

Zusammenhänge zwischen Interessens- und Verständnisentwicklung

Die Ziele des Chemieunterrichts sind multivariat definiert. Zentrale Komponenten sind die Vermittlung eines fundierten Verständnisses chemischer Konzepte, aber auch die Förderung metakognitiver und motivationaler Schülermerkmale. Das Projekt Development of Learning in Science (DoLiS, s. Bernholt, Köhler & Broman, 2016) zielt darauf ab, Einflussfaktoren und deren Wechselwirkungen hinsichtlich der Entwicklung des Konzeptverständnisses zu beschreiben. In einer quantitativen Querschnittserhebung über die Jahrgangsstufen 5 bis 11 ($N = 2539$) wurde das Verständnis in den Bereichen Materie, Energie und chemische Reaktion erhoben und das Interesse der Schülerinnen und Schüler an chemischen Aktivitäten in sieben Bereichen erfasst. Die Befunde indizieren, dass mit steigender Klassenstufe zunehmend höhere positive Zusammenhänge zwischen der Testleistung und solchen Interessensdimensionen vorliegen, die mit potentiell kognitiv aktivierenden Aktivitäten assoziiert sind.

Theoretischer Hintergrund und Ziel

Ein elaboriertes Verständnis chemischer Konzepte zeichnet sich durch stark vernetzte Wissensstrukturen aus, die die Deutung übergeordneter Zusammenhänge und den Transfer auf neue Inhalte und Kontexte erlauben sowie die Integration neuer kognitiver Elemente erleichtern. Um den langwierigen Erwerb dieses hochgradig funktionalen Wissens zu fördern, ist eine Strukturierung des Unterrichts und der Lernprozesse anhand zentraler Konzepte des Faches (bspw. Basiskonzepte der Bildungsstandards) sowie die horizontale und vertikale Verknüpfung von Inhalten anhand dieser Konzepte sinnvoll (Bransford, Brown, Cocking & Council, 2000; Duschl, Maeng & Sezen, 2011; National Research Council, 2012). *Learning Progressions* (LPs) können, durch den iterativen Abgleich des hypothetischen und des realen Lernverlaufs, zu einer systematischen Förderung der Wissensentwicklung eingesetzt werden. LPs zu naturwissenschaftlichen Konzepten gehen von einer ansteigenden Ausdifferenzierung und Kohärenz des Wissens und somit von einem zunehmend sophistizierteren Konzeptverständnis aus, können aber gleichzeitig Hybridkonzepte integrieren und alternative Lernwege aufzeigen (z.B. Hadenfeldt, Liu & Neumann, 2014; Sevan & Talanquer, 2014). Lernen und Leistung sind eng mit kognitiven und motivationalen Personenmerkmalen verknüpft. Speziell das individuelle Interesse nimmt eine Schlüsselstellung ein, da es sich durch wiederholte, freiwillige und freudvolle Auseinandersetzung mit dem Interessensgegenstand auszeichnet und somit ein positiver Effekt auf den Wissenserwerb anzunehmen ist (Krapp, 1992). Während empirische Befunde im Mittel eine Zunahme des Fachwissens mit fortschreitender Schuldauer attestieren, wurden für die Entwicklung des Interesses an naturwissenschaftlichen Fächern, vor allem für die Chemie und die Physik, ein stark negativer Trend gefunden, der mit dem Übergang in die Sekundarstufe einsetzt (s. Krapp & Prenzel, 2011; Wigfield & Cambria, 2010). Diese Tendenz könnte in einer Ausdifferenzierung oder Neuorientierung des Interesses begründet, jedoch auch durch die Fokussierung des Unterrichts der Sekundarstufen auf kognitiv fordernde, teils hochgradig abstrakte und zuvor unbekannte naturwissenschaftliche Denkweisen bedingt sein (Anderhag et al., 2016). Befunde zum Einfluss des Interesses auf das Lernen lassen auf multiple positive Wirkungsweisen des Interesses schließen. So wenden Lernende mit höherem Fachinteresse häufiger effektivere Lern- und Lesestrategien an (Wigfield & Cambria, 2010), verfügen über eine bessere Selbstregulation (Lee, Lee & Bong, 2014), setzen sich funktionalere Leistungsziele (Wigfield & Cambria, 2010) und haben günstigere Voraussetzungen für die Reorganisation ihres Wis-

sensnetzwerks durch einen Konzeptwechsel (Cordova, Sinatra, Jones, Taasobshirazi & Lombardi, 2014). Diese positiven Effekte spiegeln sich in Ergebnissen zum Zusammenhang zwischen dem Fachinteresse und Indikatoren der Leistung wieder. In einer Metaanalyse von 1965 – 1990 fanden Schiefele, Krapp & Winteler (1992) eine durchschnittliche Korrelation von $r = .30$ zwischen dem Fachinteresse und der Leistung. Substantielle Zusammenhänge für den Mathematikunterricht belegten zudem Köller, Trautwein, Lüdtke & Baumert (2006), wohingegen Marsh, Trautwein, Lüdtke, Köller & Baumert (2005) nur kleine längsschnittliche Effekte nachweisen konnten. Jansen, Lüdtke & Schroeders (2016) fanden positive inter- und intraindividuelle Zusammenhänge zwischen den beiden Konstrukten, die für die Chemie, Physik und Mathematik auch bei Kontrolle der kognitiven Fähigkeiten bestehen blieben. Ferrell, Phillips & Barbera (2016) konnten weiterhin den positiven Einfluss des situativen Interesses auf die Leistung belegen. Längsschnittliche Untersuchungen deuten darauf hin, dass ein wechselseitiges Zusammenspiel zwischen dem Interesse und der Leistung vorliegt (Denissen, Zarrett & Eccles, 2007; Marsh et al., 2005). Eine differenzierte Betrachtung des Interesses am Chemieunterricht nehmen Dierks, Höffler & Parchmann (2014) und Dierks, Höffler, Blankenburg, Peters & Parchmann (2016) sowie Blankenburg, Höffler & Parchmann (2016) vor. In Anlehnung an Befunde zum Physikunterricht (Häussler & Hoffmann, 2002; Häussler, Hoffman, Langeheine, Rost & Sievers, 1998) wurde das Interesse in die vier Ebenen – Interesse 1.) am Fach, 2.) am Inhalt, 3.) am Kontext, 4.) an einer Tätigkeit – unterteilt. Zur Analyse des Interesses an naturwissenschaftlichen Tätigkeiten wurde das Berufswahlentscheidungsmodell Hollands (Holland, 1997) adaptiert, da es eine Abdeckung der vielfältigen Tätigkeiten im Chemieunterricht und überdies hinaus der Arbeitsweisen von Chemikerinnen und Chemikern erlaubt. Dabei werden die sechs Interessenstypen Realistic (R), Investigative (I), Artistic (A), Social (S), Enterprising (E) und Conventional (C) postuliert. In einer ersten empirischen Prüfung fanden Dierks et al. (2014) die zusätzliche Dimension Networking (N). Evidenz für die Struktur des modifizierten RIASEC+N Modell konnte anschließend in weiteren Studien durch Dierks et al. (2016) und Blankenburg et al. (2016) generiert werden (eine Beschreibung der Dimensionen und Items findet sich bei Dierks et al., 2016).

Das Ziel der hier dargestellten Studie ist es, die bereits vorhandenen Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Fachinteresse und Leistung in einer differenzierten Analyse genauer zu spezifizieren. Dazu wird eine querschnittliche Charakterisierung der Zusammenhänge zwischen dem Interesse an naturwissenschaftlichen Aktivitäten im Chemieunterricht von Schülerinnen und Schülern und ihrem Konzeptverständnis vorgenommen.

Studiendesign und Methode

Die hier untersuchte Stichprobe ist eine Teilstichprobe der binationalen DoLiS Studie, die $N = 2539$ Schülerinnen und Schülern von sechs Gymnasien in Schleswig-Holstein (5. – 11. Klasse, 55 % weiblich) umfasst. Die Daten wurden größtenteils mit bereits empirisch erprobten Items generiert (Interesse nach Dierks et al., 2016; Konzeptverständnis nach Hadenfeldt, Neumann, Bernholt, Liu & Parchmann, 2016). Das Konzeptverständnis wurde anhand eines Fachtests zu den Konzepten der chemischen Reaktion, der Energie und der Materie erhoben. Hierzu wurden 102 Items im Single-Choice Format (d.h. 34 je Konzept), davon 57 klassische und 45 Ordered Multiple Choice Aufgaben, in einem Ankerdesign mit jahrgangsspezifischen Aufgaben eingesetzt, sodass jeder Person 18 Ankeritems und 12 Jahrgangsspezifischen zum Bearbeiten vorlagen. Drei Aufgaben wurden aufgrund fehlerhafter Formulierungen für die weitere Untersuchung exkludiert. Das Interesse an chemischen Aktivitäten wurde mit 28 Items (vier je Dimension) mittels vierstufiger Likert-Skala erhoben. In die hier vorgenommene Analyse flossen drei Items je Dimension ein. Die Auswertung wurde mittels

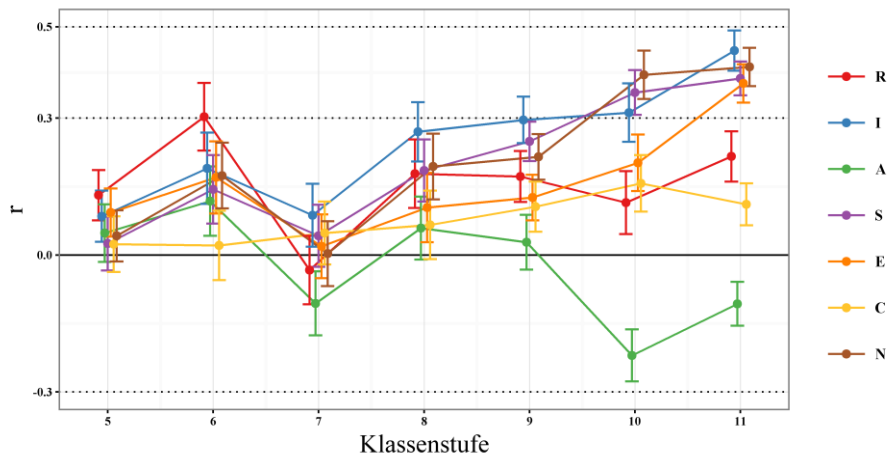


Abb. 1: Verlauf der latenten Korrelationen zwischen den Interessensdimensionen und dem Konzeptverständnis

einer konfirmatorischen Multi-Gruppen-Faktorenanalyse (MGCFA) durchgeführt. Hierzu wurden zunächst beide Konstrukte separat geschätzt: Für das Interesse konnte mittels einer MGCFA die angenommene Struktur verifiziert und starke Invarianz nachgewiesen werden. Die Modellierung des Fachtests mittels eindimensionalem 2PL-Multigruppen-IRT-Modells zeigte gute Fitwerte (EAP Reliability = .86, WLE Reliability = .82; Itemhomogenität: Infit-MnSq [0.98, 1.01], Outfit-MnSq [0.96, 1.07]). Anschließend wurden die resultierenden Personenparameter (WLE-Schätzer) als manifeste Variable in die MGCFA aufgenommen, um Korrelationen zwischen den Interessensdimensionen und dem Personenparameter zu errechnen ($CFI = .925$; $TLI = .919$; $RMSEA = .059$; $SRMR = .077$).

Ergebnisse und Diskussion

Erwartungskonform konnte eine kontinuierliche Zunahme des mittleren Konzeptverständnisses mit steigender Klassenstufe ($r = .65$, $p < .001$) gefunden werden. Es zeigte sich eine hohe Varianz innerhalb der Jahrgangsstufen, die sich in großen Überlappungsbereichen konsekutiver Jahrgänge äußert. Ebenso den theoretischen Annahmen entsprechend fällt das Interesse an naturwissenschaftlichen Aktivitäten mit steigender Klassenstufe im Mittel für alle Dimensionen stark ab. Die Betrachtung der latenten Korrelationen zwischen den Interessensdimensionen und dem Personenparameter deutet darauf hin, dass die in der Oberstufe hoch korrelierenden Dimensionen Investigative, Networking und die Dimension Social zunehmend mit dem Konzeptverständnis zusammenhängen (vgl. Denissen et al., 2007). Auch für die Dimension Enterprising liegt in Klassenstufe 11 eine moderate positive Korrelation mit dem Fachwissen vor, während die Dimensionen Realistic, Artistic und Conventional nur geringe Zusammenhänge zum Fachwissen zeigen. Die Ergebnisse deuten an, dass Interesse, das auf potentiell kognitiv aktivierende Aktivitäten oder die Kommunikation von Wissen fokussiert, zunehmend mit der Leistung korreliert, wohingegen Interesse an ausführenden, reproduzierenden Tätigkeiten durchgehend nur kleine Zusammenhänge aufweist. Eine spannende Aufgabe scheint die Integration des akademischen Selbstkonzepts zu sein, um weitere Einsicht in diese Zusammenhänge, insbesondere für die Dimensionen Sozial, Networking und Enterprising, zu erlangen. Um Aussagen über Wirkungsweisen tätigen zu können, sind zudem weitergehende längsschnittliche Untersuchungen essentiell.

Literatur

- Anderhag, P., Wickman, P.-O., Bergqvist, K., Jakobson, B., Hamza, K. M., & Säljö, R. (2016). Why Do Secondary School Students Lose Their Interest in Science? Or Does it Never Emerge? A Possible and Overlooked Explanation. *Science Education*, 100(5), 791–813.
- Bernholt, S., Köhler, C., & Broman, K. (2016). Die Verständnisenwicklung zentraler Fachkonzepte im Chemieunterricht der Sekundarstufe. In C. Maurer (Hrsg.), *Authentizität und Lernen – das Fach in der Fachdidaktik, Jahrestagung in Berlin 2015* (S. 223–225). Universität Regensburg: GDCCP.
- Blankenburg, J. S., Höffler, T. N., & Parchmann, I. (2016). Fostering Today What is Needed Tomorrow: Investigating Students' Interest in Science. *Science Education*, 100(2), 364–391.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., Cocking, R. R., & Council, N. R. (Hrsg.) (2000). *How People Learn*. National Academies Press.
- Cordova, J. R., Sinatra, G. M., Jones, S. H., Taasoobshirazi, G., & Lombardi, D. (2014). Confidence in prior knowledge, self-efficacy, interest and prior knowledge: Influences on conceptual change. *Contemporary Educational Psychology*, 39(2), 164–174.
- Denissen, J. J. A., Zarrett, N. R., & Eccles, J. S. (2007). I Like to Do It, I'm Able, and I Know I Am: Longitudinal Couplings Between Domain-Specific Achievement, Self-Concept, and Interest. *Child Development*, 78(2), 430–447.
- Dierks, P. O., Höffler, T. N., & Parchmann, I. (2014). Profiling interest of students in science: Learning in school and beyond. *Research in Science & Technological Education*, 32(2), 97–114.
- Dierks, P. O., Höffler, T. N., Blankenburg, J. S., Peters, H., & Parchmann, I. (2016). Interest in science: a RIASEC-based analysis of students' interests. *International Journal of Science Education*, 38(2), 238–258.
- Duschl, R., Maeng, S., & Sezen, A. (2011). Learning progressions and teaching sequences: a review and analysis. *Studies in Science Education*, 47(2), 123–182.
- Ferrell, B., Phillips, M. M., & Barbera, J. (2016). Connecting achievement motivation to performance in general chemistry. *Chem. Educ. Res. Pract.*
- Hadenfeldt, J. C., Liu, X., & Neumann, K. (2014). Framing students' progression in understanding matter: a review of previous research. *Studies in Science Education*, 50(2), 181–208.
- Hadenfeldt, J. C., Neumann, K., Bernholt, S., Liu, X., & Parchmann, I. (2016). Students' progression in understanding the matter concept. *Journal of Research in Science Teaching*, 683–708.
- Häussler, P., & Hoffmann, L. (2002). An intervention study to enhance girls interest, self-concept, and achievement in physics classes. *J. Res. Sci. Teach.*, 39(9), 870–888.
- Häussler, P., Hoffmann, L., Langeheine, R., Rost, J., & Sievers, K. (1998). A typology of students' interest in physics and the distribution of gender and age within each type. *International Journal of Science Education*, 20(2), 223–238.
- Holland, J. L. (1997). *Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments*. Jan (3. Auflage). Psychological Assessment Resources.
- Jansen, M., Lüdtke, O., & Schroeders, U. (2016). Evidence for a positive relation between interest and achievement: Examining between-person and within-person variation in five domains. *Contemporary Educational Psychology*, 46, 116–127.
- Köller, O., Trautwein, U., Lüdtke, O., & Baumert, J. (2006). Zum Zusammenspiel von schulischer Leistung, Selbstkonzept und Interesse in der gymnasialen Oberstufe. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(1/2), 27–39.
- Krapp, A. (1992). Interesse, Lernen, Leistung. *Neuere Ansätze der pädagogisch psychologischen Interessenforschung*. *Zeitschrift für Pädagogik*, 38, 747–770.
- Krapp, A., & Prenzel, M. (2011). Research on Interest in Science: Theories, methods, and findings. *International Journal of Science Education*, 33(1), 27–50.
- Lee, W., Lee, M.-J., & Bong, M. (2014). Testing interest and self-efficacy as predictors of academic self-regulation and achievement. *Contemporary Educational Psychology*, 39(2), 86–99.
- Marsh, H. W., Trautwein, U., Lüdtke, O., Köller, O., & Baumert, J. (2005). Academic Self-Concept, Interest, Grades, and Standardized Test Scores: Reciprocal Effects Models of Causal Ordering. *Child Development*, 76(2), 397–416.
- National Research Council (2012). *A Framework for K-12 Science Education*. (H. Quinn, H. Schweingruber & T. Keller, Hrsg.). National Academies Press.
- Schiefele, U., Krapp, A., & Winteler, A. (1992). Interest as a predictor of academic achievement: A meta-analysis of research. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Sevian, H., & Talanquer, V. (2014). Rethinking chemistry: a learning progression on chemical thinking. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 15(1), 10–23.
- Wigfield, A., & Cambria, J. (2010). Students' achievement values, goal orientations, and interest: Definitions, development, and relations to achievement outcomes. *Developmental Review*, 30(1), 1–35.