller Schwerpunkte auf den Aufgabenblättern, Rückmeldung an die Schüler anhand des Modells). Zudem wurden über das Interventionsjahr verteilt drei Unterrichtseinheiten zur Förderung handlungsbezogener experimenteller Fähigkeiten „Versuch funktionsfähig aufbauen“, „Beobachten / Messen / Dokumentieren“ und „Daten aufbereiten“ durchgeführt (Tomczyszyn et al., 2012). In der Vergleichsgruppe (darunter drei Parallelklassen zu Klassen der Versuchsgruppe) fand ein thematisch und vom zeitlichen Umfang her weitgehend gleicher experimenteller Unterricht statt, jedoch ohne explizite Thematisierung der experimentellen Methodik. Die Lernausgangslängen in Versuchs- und Vergleichsgruppe unterschieden sich nicht signifikant. Für den Treatment-Check haben die Interventionslehrkräfte ihren gesamten Unterricht in speziellen Unterrichtsprotokollbögen dokumentiert.

In den Prä- und Posttests experimentierten die Schüler individuell und protokollierten ihre Ergebnisse. Ein Team aus drei bis sechs geschulten Ratern begleitete den Prozess und hielt dabei ihre Beobachtungen in den speziell dafür entwickelten Rastern fest. Es wurden zwei Arten von Daten aufgenommen: *Prozessdaten* aus den Beobachtungsrastern zu den Fähigkeiten „Aufbauen“, „Messen“ und „Beobachten“ sowie *Produktdaten* aus den schriftlichen Schülerprotokollen zu den Kategorien „Dokumentieren“ und „Daten aufbereiten“.

Ergebnisse und Diskussion

Bei der Prä-Erhebung wurden ca. 30 % aller Schüler doppelt kodiert. Die Auswertung dieser Daten führte zum Ausschluss einiger Rasterkategorien mit niedriger Interraterübereinstimmung. Die restlichen Kategorien wurden bei der Post-Erhebung erneut eingesetzt. Auf Basis der Kategorien für die Prozessqualität ließen sich jedoch keine intern konsistenten Skalen bilden (zu geringe Skalenreliabilität). Die weiteren Analysen erfolgten daher auf Basis der Produktdaten. In einem Dreischritt wurden dafür die *Ausgangszustände* der Kontroll- und der Vergleichsgruppe verglichen, die Veränderungen innerhalb der Gruppen von prä nach post untersucht (*Intragruppenvergleich*) und anschließend die Unterschiede in den Leistungsdifferenzen beider Gruppen auf die Signifikanz überprüft (*Intergruppenvergleich*). Alle Schülerprotokolle aus den Tests wurden mit Hilfe eines dafür entwickelten Manuals mit 50 Indikatoren kodiert. Nach der Reliabilitätsprüfung von Skalen, die auf der Basis themenspezifischer Indikatoren gebildet wurden, wurden Gruppenvergleiche für „Dokumentieren“, „Daten aufbereiten“, „Handlungen beim Messen“ sowie den Aufgabengesamt-score durchgeführt.

Abbildung 1 zeigt die Veränderung der Testleistung der beiden Gruppen bezogen auf den Aufgabengesamt-score zwischen den beiden Erhebungszeitpunkten. Das Ergebnis ist repräsentativ für alle vier Kategorien; es lassen sich signifikante bis hoch signifikante Gruppenunterschiede bei den Kompetenzzuwächsen feststellen (s. Tab. 1). Mittlere bis hohe Effektstärken ergeben sich bei „Daten aufbereiten“ ($d = .66^{**}$) und „Aufgabenscore“ ($d = .79^{**}$). Angesichts der Unterschiede im Ausgangszustand beider Gruppen (s. Abb. 1) wurde jeweils mittels des Hake-Faktors h (Hake, 1998) der erreichte Zuwachs im Verhältnis zum maximal möglichen (der relative Zuwachs) betrachtet.

Die Varianzanalyse auf der Basis des Gesamtscores mit Berücksichtigung der Unterschiede in den Ausgangszuständen der Gruppen ergibt einen Haupteffekt der Zugehörigkeit zur Untersuchungsgruppe von ca. 7 % in der Gesamtvarianz der Änderungen der Schülerleistungen.

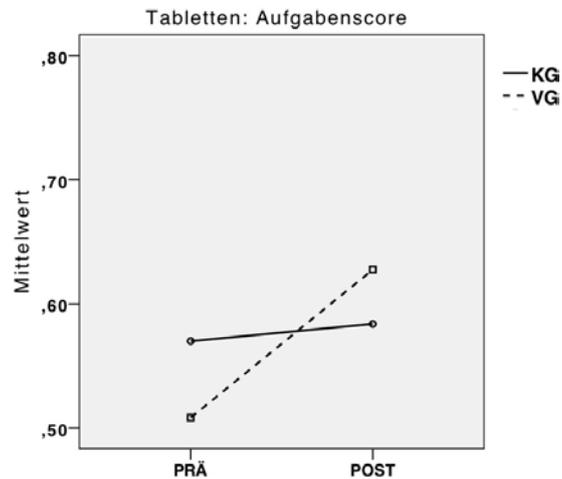


Abb. 1: Veränderung von Mittelwerten des Aufgabengesamtscores vom prä- zum post-Erhebungszeitpunkt in den Untersuchungsgruppen.

Tab 1. Intergruppenvergleich

Kategorie	Gruppenunterschiede	h_{KG}	h_{VG}
Dokumentieren	$t(153) = -2.64, d = .43^{**}$.094	.202
Daten aufbereiten	$t(153) = -4.08, d = .66^{***}$	-.035	.251
Handeln	$U = 2502.5, \phi = .17^*$.150	.497
Aufgabenscore	$t(153) = -4.87, d = .79^{***}$.030	.244

Die hier vorgestellte quasi-experimentelle Interventionsstudie wurde in einer realen Schulsituation durchgeführt. Eine strenge Variablenkontrolle ist dabei im Format eines Längsschnitts nicht möglich. Dennoch gibt die Studie deutliche Hinweise auf die Möglichkeit, die experimentellen Schülerfähigkeiten mittels einer langfristig angelegten modellorientierten Unterrichtsgestaltung zu fördern.

Literatur

- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics* 1 (66), S. 64–74.
- Maiseyenko, V. (2014). Modellbasiertes Experimentieren im Unterricht: Praxistauglichkeit und Lernwirkungen. Berlin: Logos.
- Maiseyenko, V., Schecker, H., & Nawrath, D. (2013). Kompetenzorientierung des naturwissenschaftlichen Unterrichts – Symbiotische Kooperation bei der Entwicklung eines Modells experimenteller Kompetenz. *Physik und Didaktik in der Schule und Hochschule*, 12 (1). S. 1-17.
- Nawrath, D., Maiseyenko, V. & Schecker, H. (2011). Experimentelle Kompetenz - Ein Modell für die Unterrichtspraxis. *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule*, 6 (60), 42-48.
- Schroeter, B., Harms, U., Klüh, B., Lücken, M., Möller, J., & Südkamp, A. (2013). Kompetenzorientiert unterrichten und rückmelden. *Der Hamburger Schulversuch alles»könnner und das Forschungsprogramm komdif. Die Deutsche Schule (DDS)*, 105(2), 210-224.
- Tomczyszyn, E., Nawrath, D., & Maiseyenko, V. (2012). Lernarrangements zur Förderung experimenteller Kompetenzen. In: *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule*, 61(5), S. 44 – 48.