

Laura Wellner, Dr. Marco Seiter & Prof. Dr. Heiko Krabbe

Motivation

- Mathematische Modellierung ist eine zentrale Rolle der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung.
- Funktionale Beschreibungen von physikalischen Gesetzmäßigkeiten sind Teil der physikalischen und mathematischen Modellierung. (Pospiech et al. 2019)

Mathematik	Physik
Funktionsbegriff / physikalische Gesetzmäßigkeit	
Grundvorstellungen (Vollrath 1989)	
<ul style="list-style-type: none"> • Zuordnungsvorstellung • Kovariationsvorstellung • Objektvorstellung 	
Variable / Größe	
Variable als Veränderliche (Zindel 2019)	
Art einer Variablen: unabhängig, abhängig, konstant, Parameter	
Darstellungsformen	
verbal, algebraisch, tabellarisch, graphisch (Greefrath et al. 2016)	verbal (qualitativ, halb-quantitativ, quantitativ) (Oy 1977)
→ Förderung unterschiedlicher Grundvorstellungen durch versch. Darstellungsformen	mathematisch (Pospiech et al. 2019)

Tabelle 1: Beschreibung von funktionalen Zusammenhängen aus mathematik- und physikdidaktischer Perspektive

Forschungsfrage

Funktionale Charakterisierung physikalischer Gesetzmäßigkeiten ist (in der Literatur) nicht bekannt.



(FF) Welche Mathematisierungsschritte und physikalischen Interpretationen lassen sich im Umgang mit (funktionalen) Gesetzmäßigkeiten im Physikunterricht wiederfinden?

Stand der Forschung

Bereits identifizierte Verständnisprobleme im Umgang mit funktionalen Zusammenhängen im Physikunterricht sind u.a.:

- Bildung abgeleiteter Einheiten
- (physikalische) Bedeutung einer mathematischen Konstanten
- fehlende mathematische Konzepte im Umgang mit Proportionalität
- darstellungsspezifische Schwierigkeiten im Umgang mit (mathematischen) Darstellungsformen (Gleichung, Graph, Tabelle) (Uhdn 2015)

Vorgehen

Qualitativ-strukturierende Inhaltsanalyse nach Mayring (2022)

Ziel	Kategoriensystem zur Beschreibung von Unterrichtsstunden hinsichtlich funktionaler Zusammenhänge
Material	drei Transkripte videographierter Unterrichtsstunden der Sek. I (Zander 2016)
Vorbereitung	Einteilung des Transkripts in Kodiereinheiten (kleinster Wortbeitrag)

Kategorienbildung

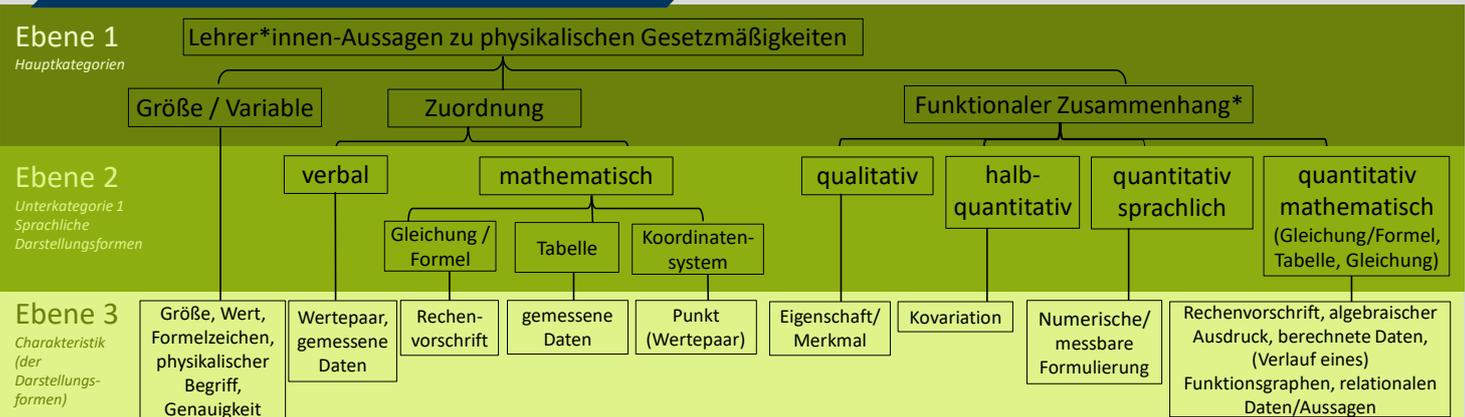
Zusammenfassung

Analyse

Intercoder-Übereinstimmungstest

theoriegeleitete (deduktive) Entwicklung eines (nominalen) Kategoriensystems
 Formulierung eines Kodierleitfadens mit Definitionen, Ankerbeispielen und Kodierregeln
 Kodierung aller Unterrichtsstunden (induktive) Ergänzung des Kategoriensystems
 anteilige Doppelkodierung des gesamten Materials
 Auswertung mithilfe des Cohens Kappa κ -Wertes

Ergebnis der Analyse I - Kategoriensystem



Ergebnis der Analyse II – Charakterisierung der Unterrichtsstunden

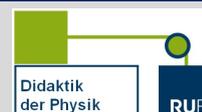
- Der Umgang mit Größen erfolgt meistens über **physikalische Begriffe und ihre Bedeutung** (48%), **Genauigkeiten** (3%) einer Größe werden selten hinterfragt. ($\kappa = .84$)
- **Zuordnungen** werden kaum thematisiert (13%), **Größen** (45%) und **funktionale Zusammenhänge** (42%) werden unabhängig voneinander gleichermaßen angesprochen. ($\kappa = .53$)
- Die meisten Formulierungen funktionaler Zusammenhänge erfolgen **qualitativ**, **Kovariationen** spielen eine geringe Rolle (qual.: 55%; Kovariation: 8%; quant. sprachlich: 10%; quant. mathematisch: 27%). ($\kappa = .52$)
- Am häufigsten werden **algebraische** (57%) und **graphische Formen** (43%) als mathematische Darstellungsformen für funktionale Zusammenhänge genutzt. ($\kappa = .52$)

Die Prozesse der mathematischen Begriffsbildung (Grundvorstellungen) werden im Physikunterricht kaum berücksichtigt.

Charakteristische Aspekte für die Physik, wie die Eigenschaften von Größen oder qualitative Beschreibungen, treten hingegen häufiger auf.

Literatur

Greefrath, G., Odenburg, R., Siller, H.-S., Uhn, V. & Weigand, H.-G. (2016). *Didaktik der Analysis: Aspekte und Grundvorstellungen zentraler Begriffe. Mathematik Primarstufe und Sekundarstufe I + II*. Springer Spektrum.
 Kuchling, H. (2022). *Zusammenhang der Physik* (22., aktualisierte Auflage).
 Mayring, P. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (Neuausgabe). Beltz Verlagsgesellschaft.
 Oy, K. v. (1977). *Was ist Physik?* (1. Aufl.). *Klett Studienbücher*. Klett.
 Pospiech, G., Micheli, M. & Eylon, B.-S. (Hrsg.) (2019). *Mathematics in Physics Education* (1. Aufl.). Springer International Publishing. Inprint Springer.
 Uhdn, O. (2015). Verständnisprobleme von Schülerinnen und Schülern beim Verbinden von Physik und Mathematik. *In Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* (2016). Springer Verlag.
 Vollrath, H.-J. (1989). Funktionales Denken. In *Journal für Mathematikdidaktik*.
 Zander, S. M. (2016). *Lehrerbildung zu Basismodellen und Zusammenhängen zum Fachwissen*. Logos-Verlag.
 Zindel, C. (2019). *Den Kern des Funktionsbegriffs verstehen: Eine Entwicklungsforschungsstudie zur fach- und sprachintegrierten Förderung*. Springer Spektrum.



KONTAKT
 Laura Wellner
 Ruhr-Universität
 Bochum
 laura.wellner@rub.de