

Simon Goertz¹
Heidrun Heinke¹

¹RWTH Aachen University

Förderung experimenteller Kompetenzen durch FLexKom-Lernzirkel

Motivation

Experimentelle Kompetenzen sind in den Bildungsstandards der KMK (vgl. KMK, 2005) sowie in deutschen Lehrplänen fest verankert. Die Förderung dieser Kompetenzen ist ein wichtiges Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts, insbesondere auch des Physikunterrichts. Um Lehrkräfte bei der Förderung solcher Kompetenzen zu unterstützen und dafür insbesondere auch geeignete Experimente zur Verfügung zu stellen, ist an der RWTH Aachen eine neue Plattform konzipiert worden, die Unterrichtsmaterialien anbietet (vgl. Goertz et al., 2019 und Goertz et al., 2020). Diese Plattform trägt den Namen FLexKom (Fördern und Lernen experimenteller **K**ompetenzen) und ist frei zugänglich¹.

Materialien und Lernzirkel der Plattform FLexKom

Auf der Plattform werden einzelne Module bereitgestellt, die jeweils eine experimentelle Teilkompetenz (z.B. den elektronischen Versuchsaufbau realisieren oder die Variablenkontrollstrategie anwenden) fokussieren. Die einzelnen Module können methodisch in einem Lernzirkel eingesetzt werden, wobei die Konzeptionsidee der Plattform bestimmte Rahmenbedingungen für diese Lernzirkel vorsieht, die in Goertz et al., 2019 erläutert werden. Typischerweise werden in einem Lernzirkel der Plattform fünf Module eingesetzt. Die Zusammenstellung der Module kann dabei nach verschiedenen Aspekten vorgenommen werden. Eine Möglichkeit besteht darin, dass man mehrere Kompetenzen in dem Lernzirkel thematisiert, wobei die jeweiligen Thematiken aus einem gemeinsamen Inhaltsfeld (z.B. Elektrizitätslehre) stammen (Typ-A Lernzirkel „Breitband“). Es können aber auch fünf Module gewählt werden, die eine gleiche Kompetenz fokussieren (z.B. Variablenkontrollstrategie), aber dabei auf verschiedene Inhaltsbereiche zurückgreifen (Typ-B Lernzirkel „Schwerpunkt“).

Forschungsfrage und Hypothesen

Im Rahmen eines Promotionsvorhabens werden zwei FLexKom Lernzirkel evaluiert, wobei sich dieser Beitrag auf einen Typ-A Lernzirkel bezieht und mit der folgenden Forschungsfrage auseinandersetzt: FF1 *Inwiefern fördert der ausgewählte Lernzirkel der Plattform FLexKom experimentelle Kompetenzen unter schulpraxistauglichen Rahmenbedingungen?* Andere Forschungsvorhaben konnten bereits eine explizite Förderung als besonders effektiv im Vergleich zu einer impliziten herausstellen (vgl. Vorholzer, 2016 und Schwichow, 2015). Mit diesen Erkenntnissen ergeben sich bezüglich der oben formulierten Forschungsfrage die Hypothesen, dass man durch den Einsatz der FLexKom-Lernzirkel einen signifikanten Lernzuwachs in den einzelnen geförderten Teilkompetenzen feststellen kann (H1.1) und dass im Lernzirkel nicht geförderte Teilkompetenzen keinen signifikanten Lernzuwachs aufweisen (H1.2).

Testinstrument und Interventionsaufbau

Um die Forschungsfragen beantworten und die Hypothesen bewerten zu können, werden Testinstrumente benötigt, die experimentelle Kompetenzen erfassen können. Zunächst wird mit dem MeK LSA Test (Messung experimenteller Kompetenz in Large Scale Assessments) ein validiertes Instrument verwendet, das verschiedene experimentelle Teilkompetenzen durch eine simulative Durchführung eines Versuchssettings misst². In dem Test stehen verschiedene

¹ Die Plattform kann über den Link www.sciphylab.de/flexkom erreicht werden.

² Wir möchten uns herzlich bei den Entwicklern, insbesondere bei Prof. Dr. Heike Theyßen, bedanken.

Inhaltsfelder (Elektrizitätslehre, Mechanik und Optik) und Items (Versuchsplanung, Aufbau von Experimenten, Durchführung und Auswertung von Messungen) zur Verfügung, die jeweils einen Teilbereich des Experimentierens behandeln. Nähere Informationen zum MeK LSA Test finden sich in Theyßen et al., 2016. Der Einsatz des Testinstruments und der Lernzirkel sind in eine Intervention integriert, die in Abbildung 1 dargestellt ist.

Mit einem Prä-Test wird das Vorwissen der Probanden untersucht. Danach erfolgt die Intervention, welche aus einer Motivationsphase, der Lernzirkeldurchführung und einer Sicherungsphase besteht. Um den Lernzuwachs belegen zu können wird ein Post-Test im Anschluss daran eingesetzt. Für das gesamte Design sind insgesamt drei Doppelstunden verwendet worden. Für einen Teil der Probanden gab es zusätzlich einen Follow-up-Test.

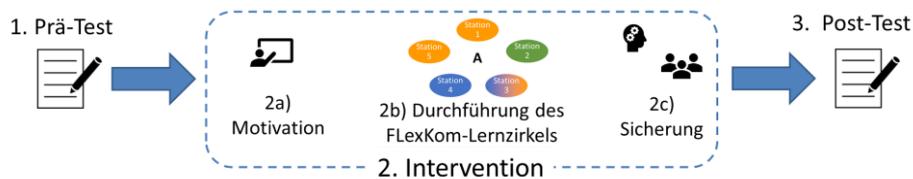


Abb.1: Aufbau der Studie. Nach dem Prä-Test findet die Intervention, bestehend aus einer Motivation, der Lernzirkeldurchführung und einer Sicherung, statt. Darauf folgt der Post-Test.

Stichprobe

Die Stichprobe der Pilotierung umfasst fünf gymnasiale Schulklassen aus der Region Aachen. Die Schülerinnen und Schüler (SuS) waren zwischen 12 und 14 Jahren alt (42% weiblich, 41% männlich, 17% divers oder ohne Angabe). Insgesamt haben an der Prä-Erhebung 127 SuS teilgenommen. Da eine Klasse nicht den Post-Test durchgeführt hat, ist die Anzahl mit 102 SuS zu diesem zweiten Zeitpunkt geringer.

Der MeK LSA Test stellt ein besonderes Testinstrument dar, welches eine möglicherweise tiefergehende Auseinandersetzung mit der Thematik bedingt als es bspw. ein Paper-Pencil Test mit Multiple-Choice Fragen leistet. Aus diesem Grund ist auch eine Kontrollgruppe untersucht worden, die nur an der Prä- und Post-Testphase teilnahm, um einen möglichen Einfluss des Testinstruments erfassen zu können. Diese Gruppe umfasst 52 SuS (60% weiblich³, 19% männlich, 21% divers oder ohne Angabe) im Alter von 14-15 Jahren.

Ergebnisse

Der MeK LSA Test umfasst, wie oben erwähnt, verschiedene Teilbereiche. Exemplarisch wird hier der Teilbereich „Aufbau“ (Versuchsaufbau) betrachtet. Um die Entwicklung der Leistungen vom Prä- zum Post-Test sowie die Entwicklung der beiden Gruppen (Interventions- und Kontrollgruppe) zu analysieren, wurde eine Varianzanalyse durchgeführt. In Abbildung 2 sind beispielhaft die Ergebnisse für den Bereich „Aufbau“ dargestellt.

Man erkennt anhand der Abbildung 2 zum einen, dass es einen höchst signifikanten Interaktionseffekt (zwischen Testzeitpunkt und Gruppenzugehörigkeit) mit großer Effektstärke gibt ($F(1,38.79)=18.93$, $p < 0.1\%$, $\eta^2 = 0.176$), wobei eine robuste Varianzanalyse angewandt wurde (vgl. Mair und Wilcox, 2020). Die Interventionsgruppe verändert sich zwischen den Testzeitpunkten höchst signifikant mit einer großen Effektstärke ($p < 0.1\%$, $r=0.47$ bzw. $d=0.91$). Dagegen sieht man bei der Kontrollgruppe keine signifikante Veränderung in den Ergebnissen zum Bereich „Aufbau“.

³ Eine Klasse der Kontrollgruppe entstammt einem Mädchengymnasium.

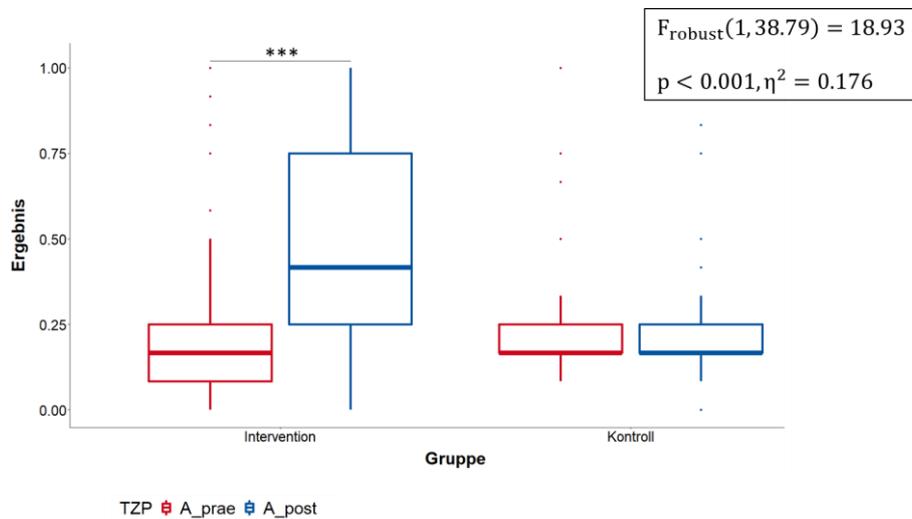


Abb.2: Ergebnisse der Varianzanalyse zum Kompetenzbereich „Aufbau“. Der Interaktionseffekt von Testzeitpunkt (TZP) und Gruppenzugehörigkeit ist höchst signifikant mit großer Effektstärke ($\eta^2 = 0.176$). Die Ergebnisse der Interventionsgruppe unterscheiden sich höchst signifikant zwischen den beiden TZP. Die Kontrollgruppe zeigt keine solche Entwicklung.

Für den Bereich „Diagramm“ (Diagrammerstellung) sind ähnliche Ergebnisse bezüglich der Signifikanzniveaus zu verzeichnen, wobei die Effektstärken im mittleren Bereich sowohl bei der Interaktion als auch bei der Veränderung der Ergebnisse der Interventionsgruppe liegen. Für die Kontrollgruppe konnte erneut keine signifikante Veränderung gefunden werden. Die beiden Kompetenzbereiche „Aufbau“ und „Diagramm“ sind durch Module im Lernzirkel gefördert worden.

Im Gegensatz dazu ist die Kompetenz der Versuchsplanung nicht explizit gefördert worden. Erwartungskonform erkennt man auch keine signifikante Änderung der entsprechenden Ergebnisse in beiden Gruppen.

Zusammenfassung und Ausblick

Mit diesem Beitrag wurden ausgewählte Ergebnisse der Evaluation der FLEXTOM-Lernzirkel präsentiert. Bezüglich der gestellten Forschungsfrage konnte die Hypothese H1.1 mit den Ergebnissen bestätigt werden. Die Verbesserung der Testergebnisse im Post-Test zeigt einen signifikanten Lernzuwachs bei den geförderten Teilkompetenzen. Zudem wird auch die Hypothese H1.2 verifiziert, da die nicht geförderte Teilkompetenz in den Testergebnissen auch keine signifikante Veränderung aufweist. Durch die Analyse der Ergebnisse der Kontrollgruppe konnte zudem gezeigt werden, dass das gewählte Testinstrument keinen Einfluss auf die Ergebnisse hat. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass die einzelnen Module im Lernzirkel in Kombination mit der Motivations- und Sicherungsphase für den Lernzuwachs sorgen und damit das Konzept des Einsatzes von Lernzirkeln zur Förderung experimenteller Kompetenzen erfolgreich ist.

Neben diesen Resultaten konnten ähnliche Ergebnisse auch für den Bereich der Variablenkontrolle gezeigt werden. Die Lernzuwächse wurden bei SuS verschiedener Leistungsniveaus festgestellt. Eine ausführliche Analyse dieser Zusammenhänge sowie die Abgrenzung des Typ-A Lernzirkels von einem Typ-B Lernzirkel, der nur die Variablenkontrolle fokussiert, wird als nächster Forschungsschritt vorgenommen.

Literatur

- Goertz, S., Klein, P., Riese, J. & Heinke, H. (2019). Die Plattform „FLexKom“ zur Förderung experimenteller Kompetenzen – Konzept und Einsatzbeispiele. In: PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2019, Aachen.
- Goertz, S., Götz, B. D. und Heinke, H. (2020). Unterstützung für Lehrkräfte beim Umgang mit Messdaten im Physikunterricht. In: S. Habig (Hrsg.), Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Wien 2019. Universität Duisburg-Essen, S. 114–117.
- KMK (2005). Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004. [www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16 - Bildungsstandards - Physik - Mittleren -SA.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16_Bildungsstandards_Physik_Mittleren-SA.pdf). Abgerufen: 06.07.2020.
- Mair, P. und Wilcox, R. (2020). Robust statistical methods in R using the WRS2 package. *Behavior Research Methods*. 52, S. 464–488.
- Schwichow, M. G. (2015). Förderung der Variablen-Kontroll-Strategie im Physikunterricht. Dissertation. Christian-Albrecht-Universität zu Kiel.
- Theyßen, H., Schecker, H., Neumann, K., Eickhorst, B. & Dickmann, M. et al. (2016). Messung experimenteller Kompetenz - ein computergestützter Experimentiertest. In: *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule (PhyDiD)* 15(1), S. 26-48.
- Vorholzer, A. (2016). Wie lassen sich Kompetenzen des experimentellen Denkens und Arbeitens fördern? – Eine empirische Untersuchung der Wirkung eines expliziten und eines impliziten Instruktionsansatzes. Berlin: Logos Verlag.