

Einfluss der Transferdistanz auf die Entwicklung experimenteller Kompetenzen

Einleitung

Die Förderung von experimentellen Kompetenzen ist ein wichtiges Ziel naturwissenschaftlicher Bildung (z. B. KMK, 2005; KMK, 2008; KMK, 2020). Sie befähigen zur Erkenntnisgewinnung durch Experimentieren, d. h. zum Formulieren von Fragestellungen und Hypothesen, zum Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten sowie zum Reflektieren des gesamten Vorgehens (Emden & Sumfleth, 2016). Dabei stellt das Experimentieren eine zentrale naturwissenschaftliche Arbeitsweise dar (Reith & Nehring, 2020). Für einen differentiellen Zugang zu experimentellen Kompetenzen werden sie im vorliegenden Projekt in der Kompetenztrias aus den Facetten der Dispositionen, Prozesse und Produkte modelliert (Reith & Nehring, 2021):

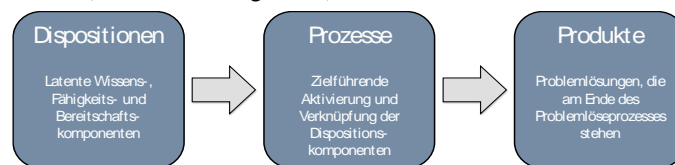


Abb. 1: Modell der Kompetenztrias

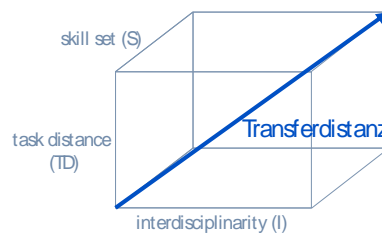
Sequenzierung von Lerngelegenheiten als Gegenstand von Kompetenzforschung

Die Entwicklung von Kompetenzen kann insbesondere durch die handelnde Auseinandersetzung mit domänenspezifischen Problemstellungen ermöglicht werden. Kompetenzen können in verschiedenen Lerngelegenheiten erworben und gefördert und im Anschluss zur Lösung von weiteren Problemstellungen innerhalb der spezifischen Domäne genutzt werden (Koeppen, Hartig, Klieme & Leutner, 2008). Die Konzeptualisierung als Kompetenzen schließt also mit ein, dass experimentelle Kompetenzen in einer Vielfalt von Lerngelegenheiten innerhalb der Domäne der Erkenntnisgewinnung durch Experimentieren erworben, gefördert und angewandt werden können (Vorholzer, Hägele und von Aufschnaiter, 2020).

Je nach Gestaltung einer Sequenz von kompetenzorientierten Lerngelegenheiten können unterschiedliche Arten von Progressionen im Fokus stehen: Es können Lernsequenzen eingesetzt werden, in denen die Lernenden mit einer Vielfalt unterschiedlicher Problemstellungen innerhalb der spezifischen Domäne konfrontiert werden, um die Übertragbarkeit der erlangten Kompetenzen auf ein möglichst breites Spektrum von Problemstellungen zu fördern. Andererseits können aber auch Lernsequenzen eingesetzt werden, in denen die Lernenden mit Problemstellungen von großer Ähnlichkeit konfrontiert werden. Solche Lernsequenzen könnten aufgrund der Ähnlichkeit zwischen den einzelnen Lerngelegenheiten eine Art „Plateauphase“ darstellen und besser dazu geeignet sein, die erworbenen Kompetenzen zu stabilisieren sowie die Qualität der Problemlösungen in den adressierten Problemstellungen zu verbessern (Gut-Glanzmann, 2012; Vorholzer, Hägele & von Aufschnaiter, 2020).

Transferdistanz als Merkmal kompetenzorientierter Lerngelegenheiten

Da Wissen und Fähigkeiten – also Kompetenzkomponenten – im Zuge der handelnden Auseinandersetzung innerhalb solcher Lernsequenzen von einer (Quell-)Lerngelegenheit, in der dieses Wissen und diese Fähigkeiten erworben werden, in eine (Ziel-)Lerngelegenheit übertragen werden müssen, erfordern diese Lernsequenzen einen Transfer (Dori & Sasson, 2013; Kehne, 2019). Daher können die Unterschiede zwischen den oben beschriebenen Arten von Lernsequenzen in Anlehnung an die Transferforschung mithilfe der Transferdistanz beschrieben werden. Die Transferdistanz wird nach Dori und Sasson (2013) durch die Attribute *interdisciplinarity*, *task distance* und *skill set* bestimmt:



Dabei bezieht sich das *interdisciplinarity*-Attribut darauf, ob der Transfer in einander nah verwandter Inhaltsfelder (I ist gering) oder über verschiedene Disziplinen hinweg erfolgt (I ist hoch). Die *task distance* beschreibt, wie ähnlich sich die Lernsituationen sind, zwischen denen der Transfer erfolgt, und das Attribut des *skill set* variiert mit der Anzahl der anzuwendenden Fähigkeiten (Dori & Sasson, 2013).

Für die Kompetenzforschung stellt sich nun die Frage, inwiefern Lernsequenzen, die einen eher nahen Transfer erfordern, besser als Lernsequenzen mit eher fernem Transfer dazu geeignet sind, die Entwicklung experimenteller Kompetenzen zu unterstützen. In Anlehnung an die Konzeptualisierung der Transferdistanz nach Dori und Sasson (2013) lässt sich dieses Desiderat weiter aufschlüsseln: Inwiefern ist es für die Entwicklung experimenteller Kompetenzen förderlicher,...

- 1) ...zur Sequenzierung von Lerngelegenheiten einander nahestehende Inhaltsfelder zu nutzen (Bezug zum *interdisciplinarity*-Attribut)?
- 2) ...wenn den Lernenden die Gelegenheit gegeben wird, das Gelernte zu festigen, indem sie über einen gewissen Zeitraum hinweg mit ähnlichen Problemstellungen konfrontiert werden (Bezug zum *task distance*-Attribut)?
- 3) ...wenn statt der Gesamtheit der Wissens- und Fähigkeitskomponenten experimenteller Kompetenzen zunächst die Nutzung einzelner, getrennter Komponenten gefordert wird? (Bezug zum *skill set*-Attribut)?

Aus den Erkenntnissen zu diesen Fragen lassen sich Implikationen für die optimierte Gestaltung von Lernsequenzen zur Förderung experimenteller Kompetenzen und damit für die Unterrichts- und Lehrpraxis ableiten.

Forschungsfrage

Das vorliegende Forschungsvorhaben untersucht, neben anderen Foki, inwiefern sich die Variation des *interdisciplinarity*-Attributs der Transferdistanz auf die Kompetenzentwicklung auswirkt:

FF1: Inwiefern beeinflusst das *interdisciplinarity*-Attribut des Transfers zwischen Lerngelegenheiten innerhalb einer Lernsequenz die Entwicklung experimenteller Kompetenzen?

Studiendesign

Um diese Forschungsfrage zu beantworten, wird auf ein experimentelles Design zurückgegriffen, in dem das *interdisciplinarity*-Attribut des Transfers zwischen den Lerngelegenheiten zweier Lernsequenzen variiert und die Entwicklung der experimentellen Kompetenzen von Studierenden gemessen wird. Dazu werden die Studierenden randomisiert auf zwei Interventionsgruppen aufgeteilt. Beide Interventionen beinhalten die gleichen Lerngelegenheiten, die auf Basis des aktuellen Forschungsstands mit kompetenzförderlichen Elementen angereichert wurden (*cognitive conflict*, *demonstration* (Schwichow et al., 2016), explizite Instruktion (Vorholzer, 2016), *prompts* (Thillmann, 2008)). Diese Lerngelegenheiten unterscheiden sich lediglich in den thematisierten Inhaltsfeldern: Während alle Aufgaben der „Interventionsgruppe nah“ im Inhaltsfeld der Kinetik zu verorten sind, wechseln die Inhaltsfelder für die „Interventionsgruppe fern“ zwischen den Aufgaben. Durch diesen Ansatz soll erreicht werden, dass nichts als das *interdisciplinarity*-Attribut des Transfers zwischen den Lerngelegenheiten variiert wird.

Zunächst bearbeiten die Studierenden zwei Video-Aufgaben zur Einführung in naturwissenschaftliche Untersuchungen. Bei der „Interventionsgruppe nah“ wird dazu eine Beispieluntersuchung zum Einfluss von Katalysatoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit (Kinetik) verwendet, während bei der „Interventionsgruppe fern“ der Einfluss des pH-Werts auf das Redoxpotential (Elektrochemie) thematisiert wird. Im Anschluss können die Studierenden das Gelernte in einer eigenen naturwissenschaftlichen Untersuchung anwenden. Dabei untersucht die „Interventionsgruppe nah“ den Einfluss der Katalysatoroberfläche auf die Reaktionsgeschwindigkeit (Kinetik), während sich die „Interventionsgruppe fern“ mit dem Einfluss der Temperatur auf die Löslichkeit eines Salzes beschäftigt (Thermodynamik).

Die Lernsequenzen sind in ein Datenerhebungssetting integriert, das die Messung der Entwicklung der experimentellen Kompetenzen ermöglicht. Dazu werden zum Pre- und zum Post-Zeitpunkt die Ausprägungen der Facetten der Kompetenztrias gemessen. Abbildung 3 fasst das Studiendesign zusammen:

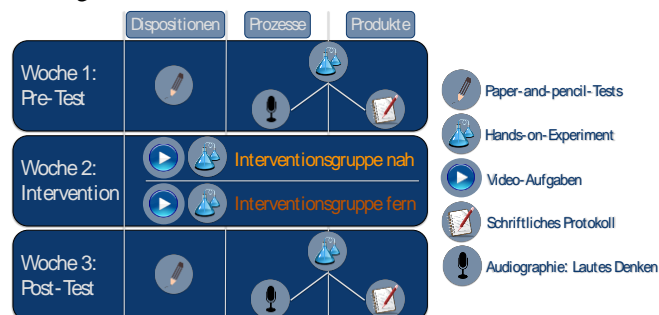


Abb. 3: Studiendesign

Ausblick

Um die Forschungsfrage beantworten zu können, werden derzeit Datenerhebungen durchgeführt, die voraussichtlich im Frühjahr 2022 abgeschlossen sind.

Literatur

- Arnold, J. (2015). *Die Wirksamkeit von Lernunterstützungen beim Forschenden Lernen: Eine Interventionsstudie zur Förderung des Wissenschaftlichen Denkens in der gymnasialen Oberstufe. BIOLOGIE lernen und lehren: Vol. 10*. Logos Verlag.
- Dori, Y. J., & Sasson, I. (2013). A three-attribute transfer skills framework – part I: establishing the model and its relation to chemical education. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 14(4), 363–375. <https://doi.org/10.1039/C3RP20093K>
- Elert, T. (2019). *Course Success in the Undergraduate General Chemistry Lab. Studien zum Physik- und Chemielernen: Vol. 284*. Logos Verlag.
- Emden, M. & Sumfleth, E. (2016). Assessing Students' Experimentation Processes in Guided Inquiry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 29–54.
- Gut-Glanzmann, C. (2012). *Modellierung und Messung experimenteller Kompetenz: Analyse eines large-scale Experimentiertests. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 134*. Logos Verlag.
- Kehne, F. (2019). *Analyse des Transfers von kontextualisiert erworbenem Wissen im Fach Chemie. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 271*. Logos Verlag.
- KMK/Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2005). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss*. Luchterhand.
- KMK/Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2008). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.10.2008 i.d.F. vom 8.12.2008*.
- KMK/Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland. (2020). *Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife*.
- Koeppen, K., Hartig, J., Klieme, E. & Leutner, D. (2008). Current Issues in Competence Modeling and Assessment. *Zeitschrift für Psychologie / Journal of Psychology*, 216(2), 61–73. <https://doi.org/10.1027/0044-3409.216.2.61>
- Reith, M., & Nehring, A. (2021). Experimentelle Kompetenz zwischen Disposition, Prozess und Produkt. In S. Habig (Ed.), *Naturwissenschaftlicher Unterricht und Lehrerbildung im Umbruch?*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, online Jahrestagung 2020.
- Schwichow, M., Croker, S., Zimmerman, C., Höffler, T., & Härtig, H. (2016). Teaching the control-of-variables strategy: A meta-analysis. *Developmental Review*, 39, 37–63. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.12.001>
- Thillmann, Hubertina (2008): *Selbstreguliertes Lernen durch Experimentieren: Von der Erfassung zur Förderung*. Online unter: https://duepublico2.uni-due.de/receive/duepublico_mods_00017311.
- Vorholzer, A. (2016). *Wie lassen sich Kompetenzen des experimentellen Denkens und Arbeitens fördern? Eine empirische Untersuchung der Wirkung eines expliziten und eines impliziten Instruktionsansatzes. Studien zum Physik- und Chemielernen: Vol. 197*. Berlin: Logos Verlag.
- Vorholzer, A., Hägele, J. J., & Aufschnaiter, C. von (2020). Instruktionen kohärent anlegen und Kompetenzaufbau untersuchen: Zugänge und Herausforderungen am Beispiel experimentbezogener Kompetenz. *Unterrichtswissenschaft*, 48, 61-89. <https://doi.org/10.1007/s42010-019-00064-5>