

Bitte legen sie Ihrer Dissertationsskizze folgende Projektbeschreibung zugrunde:

Funktionales Denken – Der Beitrag von Repräsentationen und Zugangsweisen zur Verständnisenwicklung

Der Begriff der Funktion zieht sich als Leitbegriff durch die Mathematikcurricula aller Schularten und Schulstufen und ist eng verknüpft mit der fundamentalen Idee (Leitidee) des funktionalen Zusammenhangs. Die Fähigkeiten des funktionalen Denkens werden entsprechend spiralig aufgebaut. Beim funktionalen Denken, also dem gedanklichen Umgang mit Funktionen, sind drei grundlegende Aspekte (vgl. Vollrath 1989) entscheidend:

(1) Zuordnung

Durch Funktionen werden Zusammenhänge zwischen Größen beschrieben oder gestiftet: Einer Größe ist eine zweite zugeordnet, so dass die zweite Größe als abhängig von der ersten betrachtet wird.

Beispiel: In einem Experiment rennen die Schüler/innen so schnell wie möglich eine Treppe über drei Stockwerke nach oben und anschließend sofort wieder nach unten. Sie messen vorher ihren Ruhepuls und nach dem Lauf in Abständen von 30s jeweils ihren aktuellen Puls. So erfassen sie wie einem Zeitpunkt jeweils der aktuelle Puls zugeordnet wird und halten diesen Zusammenhang paarweise in Form einer Tabelle fest.

(2) Änderungsverhalten

Durch Funktionen wird deutlich, wie sich die Änderung einer Größe auf eine von ihr abhängige Größe auswirkt.

Im Beispiel: Wie ändert sich der Puls, wenn er in gleichen Zeitschritten (hier 30 s) gemessen wird? Ändert er sich auch gleichmäßig, oder nimmt er zunächst langsamer ab und dann schneller, oder umgekehrt? Um diese Frage zu beantworten reicht es nicht mehr einzelne Wertepaare zu betrachten. Hier müssen mehrere benachbarte Werte jeweils einer Größe zueinander in Beziehung gesetzt werden.

(3) Sicht als Ganzes

Mit Funktionen sieht man einen gegebenen oder gestifteten Zusammenhang als etwas Ganzes. Man betrachtet nicht mehr einzelnen Wertepaare sondern die Menge aller Wertepaare.

Im Beispiel: Für das Erfassen des funktionalen Zusammenhangs zwischen der verstreichenden Zeit und der Pulsfrequenz des Läufers nach einem anstrengenden Treppenlauf ist es notwendig systematisch Daten aufzunehmen, diese in einer Tabelle zu erfassen und anschließend in einen geeigneten Graph umzusetzen. Erst auf dieser Basis kann der funktionale Zusammenhang zwischen der verstreichenden Zeit und dem Puls eines Läufers als Ganzes betrachtet und die funktionalen Zusammenhänge für verschiedene Läufer miteinander verglichen werden. So lassen sich die funktionalen Zusammenhänge im Ganzen anhand der Verläufe der Graphen für unterschiedliche Läufer vergleichend interpretiert – auch im Hinblick auf die jeweilige Fitness der Läufer.

Gerade mit dem Änderungsverhalten und der Sicht als Ganzes haben Schülerinnen und Schüler, aber auch Erwachsene zum Teil erhebliche Probleme (vgl. Monk 1992, Müller-Phillipp 1994, Sweeney/Sterman 2000, Thompson 1994). Empirische Entwicklungsforschung bzgl. dieser Fähigkeiten ist also besonders wichtig. Erste Ergebnisse zur Frage der Nutzung von externen Repräsentationen (Tabellen, Graphen, dynamische Repräsentationen auf der Basis von dynamischen Mathematiksystemen wie GeoGebra) zur Entwicklung des funktionalen Denkens ergeben sich aus den Untersuchungen von Rolfes et al. (2013a, 2013b, 2013c) im Rahmen eines im DFG-Graduiertenkolleg Unterrichtsprozesse laufenden Vorgängerprojekts. An diese Ergebnissen kann hier angeknüpft werden.

Vollrath (2014, S. 121) plädiert dafür, dass der Mathematikunterricht den Schüler/innen die Gelegenheit und Anregungen bieten sollte, „Experimente zur Erforschung funktionaler Zusammenhänge durchzuführen“. Aktuelle Entwicklungsansätze (vgl. Roth 2014) legen nahe, dass der Zugang über

Experimente mit realen Gegenständen (vgl. hierzu auch Beckmann 2007), Videos bzw. Computersimulationen das Verständnis des Funktionsbegriff und der wesentlichen Aspekte des funktionalen Denkens unterstützen können. Erste empirische Ergebnisse von Ganter (2013) belegen, dass die Entwicklung des funktionalen Denkens insbesondere auch durch geeignete Schülerexperimente unterstützt werden können. Bisher wurde aber noch nicht empirisch untersucht, wie Lernumgebungen zu Schülerexperimenten gestaltet werden müssen, um eine möglichst nachhaltige Entwicklung konkreter Aspekte des Funktionalen Denkens erreichen zu können.

Vor dem genannten Hintergrund ergeben sich u.a. folgende Forschungsfragen:

- (1) Welche externen Repräsentationen sind besonders geeignet, um die Entwicklung des funktionalen Denkens zu unterstützen?
- (2) Welche Zugangsweisen (u. a. Experimente) und welche Situationen sind besonders gut geeignet um als Prototyp für die verschiedenen Aspekte des funktionalen Denkens zu dienen.
- (3) Sind Experimente gewinnbringender und zeiteffektiver für die Entwicklung des funktionalen Denkens einsetzbar, wenn die Daten mit realen Gegenständen und Messinstrumenten gewonnen wurden, oder wenn sie aus Videos von realen Experimenten bzw. aus Computersimulationen auf der Basis von dynamischen Mathematiksystemen geeignet herausgelesen werden.

Literatur

- Beckmann, A. (2007): Was verändert sich, wenn ... - Experimente zum Funktionsbegriff. *mathematik lehren*, 141, 44-51
- Ganter, S. (2013): Experimentieren – ein Weg zum funktionalen Denken. Empirische Untersuchung zur Wirkung von Schülerexperimenten. Hamburg: Verlag Dr. Kovač
- Monk, Steve (1992): Students' Understanding of a Function Given by a Physical Model. In: Dubinsky, Ed; Harel, Guershon (Eds.): *The Concept of Function: Aspects of Epistemology and Pedagogy*. Mathematical Association of America, MAA Notes, Volume 25, p. 175-193
- Müller-Philipp, Susanne (1994): Der Funktionsbegriff im Mathematikunterricht – Eine Analyse für die Sekundarstufe I unter Berücksichtigung lernpsychologischer Erkenntnisse und der Einbeziehung des Computers als Lernhilfe. Waxmann, Münster, New York
- Rolfes, Tobias; Roth, Jürgen; Schnotz, Wolfgang (2013a): Dealing with Covariation: Misconceptions and the Effect of Representation Forms In: Lindemeier, M.; Heinze, A. (Eds.): *Proceedings of the 37th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, July 28 – August 02, 2013, Volume 6, PME 37, Kiel: Germany, p. 155 (Online verfügbar unter http://www.juergen-roth.de/veroeffentlichungen/2013/rolfes_roth_schnotz_dealing_with_covariation_pme_37_vol_5_184.pdf)
- Rolfes, Tobias; Roth, Jürgen; Schnotz, Wolfgang (2013b): Improving the covariational thinking ability of secondary school students. Online erschienen unter: http://cerme8.metu.edu.tr/wgpapers/WG3/WG3Posters/WG3_Rolfes.pdf
- Rolfes, Tobias; Roth, Jürgen; Schnotz, Wolfgang (2013c): Der Kovariationsaspekt in der Sekundarstufe I. In: Greefrath, G.; Käpnick, F.; Stein, M. (Hrsg.): *Beiträge zum Mathematikunterricht 2013*, WTM-Verlag, Münster, 2013, S. 834-837 (Online verfügbar unter http://www.juergen-roth.de/veroeffentlichungen/2013/rolfes_roth_schnotz_der_kovariationsaspekt_in_der_sekundarstufe_i.pdf)
- Roth, Jürgen (2014): Experimentieren mit realen Objekten, Videos und Simulationen – Ein schülerzentrierter Zugang zum Funktionsbegriff. Erscheint in: *Der Mathematikunterricht*, 60/6, 2014 (Online verfügbar unter: http://www.juergen-roth.de/veroeffentlichungen/2014/roth_2014_experimentieren_mit_realen_objekten_videos_und_simulationen.pdf)
- Sweeney, Linda Booth; Serman, John D. (2000): Bathtub dynamics: initial results of a systems thinking inventory. In: *System Dynamics Review*, Vol. 16 No. 4, S. 249-286
- Thompson, P. W. (1994): Students, Functions, and the Undergraduate Curriculum. In E. Dubinsky, A. H. Schoenfeld, & J. J. Kaput (Hg.), *Research in Collegiate Mathematics Education I* (S. 21–44). Providence, RI: American Mathematical Society.
- Vollrath, Hans-Joachim (1989): Funktionales Denken. In: *Journal für Mathematik-Didaktik*, 10, Heft 1, S. 3- 37 (Online verfügbar unter <http://www.history.didaktik.mathematik.uni-wuerzburg.de/vollrath/papers/052.pdf>)
- Vollrath, H.-J. (2014): Funktionale Zusammenhänge. In: Linneweber-Lammerskitten, H. (Hrsg.): *Fachdidaktik Mathematik – Grundbildung und Kompetenzaufbau im Unterricht der Sek. I und II*. Seelze: Klett/Kallmeyer, 112-125

BEWERBUNG UND AUSWAHLVERFAHREN

Bitte reichen Sie Ihre Bewerbungsunterlagen nur als unbeglaubigte Kopien ein und verwenden Sie keine Mappen/Klarsichtfolien, da eine Rückgabe aus Kostengründen nicht erfolgt. Datenschutzrechtliche Vernichtung nach Abschluss des Verfahrens wird zugesichert. Wir versenden keine Eingangsbestätigungen.

Eine **BEWERBUNG** sollte Informationen zu folgenden Punkten enthalten:

- Angabe des Projekts, auf das die Bewerbung gerichtet ist, plus Kennziffer
- Anschreiben, aus dem die Motivation und die Forschungsinteressen der Bewerberin bzw. des Bewerbers hervorgehen
- Aussagekräftiger Lebenslauf
- Beglaubigte Kopien der Zertifikate erworbener akademischer Qualifikationen
- eine 2- bis 3-seitige Skizze für ein eigenes Promotionsvorhaben innerhalb des jeweiligen Projekts, inkl. ein kurzes Abstract.

Falls Qualifikationen/Erfahrungen zu folgenden Punkten vorhanden sind, bitte ebenfalls angeben:

- berufliche Praxis innerhalb der Wissenschaft
- Auslandserfahrung
- Publikationen
- eigene Forschungserfahrung

Im **AUSWAHLVERFAHREN** werden folgende Kriterien herangezogen:

Schriftliche Bewerbung:

- Qualität der Skizze des Dissertationsprojekts mit Abstract
- Leistungen in den Staatsexamina (1. und 2.) und Studienprofil
- berufliche Praxis in schulischem Kontext bzw. in der Lehrerausbildung
- Englisch fließend in Wort und Schrift
- überdurchschnittlich hohes Engagement in der Schule
- etwaige berufliche Praxis innerhalb der Wissenschaft
- etwaige Auslandserfahrung
- etwaige Publikationserfahrung
- etwaige eigene Forschungserfahrung
- Sonstige Qualifikationen, z. B. Preise, Auszeichnungen

Frauen werden bei gleichwertiger Eignung, Befähigung und fachlicher Leistung bevorzugt berücksichtigt, soweit und solange eine Unterrepräsentanz vorliegt. Dies gilt nicht, wenn in der Person eines Bewerbers/einer Bewerberin so schwerwiegende Gründe vorliegen, dass sie auch unter Beachtung des Gebotes zur Gleichstellung der Frauen überwiegen.

Schwerbehinderte BewerberInnen werden bei gleicher Qualifikation bevorzugt eingestellt.

ERWARTUNGEN AN DIE DOKTORANDINNEN UND DOKTORANDEN WÄHREND IHRER MITGLIEDSCHAFT IM KOLLEG

- Promotion inkl. Verteidigung bzw. Rigorosum wird innerhalb von 3 Jahren abgeschlossen
- regelmäßige Anwesenheit (mind. 4 Tage)
- regelmäßige und aktive Teilnahme an den Lehrveranstaltungen
- intensive Einarbeitung in Forschungsmethoden, die zur Planung, Durchführung und Auswertung der eigenen Studie befähigt
- Verfassen einer nationalen und einer internationalen Publikation (Zeitschrift oder Buchbeitrag) zusammen mit den Betreuer/inne/n, dabei möglichst mit Peer- Review- Verfahren
- aktive Teilnahme (Poster oder Vortrag) an mindestens zwei nationalen und zwei internationalen Tagungen
- mehrwöchiger Aufenthalt in einer thematisch einschlägigen Forschergruppe an einer Universität des Auslandes
- Dokumentation des Arbeitsfortschritts in mehreren Arbeitsberichten und Forschungskolloquien

CURRICULUM DES DFG-GRADUIERTENKOLLEGS

Das Curriculum des DFG-Graduiertenkollegs erstreckt sich über sechs Semester mit durchschnittlich 5 SWS. Die Lehrveranstaltungen werden von Betreuer-Tandems als Team-Teaching durchgeführt, um den interdisziplinären Dialog zu unterstützen. Die Veranstaltungen finden zum Teil in Englisch statt.

Das Curriculum besteht aus Theoriekursen, Methodenkursen, Forschungsworkshops sowie der Ringvorlesung „Lehren und Lernen“:

- Theoriekurse. Die Graduierten werden mit den wissenschaftstheoretischen und fachtheoretischen Grundlagen der Bildungsforschung, insbesondere der Unterrichtsforschung vertraut gemacht.
- Methodenkurse. Die Doktorand/inn/en erlernen die einschlägigen Forschungsmethoden der Unterrichts- bzw. der Lehr-Lern-Forschung.
- Forschungsworkshops. Es werden Tandems von Graduierten und Betreuer/inne/n gebildet, die regelmäßig den Teilnehmer/inne/n des Kollegs – je nach aktuellem Stand – Konzept, Methode und/oder Ergebnisse des Dissertationsprojekts präsentieren und zur Diskussion stellen.
- Ringvorlesung Lehren und Lernen. Es werden namhafte Vertreter/innen der Disziplin zu öffentlichen Vorlesungen eingeladen, um über ihre aktuellen Forschungsaktivitäten zu berichten.

ZUM FORSCHUNGSPROGRAMM

Ziel des DFG-Graduiertenkollegs „Unterrichtsprozesse“ ist die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses in interdisziplinären Projekten. Unter Beteiligung von pädagogischer Psychologie, empirischer Pädagogik und verschiedenen Fachdidaktiken wird sowohl prozess- als auch ergebnisorientierte Unterrichtsforschung realisiert. Zur „Übersetzung“ zwischen Theorie und Praxis des Unterrichts kooperieren praxiserfahrene und an Forschung interessierte LehrerInnen mit UniversitätsabsolventInnen. Durch die Verbindung von fachspezifischen und unterrichtspraktischen Kenntnissen von LehrerInnen mit forschungsmethodischen Kenntnissen von PsychologInnen und empirischen ErziehungswissenschaftlerInnen sollen Synergieeffekte erzielt und spezielle Expertisen erworben werden. Untersucht werden fächerübergreifende Aspekte und fachspezifische Aspekte des Unterrichts.

Das Forschungsprogramm des DFG-Graduiertenkollegs zielt auf eine Verbindung von prozess- und ergebnisorientierter Unterrichtsforschung ab. Damit rückt die allgemeine und fachspezifische diagnostische Kompetenz von Lehrkräften in den Vordergrund, die nicht nur die kognitiven Lernvoraussetzungen von SchülerInnen, sondern auch ihre motivationalen und emotionalen Voraussetzungen sowie – angesichts der häufig anzutreffenden heterogenen sozialen Zusammensetzung von Schulklassen – ihren sprachlich-kulturellen Hintergrund in Rechnung stellen müssen.