

Gramzow, Yvonne; Riese, Josef; Reinhold, Peter

Modellierung fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte

Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 19 (2013), S. 7-30



Quellenangabe/ Reference:

Gramzow, Yvonne; Riese, Josef; Reinhold, Peter: Modellierung fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte - In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 19 (2013), S. 7-30 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-317139 - DOI: 10.25656/01:31713

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-317139>

<https://doi.org/10.25656/01:31713>

in Kooperation mit / in cooperation with:



IPN

Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik

<https://www.leibniz-ipn.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS

DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation

Informationszentrum (IZ) Bildung

E-Mail: pedocs@dipf.de

Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

YVONNE GRAMZOW, JOSEF RIESE UND PETER REINHOLD

Modellierung fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte Modelling Prospective Teachers' knowledge of Physics Education

ZUSAMMENFASSUNG

Sowohl fachdidaktisches Wissen (FDW) als auch das häufig synonym benutzte Konzept des pedagogical content knowledge (PCK) spielen in der Lehrerbildung und der Bildungsforschung eine zentrale Rolle. Trotzdem existiert keine einheitliche Definition in Bezug auf die innere Struktur bzw. die konkreten Teilfacetten dieses Konstrukts. Dies hat zur Folge, dass empirische Studien, die fachdidaktisches Wissen messen, nur schwer vergleichbar sind. Vor diesem Hintergrund werden im Beitrag verschiedene Modelle von FDW bzw. PCK einander gegenübergestellt und anhand unterschiedlicher Kriterien diskutiert. Anschließend wird ein Modell physikdidaktischen Wissens auf Grundlage dieser verschiedenen Konzeptualisierungen sowie normativer Setzungen und Erkenntnissen aus der Unterrichtsqualitätsforschung entworfen. Es stellt eine Zusammenfassung der bisherigen Erkenntnisse und der diskutierten Inhaltsbereiche dar und fokussiert dabei auf das Wissen, welches an der Universität im Bereich physikalischer Fachdidaktik erlernt werden kann. Damit kann das Modell Ansatzpunkte für differenzierte Messungen der inneren Struktur von Fachdidaktischem Wissen liefern.

Schlüsselworte: Kompetenzmessung, fachdidaktisches Wissen Physik, pedagogical content knowledge, Modellentwicklung

ABSTRACT

Fachdidaktisches Wissen (FDW) as well as the often synonymously used concept of pedagogical content knowledge (PCK) are of great importance in regard to teacher-training-programs and corresponding educational research studies. However, there is no standardized definition concerning the internal structure of this concept. Therefore results of different empirical studies measuring FDW or PCK are difficult to compare. Against this background, this article contrasts and discusses different models of FDW and PCK with respect to different criteria. Based on these models and on normative decisions and findings regarding high quality instruction a model of FDW is presented. This model summarizes the discussion of current models and essential aspects of FDW as well as PCK to be achieved in teacher-training-programs at university level. Thus, this model can be a basis for differentiated measurement of different facets of FDW in further research.

Keywords: measurement of competence, physics education, pedagogical content knowledge, model development

1 Einleitung

Neben Fachwissen und pädagogischem Wissen spielt das Fachdidaktische Wissen (FDW) eine wichtige Rolle in der Lehrerbildung. Man sieht dies allein schon daran, dass für diesen Wissensbereich im deutschsprachigen Raum mittlerweile in jedem Lehramtsfach ein eigenständiger Studienbereich vorgesehen ist. Gegenstand dieses Bereichs ist das Lehren und Lernen des jeweiligen Fachs in schulischen und außerschulischen Kontexten, Ziel der Ausbildung in diesem Bereich der Erwerb der für die Bewältigung dieser Anforderungen erforderlichen Kompetenzen. In der angelsächsischen Literatur wird dieser Bereich mit Bezug auf Shulman (1986) als *pedagogical content knowledge* (PCK) beschrieben: „*that special amalgam of content and pedagogy that is uniquely the province of teachers, their own special form of professional understanding*” (Shulman, 1987, S. 9). PCK ist demnach jenes Wissenskonstrukt, auf das sich Lehrende beziehen, wenn sie fachliche Inhalte vermitteln.

Die Kritik an der Wirksamkeit der Lehrerbildung hat in den letzten Jahren zu zahlreichen, umfassenden empirischen Untersuchungen der professionellen Handlungskompetenz von Lehramtsstudierenden, Referendaren und Lehrern geführt. Auch in diesen Untersuchungen wird der o.g. Wissensbereich als zentral angesehen. Beispielhaft lassen sich dazu im deutschsprachigen Raum die Studien COACTIV¹ (Kunter, Baumert, Blum, Klusmann, Krauss & Neubrand, 2011),

MT21² (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2008), Riese (2009), ProWin³ (Tepner et al, 2012), Schmelzing (2010), KiL⁴ (Kröger, Euler, Neumann, Härtig & Petersen, 2012) und Olszewski (2010) anführen. So konnten sowohl Riese und Reinhold (2012) als auch im Rahmen von COACTIV Kunter et al. (2011) zeigen, dass ihre Operationalisierung des o.g. Bereichs als Fachdidaktisches Wissen neben Fachwissen und Pädagogischem Wissen ein eigenständiges Konstrukt innerhalb des Professionswissens darstellt. Die COACTIV-Studie stellt außerdem einen positiven Zusammenhang von Schülerleistungen und FDW der Lehrkraft, mediiert über die Merkmale der Unterrichtsgestaltung, fest. Zudem wird FDW bzw. PCK insofern eine hohe Bedeutung zugeschrieben, als dass man annimmt, dass es für die Herstellung kognitiv aktivierender Unterrichtssituationen und die Unterstützung von Lernprozessen besonders wichtig sei (vgl. Ball, Lubienski & Mewborn, 2001).

Versucht man nun aus den gefundenen Ergebnissen Konsequenzen für eine Verbesserung der fachdidaktischen Ausbildung zu ziehen, dann fällt zunächst einmal auf, dass dem Konstrukt FDW in den verschiedenen Studien für die MINT-Fächer national wie auch international keine einheitliche Modellierung dieses Wissensbereichs zugrunde liegt. Auch wenn das Konstrukt in zahllosen Ansätzen beschrie-

1 Cognitive Activation in the Classroom

2 Mathematics Teaching in the 21st Century

3 Professionswissen von Lehrkräften in den Naturwissenschaften

4 Messung professioneller Kompetenzen in mathematischen und naturwissenschaftlichen Lehramtsstudiengängen

ben worden ist, ist eine vergleichende Interpretation der genannten Studien nur begrenzt möglich. Darüber hinaus existiert bislang keine Modellierung der inneren Struktur von FDW, die so differenziert ist, als dass daraus beispielsweise Konsequenzen für eine Verbesserung oder Systematisierung fachdidaktischer Curricula gezogen werden könnten, da Aussagen über bestimmte Teilaspekte (bzw. Teilskalen) des FDW bislang nicht möglich sind. Alle bisherigen Studien (insbesondere die oben genannten) können im Wesentlichen lediglich belastbare Aussagen über den Wissensstand ihrer Probanden im Bereich des FDW auf globaler Ebene machen.

Eine international vergleichende Bewertung der verschiedenen Untersuchungen wird außerdem dadurch erschwert, dass FDW und PCK sich zwar prinzipiell auf denselben Wissensbereich beziehen. Einige Autoren machen aber auf Unterschiede im Detail zwischen den beiden Konstrukten aufmerksam, die beispielsweise im unterschiedlichen Bildungs- bzw. Erziehungsverständnis begründet sind (vgl. z. B. Fischler, 2010).

Im Folgenden sollen daher die unterschiedlichen Ansätze der Modellierung von FDW und PCK, die in verschiedenen Untersuchungen des Professionswissen bzw. der professionellen Handlungskompetenz von Lehrkräften zugrunde gelegt werden, analysiert und verglichen werden, um Unterschiede bzw. Widersprüche in den jeweiligen Modellierungen aufzuzeigen. Vor diesem Hintergrund soll dann in einem zweiten Schritt eine Modellierung der inneren Struktur von FDW vorgeschlagen und begründet werden, deren

inhaltliche Facetten eine möglichst konsensfähige Zusammenstellung verschiedener Konzepte und Ansätze zum FDW darstellen. Die Modellierung fokussiert dabei auf die Aspekte des physikdidaktischen Wissens, die innerhalb der universitären Lehramtsausbildung erworben werden können. Den Ausgangspunkt der Modellierung physikdidaktischen Wissens bildet ein *normatives Kompetenzstrukturmodell* (Schecker & Parchmann 2006) professioneller Handlungskompetenz in Anlehnung an Baumert und Kunter (2006).

2 Theoretische Grundlagen

Die Begriffe Fachdidaktisches Wissen (FDW) und pedagogical content knowledge (PCK) werden in der fachdidaktischen und der allgemeinen pädagogischen Literatur nicht immer einheitlich verwendet. Dies wird deutlich, wenn man die Operationalisierungen der jeweiligen Konzepte betrachtet. So unterscheiden sich die Konzeptualisierungen der deutschsprachigen und der englischsprachigen Tradition bereits in der Verwendung unterschiedlicher Rahmenmodelle professioneller Handlungskompetenz. Innerhalb der deutschsprachigen Tradition basieren die Konzeptionen zwar in der Regel auf einem einheitlichen Rahmenmodell professioneller Handlungskompetenz. Sie unterscheiden sich aber häufig in der inneren Struktur und der Dimensionierung fachdidaktischen Wissens.

Im Folgenden sollen ein Überblick über verschiedene Konzeptualisierungen von

FDW und PCK und unterschiedliche Ansätze der Operationalisierung dieses Wissens gegeben werden.

2.1 Die Begriffe PCK und FDW

Häufig werden die Begriffe PCK und FDW völlig synonym benutzt, obwohl sie in einigen Punkten feststellbar nicht deckungsgleich sind (vgl. Fischler, 2010). Betrachtet man zunächst nicht die konkreten Inhalte der Wissensbereiche PCK und FDW, sondern die zugrunde gelegten Rahmenmodelle im deutschsprachigen und im englischsprachigen Raum, so lassen sich schon hier Unterschiede feststellen. Während in der deutschen Tradition meist deutlich zwischen Fachwissen, fachdidaktischem und pädagogischem Wissen unterschieden wird (vgl. z. B. Kunter et al., 2011; Schmelzing, 2010; Tepner et al., 2012), sind Fachwissen und pädagogisches Wissen im englischsprachigen Raum häufig Bestandteile von PCK (vgl. z. B. Hashweh, 2005; Loughran, Berry & Mulhall, 2006). Gess-Newsome (1999) spricht in diesem Zusammenhang von einem eher integrativen im Gegensatz zu einem eher transformativen Modell. Das integrative Modell fasst PCK als Schnittmenge zwischen Fachwissen, Pädagogischem Wissen und Wissen über Unterrichtssituationen und -bedingungen (im Sinne von „contextual knowledge“) auf, wobei PCK selbst kein eigenständiger Wissensbereich im Professionswissen ist. Beim transformativen Modell ist PCK ein eigenständiges Konstrukt, das eine Mischung aus Fachwissen, Pädagogischem Wissen und

Wissen über Unterrichtssituationen und -bedingungen (im Sinne von „contextual knowledge“) darstellt. Letzteres kommt prinzipiell den im deutschsprachigen Raum genutzten Modellen näher. Trotzdem ist eine vollkommen deckungsgleiche Einordnung deutscher (Rahmen-)modelle in das transformative Modell der englischsprachigen Autorin nicht möglich. Der Grund dafür ist, dass in der Darstellung des transformativen Modells von Gess-Newsome (1999) allein PCK das für die Unterrichtspraxis relevante Wissen beinhaltet. Im Vergleich dazu wird FDW in der Regel zwar auch als eigenständiges Konstrukt aufgefasst, aber im Modell der Professionellen Handlungskompetenz (Baumert & Kunter, 2006) sind darüber hinaus auch Fachwissen und Pädagogisches Wissen wesentliche Bereiche des Professionswissens und werden entsprechend ebenso als notwendig für das Handeln im Unterricht angesehen. Außerdem ist Wissen über Unterrichtssituationen und -bedingungen in der deutschen Tradition Teil des pädagogischen Wissens, nicht aber ein eigenständiger Wissensbereich innerhalb des Professionswissens.

Dadurch, dass unterschiedliche Rahmenkonzeptionen zugrunde liegen, ist auch eine einfache Gegenüberstellung von FDW und PCK anhand ihrer Inhaltsbereiche (Facetten) problematisch. Das Fehlen einzelner Aspekte innerhalb des PCK oder auch des FDW bei einzelnen Autoren muss nicht unbedingt bedeuten, dass sie in den jeweiligen Ansätzen nicht berücksichtigt werden. Sie könnten an anderer Stelle im jeweiligen Rahmenmodell aufgeführt worden sein.

Ein weiterer Unterschied im Zusammenhang mit der Verwendung der Begriffe PCK und FDW liegt nach Fischler (2011) und Fensham (2001) in den unterschiedlichen Theorietraditionen, aus denen sie sich ableiten. Während der Begriff FDW in der deutschsprachigen bildungstheoretischen Tradition verankert werden kann, bezieht sich der Begriff PCK auf die angelsächsische Curriculumtheorie bzw. auf „Education“. Klafki's didaktischer Analyse folgend (Klafki, 1958) soll ein Lehrer in seiner Unterrichtsplanung den zu vermittelnden Inhalt daraufhin überdenken und aufarbeiten, welchen Wert und welche Bedeutung er für den Schüler und seinen Bildungsprozess hat. Diese Aufgabe nimmt dem Lehrer in der englischsprachigen Tradition laut Fensham (2001) das Curriculum ab. Dies bedeutet, dass der Begriff des fachdidaktischen Wissens den deutschen Bildungsbegriff und die sich hieraus ergebenden Anforderungen an die Lehrkraft miteinschließen kann. Die Anforderungsklassen des PCK hingegen bleiben bei den meisten englischsprachigen Autoren auf den „Education“-Begriff beschränkt. So gesehen schließt FDW zumeist PCK mit ein, es geht jedoch auch darüber hinaus. Welche der beiden Konzepte fruchtbringender für die Untersuchung des Professionswissens und der Wirksamkeit der Lehrerausbildung ist, kann hier nicht entschieden werden. Für die Interpretation und Einordnung der Ergebnisse ist es jedoch in jedem Fall wichtig, dass in den Untersuchungen die zugrunde liegenden Rahmenmodelle und (unterschiedlichen) Konzeptualisierungen von PCK und FDW explizit gemacht werden.

2.2 Dimensionierung fachdidaktischen Wissens

Um unterschiedlich geartete Anforderungsklassen im Hinblick auf die empirische Erfassung fachdidaktischen Wissens zu berücksichtigen, werden von einigen Autoren weitere (Teil-)dimensionen des Konstrukts unterschieden. So variieren in der Literatur zu findende (Struktur-)Modelle von FDW und PCK in der Anzahl ihrer Dimensionen von einer bis zu drei Achsen. Zu den dreidimensionalen Modellen gehören die Konzeptionen von Schmelzing (2010), MT21 (Blömeke et al., 2008), ProWin (Tepner et al., 2012) und KiL (Kröger et al., 2012). Schmelzing (2010) verwendet in seinem Modell die Achsen Facetten, Wissenskomponenten und Inhalte. Die Autoren des ProWin und des KiL-Projekts nennen als Achsen ebenfalls (PCK-)Facetten und Inhaltsbereiche, bezeichnen die dritte Achse aber als Wissenarten (vgl. Tepner et al., 2012, siehe Abb. 1, und Kröger et al., 2012). Demgegenüber werden bei MT21 die Dimensionen kognitive Aktivität, Anforderungen und Inhaltsbereiche verwendet (vgl. Blömeke et al., 2008, siehe Abb. 3). An dieser Stelle sei angemerkt, dass diese Dimensionen bei MT21 und ProWin nicht nur für das Fachdidaktische Wissen, sondern auch für das Fachwissen zugrunde gelegt werden. Das führt besonders bei MT21 dazu, dass nicht jede Zelle der aufgespannten Matrix auch für das Fachdidaktische Wissen relevant ist. Beispielsweise ist die kognitive Aktivität *Algorithmisieren* allein dem Fachwissen, *Problemlösen und Begründen* nur dem Fachdidaktischen Wis-

sen zugeordnet. Inhaltlich entspricht die Dimension Anforderungen bei MT21 am ehesten der Facetten-Dimension anderer Autoren.

Man könnte vermuten, dass Unterschiede zwischen den Modellen darauf zurückgeführt werden können, dass sie für unterschiedliche Fächer entwickelt worden sind. Dagegen spricht allerdings, dass Modelle existieren (ProWin (Tepner et al., 2012) und KiL (Kröger et al., 2012), die für alle drei naturwissenschaftlichen Fächer Physik, Chemie und Biologie explizit als fächerübergreifende Modelle entwickelt wurden und sich dennoch unterscheiden (Abb. 1 und Abb.2).

Andere Konzeptualisierungen des FDW weisen demgegenüber keine spezielle Inhalts-Dimension auf, da beispielsweise auf

Grund einer vorgenommenen Fokussierung auf der Modellebene nur ein einziger fachlicher Inhaltsbereich (z. B. Mechanik, vgl. Riese, 2009) betrachtet wird. So beschreibt Riese im Prinzip nur eine Facetten-Dimension (vgl. Abb. 4), die einzelnen Facetten von FDW sind jedoch auf einem Kontinuum von „eher deklarativ“ bis „eher prozedural“ verortet (Abb. 3).

Die Konzeption von COACTIV (Kunter et al., 2011) unterteilt das fachdidaktische Wissen in drei Facetten. Diese Facetten werden als *Zugänglichmachen: Wissen über Erklären und Repräsentieren*, *Schülerinnen und Schüler: Wissen über typische Schülerfehler und -schwierigkeiten* und *Inhalte: Wissen über das multiple Lösungspotenzial von Mathematikaufgaben* näher definiert (Krauss et al., 2011, S.137–142).

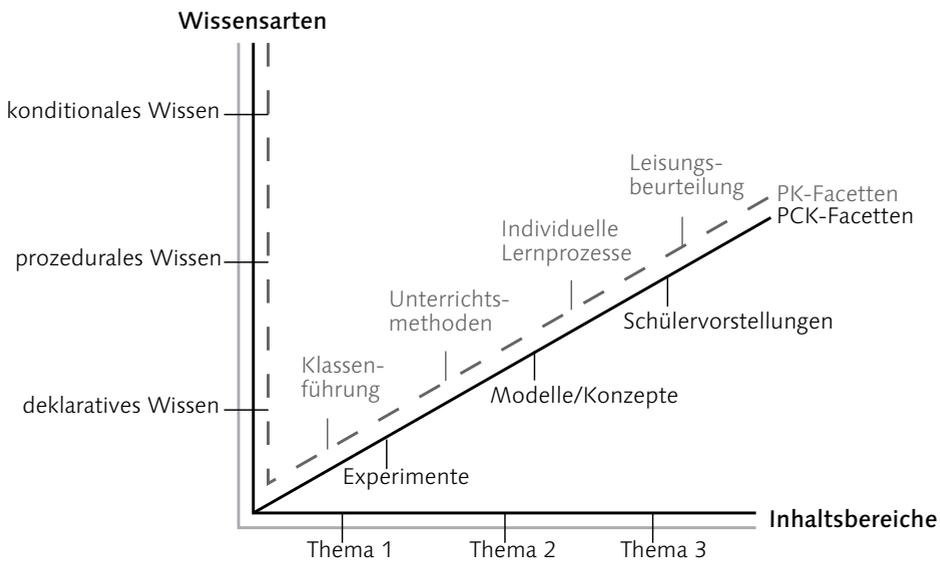


Abb. 1: Dreidimensionales Modell des Professionswissens bei ProWin (das Fachdidaktische Wissen ist schwarz dargestellt) mit den Dimensionen Wissensarten, PCK-Facetten und Inhaltsbereiche (Tepner et al., 2012, S. 19).

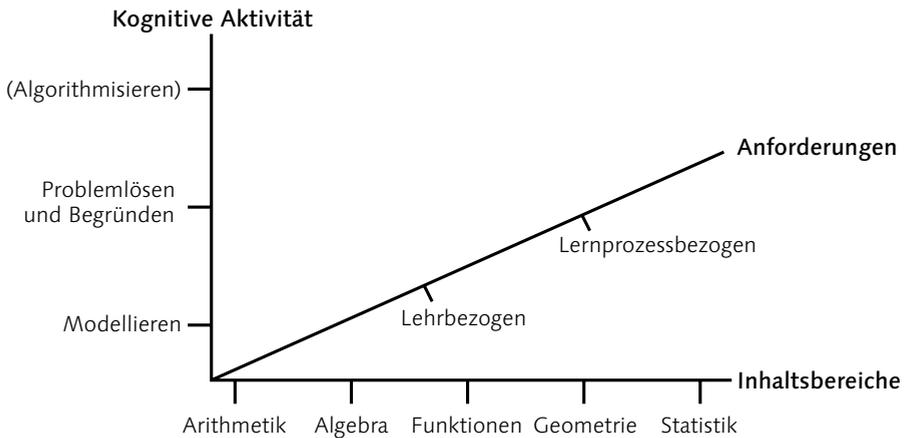


Abb. 2: Visualisierung des dreidimensionalen Modells mathematisch-fachdidaktischen Wissens nach MT21 mit den Dimensionen *Kognitive Aktivität*, *Anforderungen* und *Inhaltsbereiche* (vgl. Blömeke et al., 2008).



Abb. 3: Visualisierung eines eindimensionalen Modells physikalisch-fachdidaktischen Wissens mit der Dimension *Facetten* nach Riese (2009).

Im Kompetenzrahmenmodell unterscheiden die Autoren des COACTIV-Projektes zwar auch Wissenstypen (theoretisch-formales und praktisches Wissen), diese werden für die Konzeptualisierung des fachdidaktischen Wissens jedoch nicht explizit herangezogen (vgl. Baumert und Kunter, 2011).

Die Konzeptionen von PCK sind meistens eindimensional und beinhalten nur eine *Facetten*-Dimension, die unterschiedlich aufgegliedert wird, so zum Beispiel bei Park und Oliver (2008), Magnusson, Kraj-

cik & Borko (1999), Olszewski (2010) und Ball et al. (2001). Wie oben beschrieben, bezieht sich die Inhalts-Dimension, sofern vorhanden, auf konkrete Inhalte des jeweiligen Faches und ist damit über verschiedene Konzeptualisierungen hinweg gut vergleichbar. Die Notwendigkeit einer solchen Dimension liegt darin begründet, dass es keine hinreichend belastbaren Indizien für inhaltsunabhängige fachdidaktische Wissensbereiche (die ohne weiteres von einem physikalischen Inhalt auf einen anderen übertragen werden können) gibt.

Borowski, Fischer, Olszewski, Reinhold und Riese (2010) konnten in diesem Zusammenhang verhältnismäßig hohe Korrelationen zwischen zwei FDW-Tests mit jeweils unterschiedlichen Inhaltsbereichen (E-Lehre bzw. Mechanik) zeigen, die miteinander höher korrelieren als mit dem jeweiligen Fachtest. Jedoch ist zu vermuten, dass bestimmte Facetten fachdidaktischen Wissens (z. B. Schülervorstellungen) ein tieferes Verständnis des Faches erfordern als andere. Die nötige Ausprägung dieses Verständnisses ist allerdings bisher unbekannt, ein impliziter Anteil von Fachwissen im Fachdidaktischen Wissen ist indes in jedem Fall wahrscheinlich (Neuweg, 2011). Schwieriger ist ein Vergleich der Modelle allerdings in Bezug auf die Dimensionen Wissensarten und Facetten des Fachdidaktischen Wissens. Daher soll im Folgenden genauer auf unterschiedliche Konzeptualisierungen dieser beiden (Teil-)Dimensionen eingegangen werden. Zu bedenken ist dabei, dass die Anzahl der Dimensionen vom Verwendungszweck des jeweiligen Modells abhängen kann. So zielen differenziertere Modelle mit mehreren Dimensionen meistens auf eine Operationalisierung für die Testentwicklung.

2.3 Facetten von Fachdidaktischem Wissen

Wie schon beispielhaft in den Abbildungen 1, 2 und 3 zu sehen, verwenden die meisten Autoren eine Facetten-Dimension. Die Ausprägungen dieser Dimensionen unterscheiden sich jedoch je nach Autor. Um trotzdem verschiedene Konzeptuali-

sierungen von PCK oder FDW in Bezug auf diese Facetten zu vergleichen, werden die Konzeptualisierungen in der Literatur oftmals in Form von Tabellen einander gegenübergestellt (z. B. Van Driel, Verloop & Vos, 1998; Park & Oliver, 2008; Lee & Luft 2008). Eine frühe Übersicht dieser Form wurde von Van Driel et al. (1998) aufgestellt. Sie wurde von anderen Autoren aufgegriffen und um weitere Konzeptualisierungen ergänzt. Vergleichbare, auf der Übersicht von Van Driel (1998) fußende Gegenüberstellungen finden sich auch in der deutschsprachigen Literatur (z. B. Schmelzing, 2010, vgl. Abb. 4).

Es ist leicht ersichtlich, dass die Facetten *Schüler und Schülerkognitionen* sowie *Instruktions- und Vermittlungsstrategien* fast allen Konzeptualisierungen von PCK und FDW gemeinsam sind. Die Bezeichnungen der Facetten legen nahe, dass darunter in den verschiedenen Modellen auch ähnliches verstanden wird. Dies ist jedoch nicht immer der Fall. So bleibt beispielsweise offen, ob mit der Tabellenspalte *Lehrplan* Wissen über Inhalte des Lehrplans, Wissen über dessen Entstehung oder Wissen in Bezug auf dessen innere Struktur gemeint ist. Auch meint die Facettenbezeichnung *Ziele* bei Riese (2009), der sie als das Wissen über allgemeine Ziele des Physikunterrichts auffasst, etwas gänzlich anderes als bei Fernandez-Balboa und Stiehl (1995), die es als *knowledge about one's teaching purpose* bezeichnen und dabei eher auf Beliefs als auf das Wissen eines Lehrers abzielen. Ein anderes Beispiel für die Problematik solcher vergleichenden Gegenüberstellungen ist die Konzeptualisierung von Lee und Luft (2008), die *Knowledge of*

Referenz/Facette	Instruktions- und Vermittlungsstrategien	Schüler und Schülerkognitionen	Ziel von gelehrtm Fachinhalt	Lehrplan	Bewertung und Beurteilung	Medien	Fachwissen	Kontext	Pädagogik
Shulman (1986)	x	x							
Tamir (1988)	x	x		x	x				
Smith & Neale (1989)	x	x	x						
Grossman (1990)	x	x	x	x					
Marks (1990)	x	x				x	x		
Cochran et al. (1993)		x					x	x	x
Geddis et al. (1993)	x	x		x					
Fernandez-Balboa & Stiehl (1995)	x	x	x				x	x	
van Driel et al. (1998)	x	x							
Magnusson et al. (1999)	x	x	x	x	x				
Hashweh (2005)	x	x	x	x	x		x	x	x
Loughran et al. (2006)	x	x	x				x	x	x
Krauss (2006)	x	x							
Park & Oliver (2008)	x	x	x	x	x				
Lee & Luft (2008)	x	x	x	x	x	x			
Rohaana (2009)	x	x	x						
Riese (2009)	x	x	x	x	x				
van Dijk & Kattmann (2010)	x	x							

Abb. 4: Facetten Fachdidaktischen Wissens bei verschiedenen Autoren (Schmelzing, 2010, S. 23).

science als Facette von PCK aufführen. Dieser Punkt findet sich beispielsweise jedoch nicht in obiger Übersicht unter dem Aspekt *Fachwissen*. Anhand dieser Beispiele ist ersichtlich, dass Gegenüberstellungen dieser Art schnell zu Missverständnissen führen könnten, da die verschiedenen Autoren mit gleichen Facettenbezeichnungen meist unterschiedliche Konstrukte verbinden.

Daran anknüpfend sieht man auch hier die Schwierigkeit, die sich bei einem Vergleich von Konzeptualisierungen von PCK auf

der einen Seite und FDW auf der anderen Seite ergibt (vgl. Kapitel 2.1). Aufgrund unterschiedlicher Rahmenkonzeptualisierung des professionellen Wissens von Lehrkräften sind teilweise allgemeines pädagogisches Wissen, Fachwissen oder auch Beliefs (Fernandez-Balboa & Stiehl, 1995) als Facetten des PCK bei einigen englischsprachigen Autoren aufgeführt. Im Umkehrschluss bedeutet ein fehlendes Kreuz in Abb. 4 beim Fachwissen in der Regel jedoch nicht, dass die Autor:in

im Rahmen ihres Modells kein Fachwissen betrachten, sondern lediglich, dass Fachwissen als eigenständiger Wissensbereich und nicht als Teil des FDWs aufgefasst wird. Ohne die explizite Kenntnis der jeweiligen Rahmenkonzeptionen professionellen Wissens kann es folglich bei der Gegenüberstellung der Modelle anhand der Ausprägungen der Facetten-Dimension von FDW bzw. PCK zu Missverständnissen kommen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass ein Vergleich unterschiedlicher Konzeptualisierungen ohne die genaue Bestimmung der zugrunde gelegten Facetten zu Problemen führen kann. Auch die scheinbare Einigkeit über die Facetten *Schüler und Schülerkognitionen* sowie *Instruktions- und Vermittlungsstrategien*, wie sie Tab.4 nahelegt, sollte daher mit Vorsicht betrachtet werden, da sie von einzelnen Autoren unterschiedlich interpretiert worden sein könnten. Hilfreich wäre es, wenn man hier die Operationalisierungen der jeweiligen Konstrukte heranziehen könnte. Dies scheitert allerdings daran, dass nicht alle Autoren ihre Operationalisierungen offen legen.

2.4 Deklaratives und prozedurales Wissen

Die meisten zwei- oder dreidimensionalen Modelle des Fachdidaktischen Wissens besitzen neben der Facetten-Dimension eine zweite Achse mit einer Unterscheidung in Wissensarten (Schmelzing, 2010; ProWin; Riese, 2009; KiL). Hierbei wird in der Regel auf die Unterscheidungen zwischen

deklarativem und *prozeduralem* Wissen zurückgegriffen. Bei Schmelzing werden diese beiden Wissensarten durch *reflexives Wissen*, beim ProWin- und beim KiL-Projekt durch *konditionales Wissen* als dritte Wissensart ergänzt. Riese hingegen ordnet in seinem eindimensionalen Modell Facetten mit eher deklarativem oder eher prozeduralem Charakter an (s. Abb. 4).

Die grundsätzliche Unterscheidung von deklarativem und prozeduralem Wissen wird häufig dem Philosophen Ryle (1949) zugeschrieben. Dieser hat die Begrifflichkeiten jedoch nicht selbst geprägt, sondern sich kritisch zur Verwendung der Begriffe prozedural und deklarativ in der Informationsverarbeitungstheorie geäußert (vgl. Oberauer, 1993). Im Rahmen der Theorie der Informationsverarbeitung sind prozedurales und deklaratives Wissen zwei Kategorien der Kognition, nicht der Handlung. Deklaratives Wissen zielt auf die Speicherung von Fakten im Gedächtnis, während das prozedurale Wissen die Manipulation bzw. den kognitiven Umgang mit eben diesen Fakten bezeichnet. Ryle hingegen kritisiert diese rein kognitive Unterteilung und rückt das Können mehr in den Mittelpunkt. Er definiert dafür *knowing how* als Können und *knowing that* als Wissen, das sprachlich oder durch Symbole ausgedrückt werden kann. Wichtig ist jedoch, dass *knowing how* und *knowing that* nach Ryle damit eben nicht mit der ursprünglichen Unterscheidung von deklarativem und prozeduralem Wissens der Informationsverarbeitungstheorie gleichzusetzen sind (vgl. Oberauer, 1993).

Auch in der fachdidaktischen Forschung liegt keine einheitliche Verwendung die-

ser Begriffe vor. Hinzu kommt, dass die jeweiligen Autoren bei der Bestimmung dieser Begriffe auf unterschiedliche Quellen aus verschiedenen Wissenschaftsbereichen referenzieren. So beschreibt Schmelzing (2010) deklaratives Wissen als Kenntnis über fachdidaktische Fakten, Begriffe, Zusammenhänge und Einsatzbedingungen, wobei er diese Definition sowohl aus der Philosophie als auch aus der Pädagogik entlehnt. Prozedurales Wissen wird von ihm in Anlehnung an u.a. Baumert & Kunter (2006) und Weinert (2001) als implizites und handlungsbezogenes Verfahrenswissen sowie als Handlungs-, Wahrnehmungs- und Verarbeitungsroutinen (auch simultan zur Handlung) aufgefasst und damit in die Nähe von *knowing how* gerückt, um eine unterstellte Handlungswirksamkeit des Professionswissens abzubilden.

Riese (2009) nutzt (in Anlehnung an Weinert, Schrader & Helmke, 1990) auch eine Definition von prozeduralem Wissen, in dem er es als Disposition für Handeln nicht nur auf Fertigkeiten und Fähigkeiten, sondern auch auf die Handlungs-routinen selbst bezieht. Er sieht es als Grundlage für erfolgreiches unterrichtliches Handeln, auch wenn es nicht vollständig für den Anwender explizierbar ist, und operationalisiert es im Test durch Situational-Judgement-Items.

Im Rahmen des ProWin-Projekts (Tepner et al., 2011) wiederum beziehen sich die Autoren in ihrer Untergliederung der Wissensarten auf Arbeiten von Paris, Lipson und Wixson (1983) zur Leseforschung. Paris et al. bezeichnen mit deklarativem Wissen ein Wissen über Aufgabenstruk-

turen und Aufgabenziele im Bereich der Lesestrategien und des Verständnisses von Texten und subsumieren darunter auch Beliefs sowohl über die zu bearbeitende Aufgabe als auch die eigenen Fähigkeiten, d.h. hier liegt nicht nur ein anderes Begriffsverständnis, sondern auch eine unterschiedliche Rahmenkonzeption für das Professionswissen zugrunde, die den Beliefs keinen gesonderten Bereich einräumt, wie es beispielsweise bei Riese (2009) oder Baumert und Kunter (2006) der Fall ist.

Unter prozeduralem Wissen verstehen Paris et al. (1983) Wissen über die Ausführungen einzelner Tätigkeiten, wie das „Abscannen“ und Zusammenfassen von Texten und ordnen es selbst eher dem *knowing how* zu (ebd., S. 302). Konditionales Wissen als dritte „Wissensart“ benötigt der Leser, um prozedurales und deklaratives Wissen in konkreten Aufgaben und Kontexten aufeinander abzustimmen.

Überdies verwenden einige Autoren (z. B. Putz-Osterloh, 1988; Hacker, 1986) auch die Bezeichnungen Sach- und Handlungswissen als Synonyme für deklaratives und prozedurales Wissen. Oberauer (1993) jedoch grenzt in Anlehnung an Ryle (1949) das deklarative und prozedurale Wissen vom Sachwissen und Handlungswissen ab. Sachwissen ist bei Oberauer eine Menge von Zustandsbeschreibungen und Erwartungen, während Handlungswissen als Menge von Handlungszielen und Handlungsregeln aufgefasst wird. Beide betreffen den Inhalt des Wissens, während die Unterscheidung zwischen deklarativem und prozeduralem Wissen in der Theorie der Informationsverarbeitung sich auf die Funktion des Wissens im Denken und

Handeln bezieht. Die Reflexion hingegen führt zu einer Explikation eines Teils des deklarativen Wissens und ist für Oberauer, im Gegensatz zu anderen Autoren (z. B. Schmelzing, 2010), keine gesonderte „Wissensart“.

Insgesamt gesehen ist der Vergleich verschiedener Konzeptualisierungen von FDW anhand der Dimension der Wissensarten trotz der Wahl gleicher Unterkategorien nicht trivial. Während die Wissensart *deklarativ* in den meisten Modellen ähnlich konzeptualisiert wird, nämlich als systematisiertes Theoriewissen, wie man es aufgliedert in die verschiedenen Facetten in Lehrbüchern findet, gibt es in Bezug auf die Wissensart *prozedural* beträchtliche Unterschiede. Die Bedeutung changiert in den Modellen zwischen kognitivem Umgang mit deklarativem Wissen (knowing that; abfragbar beispielsweise in einem Wissenstest), einem Können in Bezug auf Unterricht oder einer Grundlage von Handeln. Dies spiegelt die Absicht der Modelle wieder, Professionswissen als Teil von Handlungskompetenz zu modellieren und dabei Bezüge zum Können oder direkt zum Handeln herzustellen, ohne dabei auf die unterstellten Zusammenhänge von Wissen und Können bzw. Wissen und Handeln explizit einzugehen.

3 Modellierung Fachdidaktischen Wissens

Anschließend an die Analyse verschiedener Konzeptualisierungen von FDW und PCK in Abschnitt 2 soll nun ein eigenes Modell von FDW vorgestellt werden. Da-

bei werden zunächst die zugrunde gelegten Annahmen des Rahmenmodells zur Struktur des Professionswissens sowie die Annahmen zum Zusammenhang von Wissen und Handeln expliziert.

Die im Weiteren ausgeführte Konzeptualisierung Fachdidaktischen Wissens bezieht sich auf die gängige normative Modellierung professioneller Handlungskompetenz in Anlehnung an Baumert und Kunter (2006). Sie stützt sich auf Ausführungen von Weinert (2001), der Kompetenz als Disposition von kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten auf der einen Seite und motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften auf der anderen Seite versteht. Dem folgend unterscheidet das hier verwendete Modell der professionellen Handlungskompetenz nach Riese (2009) (vgl. Abb. 5) auf der obersten Ebene zunächst zwei Bereiche. Der erste Bereich beinhaltet das Professionswissen als kognitive Fähigkeit, während der zweite Bereich motivationale, volitionale und soziale Bereitschaften und Fähigkeiten darstellt. Das Professionswissen wird weiter in Fachdidaktisches Wissen, Fachwissen und Pädagogisches Wissen unterteilt.

Nach Baumert und Kunter (2006) ist nicht nur das Wissen, sondern auch das Können einer Lehrkraft Teil seiner professionellen Handlungskompetenz⁵. Uneinigkeit besteht jedoch darin, in wieweit die handlungsnahen Wissenskomponenten überhaupt expliziert werden können. So nehmen Oberauer (1993) und dem fol-

⁵ Baumert und Kunter (2006, S. 481) verwenden hier ebenfalls die Begriffe des deklarativen und prozeduralen Wissens in ihrer Bedeutung als Wissen und Können.



Abb. 5: Rahmenmodell der professionellen Handlungskompetenz von Physiklehrkräften nach Riese (2009, S. 26) in Anlehnung an Baumert & Kunter (2006) und Weinert (2001).

gend Riese und Reinhold (2010) an, dass insbesondere beim Handeln unter Druck Hintergrundannahmen das Handeln leiten, die nicht explizierbar sind. Dem Handeln muss nicht zwingend theoretisches Wissen als Voraussetzung vorweggehen (vgl. Oberauer, 1993; Neuweg 2002). Das Wissen kann dem Können sogar hinderlich sein (Neuweg, 2002). Dies muss im Umkehrschluss jedoch nicht heißen, dass theoretisches Wissen für die Handlung vollkommen obsolet ist. Neuweg (2002) sieht das in der universitären Lehrerbildung erwerbbares Wissen insofern als relevant an, als dass das implizite Wissen in hohem Maße „theorieimprägniert“ (Neuweg, 2002, S.22) sei. Außerdem führt er an, dass Wissenschaftswissen insbesondere dann bedeutsam werde, wenn Handelnde (hier: Lehrende) vor einer außergewöhnlichen Situation stehen, an der ihr implizites

Wissen an seine Grenzen gerät. Auch die Reflexion von Lehrprozessen ist als wissenschaftlicher Denkstil Teil des an der Universität zu erwerbenden Wissens.

Aufgrund der nicht eindeutig zu klärenden Bedeutung des theoretischen Wissens für das unterrichtliche Handeln fokussiert die folgende Modellierung der fachdidaktischen Wissenskomponente auf das universitär erwerbbares Wissen. Dabei wird angenommen, dass dieses in universitären Veranstaltungen gelehrte FDW eine Relevanz zumindest im obigen Sinne nach Neuweg (2002) für unterrichtliches Handeln besitzt, wohl wissend, dass eine Überprüfung dieser Annahme noch aussteht⁶.

Um ein hierfür möglichst konsensfähiges Modell des Fachdidaktischen Wissens

⁶ Erste Hinweise auf diesen Zusammenhang könnte beispielsweise eine Studie von Vogelsang und Reinhold (2010, 2011) liefern.

zu entwickeln, wurden sowohl bereits existierende Konzeptualisierungen (vgl. Abschnitt 2) zugrunde gelegt als auch weitere Quellen, die einen Rückschluss auf relevante Bestandteile Fachdidaktischen Wissens erlauben, herangezogen. So finden sich weitere Hinweise für eine differenzierte Modellierung des FDWs in normativen Setzungen wie beispielsweise den Bildungsstandards (KMK, 2008) oder dem Kerncurriculum Fachdidaktik (Gesellschaft für Fachdidaktik, 2004). Als besonders differenziert haben sich in diesem Zusammenhang die (fachdidaktischen) Module des Quereinsteiger-Programms PD-Q (Korneck, Lamprecht, Wodzinski & Schecker, 2010) herausgestellt. Dieses Programm wurde von einem Konsortium von Physikdidaktikern aus 20 Hochschulen und Studienseminaren unter der Leitvorstellung entwickelt, Personen ohne Lehramtsausbildung die zentralen Inhalte physikdidaktischen Wissens zu vermitteln. Seine Strukturierung bietet einen hilfreichen Ansatzpunkt für die Bestimmung relevanter Bestandteile fachdidaktischen Wissens. Daneben können weitere Aspekte des FDWs aus den Erkenntnissen der Unterrichtsqualitätsforschung gewonnen werden. Dabei wurden sowohl Kataloge zur Unterrichtsqualität (z. B. Helmke, 2009) als auch Arbeiten aus dem Paderborner Projekt zum Wissen und Handeln angehender Physiklehrkräfte (Vogelsang & Reinhold, 2010) genutzt, um abzusichern, dass bei der Modellierung Wissen berücksichtigt wird, das als handlungswirksam erachtet wird. Für das hier vorgestellte Modell werden zwei Dimensionen angenommen. Die erste

Dimension bezeichnet den fachlichen Inhalt (angelehnt an ProWin, Schmelzing, 2010 oder KiL). Eine explizite, weitere Unterteilung der Dimension in konkrete fachliche Inhaltsbereiche soll an dieser Stelle jedoch nicht vorgenommen werden, da dies im eigentlichen Sinn keine fachdidaktische, sondern eine fachliche (speziell physikalische) Fragestellung ist. Die Hinzunahme dieser Dimension soll lediglich der Tatsache Rechnung tragen, dass Fachdidaktisches Wissen vermutlich nicht inhaltsunabhängig betrachtet werden kann (vgl. Abschnitt 2.2).

Die zweite Dimension betrifft die Facetten fachdidaktischen Wissens, die (wie oben aufgeführt) in jeder Konzeptualisierung Fachdidaktischen Wissens auftaucht. Die im folgenden Abschnitt (3.1) näher beschriebenen acht Facetten kommen durch die Sammlung und systematische Ordnung sowohl bisher formulierter Facetten als auch fachdidaktischer Inhaltsbereiche normativer Setzungen zustande. Ferner wurden auch Ergebnisse aus der Forschung zur Unterrichtsqualität mit einbezogen. Dies geschah, indem überprüft wurde, ob für die verschiedenen Merkmale guten Unterrichts die entsprechenden, notwendigen Wissensbereiche der Lehrkraft durch die Konzeptualisierung abgedeckt werden. Die Facetten reflektieren in ihrer Struktur hauptsächlich die Struktur von FDW in der universitären Lehre, unter der Annahme, dass sich die einzelnen Facetten als bedeutsam im unterrichtlichen Handeln erweisen. Eine alternative Bestimmung der Facetten, beispielsweise aus einer Anforderungsanalyse heraus, wurde aufgrund der Schwerpunkt-

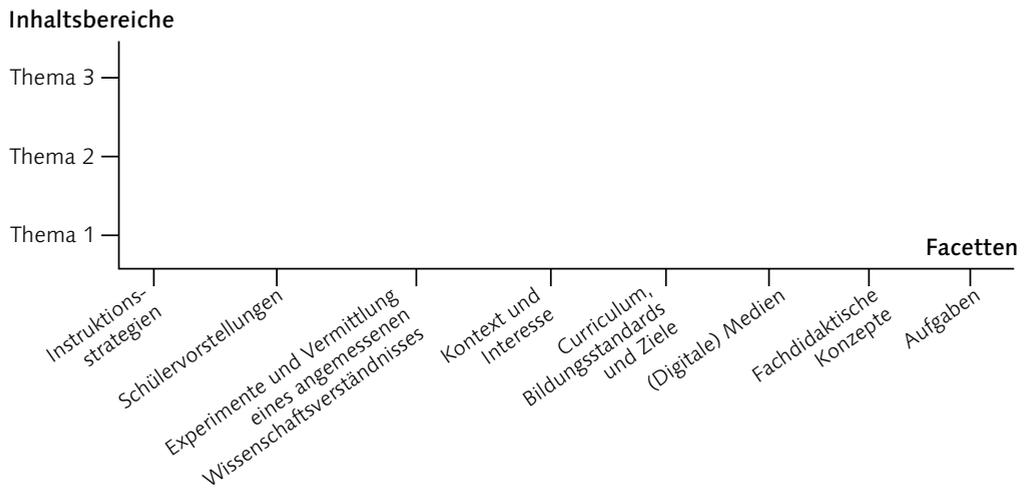


Abb. 6: Konzeptualisierung Fachdidaktischen Wissens.

setzung auf universitär erwerbbares Professionswissen nicht verfolgt.

Das Modell entbehrt einer dritten Dimension. Der Grund dafür ist zum einen die oben aufgeführten Problematik der Begrifflichkeiten (z. B. deklaratives Wissen vs. prozedurales Wissen). Zum anderen verträgt sich die Unterscheidung dieser Wissensarten (mit prozeduralem Wissen als Aspekt von Können) dabei nicht mit der Annahme von Professionswissen als kognitiver Leistungsdisposition. Der Fokus liegt auf *knowing that* (im Sinne von Ryle (vgl. Abschnitt 2.4)).

Für die Testkonstruktion erscheint dagegen die Annahme einer dritten Dimension sinnvoll, um eine unterschiedliche Qualität des Wissens bei der Itementwicklung zu berücksichtigen. Folgt man Anderson und Krathwohl (2001) (wie König und Seifert in der LEK-Studie 2012), dann kann zwischen den Wissensqualitäten Reproduzieren, Verstehen/Analysieren und Kreieren unterschieden werden. Anders als z. B.

bei ProWin oder KiL wird diese Dimension allerdings nicht in das Modell FDW mit aufgenommen, da die Bearbeitung eines Wissenstests nicht ohne weiteres mit der Art, wie dieses Wissen im Unterricht handlungswirksam wird, gleichgesetzt werden kann.

3.1 Facetten

Die acht Facetten des Modells Fachdidaktischen Wissens lassen sich wie folgt beschreiben:

Instruktionsstrategien

Die Facette *Instruktionsstrategien* umfasst Wissen über verschiedene Formen von physik- und themenspezifischen Instruktionsstrategien sowie Wissen über deren Anwendung und Bewertung (vgl. Magnusson et al., 1999; Olszewski, 2010). Dazu gehören auch Kenntnisse über Verständ-

nisschwierigkeiten bei verschiedenen Formen der Inhaltsdarstellung, beispielsweise in Schulbüchern (vgl. Olszewski, 2010) sowie das Kennen von geeigneten Beispielen zur Darstellung fachlicher Inhalte unter bestimmten fachdidaktischen Aspekten. Denkbar wäre hier beispielsweise die Kenntnis von Alltagsbeispielen, die geeignet sind, um den vektoriellen Geschwindigkeitsbegriff einzuführen. Des Weiteren beinhaltet diese Facette Unterrichtsfachspezifisches Wissen über die Erzeugung und Reflexion einer situationsangemessenen Struktur von Inhalten und Aktivitäten unter Nutzung geeigneter Arbeitsformen sowie Wissen zur Ermöglichung des kumulativen Lernens und der inhaltlichen Vernetzung (vgl. Riese, 2009). Auch das Wissen über die Schaffung kognitiv anregender, motivierender und verständlicher Lernumgebungen und Arbeitsmaterialien sowie die Reflexion dieser Lehr-Lernangebote gehören zur Facette *Instruktionsstrategien* (vgl. Riese, 2009; Korneck et al., 2010).

Umgang mit Heterogenität sowie Diagnose und Förderung werden, soweit sie allgemeine Strategien der Differenzierung betreffen, in der vorgestellten Konzeptualisierung als Teil des pädagogischen Wissens angesehen. Konkrete physikdidaktische Aspekte der Diagnose und Förderung werden den jeweiligen Facetten zugerechnet.

Schülervorstellungen

Die Facette *Schülervorstellungen* im Bereich des fachdidaktischen Wissens beinhaltet im Wesentlichen das Wissen über

typische themenspezifische und übergreifende Schülervorstellungen (vgl. Korneck et al., 2010; Magnusson et al., 1999), wie beispielsweise Vorstellungen zum physikalischen Kraftbegriff, aber auch über typische Argumentationsweisen und Lernprozesse von Schülern. Diese Kenntnisse befähigen auf einer höheren Anforderungsebene einerseits zur Prognose von typischen Schülerantworten und andererseits zur Diagnose von Fehlvorstellungen anhand von Schüleraussagen (vgl. Olszewski, 2010; Korneck et al., 2010). Des Weiteren wird an dieser Stelle Wissen betrachtet, das benötigt wird, um bei der Planung und Durchführung von Physikunterricht Schülervorstellungen angemessen zu berücksichtigen (vgl. Korneck et al., 2010). Auch das Wissen über Anforderungen beim Lernen bestimmter Sachverhalte und die Kenntnis über übliche schwierige Teilgebiete des Fachs (Magnusson et al., 1999) fällt unter diese Facette. Schülervorstellungen können beispielsweise in der konkreten Unterrichtsplanung auch als Bestandteil anderer Facetten (z. B. Konzepte oder Instruktionsstrategien) auftauchen. Sie werden hier jedoch für den Physikunterricht als so zentral angesehen, dass sie als eigene Facette betrachtet werden. Ferner taucht diese bei sehr vielen Autoren ebenso als gesonderter Punkt auf (vgl. z. B. Schmelzing, 2010; Magnusson et al.; 1999, Tepner et al., 2011; Kunter et al., 2011; Park & Oliver, 2008; Halim & Meerah, 2002).

Experimente und Vermittlung eines angemessenen Wissenschaftsverständnisses

Unter der Facette *Experimente* wird sowohl das Wissen über Arten, Funktionen und die Bedeutung von Experimenten im Erkenntnisprozess der Lernenden als auch Wissen über das Vorgehen beim Experimentieren in der Unterrichtssituation gefasst (vgl. Korneck et al., 2010; Riese, 2009). Dies meint konkret Wissen über Mess- und Auswerteverfahren, Arbeitsweisen, Reflexion und Bewertungskriterien speziell von Experimenten in der Schule sowie das Wissen um verschiedene experimentelle Zugänge und didaktisch adäquates Anordnen von Experimenten (vgl. Riese, 2009). Unter Fachdidaktisches Wissen in diesem Bereich fallen auch das Wissen über Auswahl von Experimenten für die Schule, deren kognitive Anforderungen und Potentiale sowie solches über ihren lernwirksamen Einsatz (ebd.). Experimente sollten für die Schule unter didaktischen Gesichtspunkten geplant, durchgeführt und ausgewertet werden können (vgl. Korneck et al., 2010). Dazu gehört auch Wissen über die Planung möglicher Handlungsalternativen, die sinnvolle Einbettung in den Unterrichtsablauf und die Reflexion dessen (vgl. Riese, 2009).

Weiterhin sollten typische Schülerfehler und Schwierigkeiten in der Handhabung von Experimenten bekannt sein bzw. eingeschätzt werden können (vgl. Riese, 2009) und Lernschwierigkeiten, Schülerkonzeptionen und Fehler speziell beim Experimentieren diagnostiziert und vorhergesagt werden können. Da-

bei geht es ausschließlich um Probleme in der Handhabung von Experimenten und nicht um Probleme, die aufgrund von Schülerfehlvorstellungen zu physikalischen Fachinhalten auftreten. Auch typische Schülerfehler beim Experimentieren, die aufgrund eines eingeschränkten Verständnisses naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung auftreten, sollten bekannt sein sowie diagnostiziert und prognostiziert werden können. Zudem beinhaltet diese Facette Wissen über den Umgang mit unerwünschten Experimentierergebnissen (ebd.). Auch das Wissen über die Differenzierungsmöglichkeiten anhand von Experimenten ist der Facette zuzuordnen.

Die Facette umfasst auch Wissen darüber, wo und wie Physikunterricht zur Entwicklung eines angemessenen Wissenschaftsverständnisses beitragen kann (vgl. Korneck et al., 2010). Außerdem beinhaltet sie das Wissen, wie physikalische Unterrichtsthemen für erkenntnistheoretische Betrachtungen genutzt werden können (ebd.).

Die Bereiche Nature of Science (NOS) und Nature of Scientific Inquiry (NOSI) werden an dieser Stelle nicht als Bestandteil des Fachdidaktischen Wissens gesehen. Es ist wie oben beschrieben jedoch Aufgabe eines Lehrers, solche Aspekte im Unterricht insbesondere bei der Handhabung von Experimenten zu vermitteln. Das eigentliche Wissen der Lehrkraft über NOS und NOSI begreifen wir dagegen als im Kompetenzrahmenmodell dem Fachwissen oder den Beliefs zugehörig. So ist eine angemessene Vorstellung von NOS und NOSI kein lehrendenspezifischer Aspekt,

sondern wird ebenso von Fachphysikern erwartet. Die *Vermittlung* des Wissenschaftsverständnisses wiederum ist eine spezielle Anforderung von Lehrenden.

Kontext und Interesse

Die Wissensfacette *Kontext und Interesse* umfasst die Kenntnis konkreter Interessensbereiche von Schülerinnen und Schülern im Physikunterricht (vgl. Riese, 2009) sowie fachdidaktischer Ansätze in Bezug auf eine fachspezifische Interessensförderung und Ansatzpunkte zur interessenorientierten Unterrichtsgestaltung (vgl. Korneck et al., 2010). Da bekannt ist, dass sich die Einbettung physikalischer Inhalte in geeignete, lebensweltliche Kontexte günstig auf das Interesse der Lernenden oder zumindest auf die Interessantheit des Physikunterrichts auswirkt (vgl. z. B. Berger, 2002 oder Hoffmann, Häussler & Lehrke, 1998), wird innerhalb dieser Facette auch das Wissen über günstige Kontexte abgedeckt. Neben dem Wissen über reale Anwendungsbereiche im Sinne der Kontextorientierung (vgl. Riese, 2009) und dem Wissen über die Einbettung neuer Inhalte in Anwendungskontexte (vgl. Duit & Wodzinski, 2006) sollten Kriterien zur Auswahl und zum Einsatz von Kontexten genannt und angewendet werden können (vgl. Korneck et al., 2010). Auch das Wissen über das Potential von Kontexten, den Fachunterricht zu strukturieren, fällt unter diese Facette (vgl. Nawrath, 2010). Da im Physikunterricht speziell die Differenzierung von Jungen und Mädchen aufgrund von Interessensunterschieden (vgl. Hoffmann et al., 1998) ein relevantes Thema

ist, wird entsprechendes Wissen der fachdidaktischen Facette *Kontext und Interesse* zugeordnet. Weiter umfasst dieser Bereich Wissen über Motive und Möglichkeiten von Kontext und Interesse bezogener Differenzierung und die Förderung des Selbstkonzepts im Physikunterricht (vgl. Korneck et al., 2010).

Curriculum, Bildungsstandards und Ziele von Physikunterricht

Die Facette *Curriculum, Bildungsstandards und Ziele von Physikunterricht* umfasst Wissen über das Curriculum, seine Grundsätze (vgl. Magnusson et al., 1999) und Auswahlkriterien für Inhalte. Außerdem beinhaltet es das Wissen darüber, wie Inhalte vor dem Hintergrund vorliegender Curricula⁷ auszuwählen und wissenschaftliche Fragestellungen und Sachverhalte hinsichtlich ihrer unterrichtlichen Relevanz einzuordnen sind (vgl. Riese, 2009). Ebenso fällt das Wissen über Qualitätssicherungen und Bildungsstandards und die Diagnose von Kompetenzanforderungen und Kompetenzen unter diese Facette (vgl. Korneck et al., 2010).

Die Facette beinhaltet zudem das Wissen über allgemeine Ziele und Zielkataloge von Physikunterricht (vgl. Magnusson et al., 1999), deren Reflexion und Abgrenzung voneinander und ihre Umsetzung im Unterricht. Dazu könnten beispiels-

⁷ Hier ist der Begriff Curriculum in seiner Bedeutung als Lehrplan im deutschsprachigen Raum, der nicht nur bloße Lehrinhalte, sondern auch Lehr- und Lernziele und deren Begründungen aufführt, gemeint. Der Begriff ist abzugrenzen von der oben aufgeführten angelsächsischen Curriculumtheorie.

weise die Begründungslinien im Sinne der Schlüsselprobleme von Klafki (Klafki, 1958), des Konzepts von Scientific Literacy (Evans & Gräber, 2002) oder der curricularen Delphi-Studie (Häußler u.a., 1980) gehören.

(Digitale) Medien

Die Facette (*Digitale*) *Medien* beinhaltet Wissen von Möglichkeiten und Anforderungen bei der Mediennutzung und die inhaltspezifische angemessene Nutzung von Medien (Korneck et al., 2010). Des Weiteren sollte Wissen über Einsatzszenarien für e-Learning und über ein mögliches Angebot und die Bewertung ebener dieser im Unterricht vorhanden sein (vgl. Korneck et al., 2010). Auch das Wissen über den sinnvollen Einsatz von Computern zur Messwerterfassung und -auswertung, von Simulationen, Modellbildungsprogrammen, Lernprogrammen und ähnlichem fällt in diesen Bereich (vgl. Korneck et al., 2010). Außerdem wird das Wissen über den Einsatz von Medien zur Differenzierung dieser Facette zugeordnet.

Fachdidaktische Konzepte

Die Facette *Fachdidaktische Konzepte* beinhaltet Wissen über Methodenkonzeptionen des Physikunterrichts (z. B. exemplarischer, genetischer, entdeckender Unterricht etc.) und deren Einsatz in der Unterrichtsplanung (Korneck et al., 2010). Außerdem werden als Konzepte ebenso Lerntheorien wie z. B. Konzeptwechsel oder die Elementarisierung, deren Grundsätze, Anwendungen und Re-

flexion verstanden (vgl. Olszewski, 2010, Riese, 2009). Weiterhin fällt das Wissen über die Aspekte didaktischer Rekonstruktion (Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek, 1997) und ihrer Anwendung sowie die Reflexion der Anwendung darunter (Riese, 2009; Korneck et al., 2010; Olszewski, 2010).

Speziell bei der Anwendung der didaktischen Rekonstruktion überlappt diese Facette mit den Inhalten anderer Facetten Fachdidaktischen Wissens, wie zum Beispiel der Facette *Schülervorstellungen* (s. oben). Die konkrete Anforderung der Konzepte im Vergleich zu anderen Facetten liegt folglich in der Nennung und der Anwendung der oben genannten Konzepte, wobei die anderen dazu nötigen Bereiche (z. B. *Schülervorstellungen* oder *Instruktionsstrategien*) als bekannt vorausgesetzt werden.

Aufgaben

Das Wissen über *Aufgaben* im fachdidaktischen Kontext bezieht sich auf Wissen zur Bedeutung von Aufgaben unter lernpsychologischen und didaktischen Aspekten sowie Wissen über Aufgaben spezifische Bewertungskriterien (Korneck et al., 2010). Zudem bezeichnet diese Facette das Wissen darüber, wie Aufgaben entwickelt, in den Unterricht eingebunden und Kriterien orientiert beurteilt werden können (Korneck et al., 2010). Auch das Wissen über die Differenzierungsmöglichkeiten anhand von Aufgaben ist dieser Facette zuzuordnen.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Fachdidaktisches Wissen ist Grundlage, Ausgangspunkt und zentrales Konstrukt in verschiedenen theoretischen Überlegungen und Studien im Bereich der Lehrerbildung. Trotzdem ist keine einheitliche Definition der Begriffe FDW und PCK oder ein übereinstimmender Katalog ihrer Inhalte vorhanden. Zwar gibt es Modellierungen und darauf fußende Messungen insbesondere des physikdidaktischen Wissensbereichs. Aufgrund der unterschiedlichen Konzeptualisierung von FDW sind die Ergebnisse aber nur bedingt untereinander vergleichbar. Darüber hinaus erlauben bislang vorhandene Arbeiten keine differenzierten Analysen auf Subskalenebene.

Vor diesem Hintergrund wurden verschiedene Ansätze zum FDW bzw. PCK im deutschsprachigen und internationalen Raum herangezogen und anhand ihrer jeweiligen Definition, Ausgestaltung und Dimensionierung verglichen. Die Analyse ergab Ungenauigkeiten in der Verwendung der Begrifflichkeiten, was insbesondere auf unterschiedliche, nicht immer explizierte, aber unterstellte Rahmenkonzeptionen professioneller Handlungskompetenz zurückgeführt werden konnte.

Daran anschließend wurde eine auf fachdidaktische Inhaltsfacetten und die universitäre Ausbildung fokussierte Modellierung des Fachdidaktischen Wissens vorgenommen, die sich als Bereich des Professionswissens in ein Rahmenmodell professioneller Handlungskompe-

tenz (nach Riese, 2009; Baumert & Kunter, 2006) einordnet. Die fachdidaktischen Inhalte sind als Zusammenstellung der unterschiedlichen theoretischen Ansätze, normativen Setzungen und Anforderungen aus der Unterrichtsqualitätsforschung zu verstehen.

Im nächsten Schritt soll das hier vorgestellte Modell erste Ansatzpunkte für die Entwicklung eines Testinstruments zur Erfassung des physikdidaktischen Wissens von Lehramtsanwärtern im Rahmen des Projektverbundes ProfiLe-P (Professionswissen in der Lehramtsausbildung Physik, vgl. Schecker et al., 2012) liefern. Damit sollen gegebenenfalls Hinweise zur Verbesserung der universitären Ausbildungsqualität gewonnen werden. Es soll zudem geprüft werden, ob und inwieweit das Modell auf die universitäre Vermittlungssituation übertragen werden kann. Aus Gründen der Testkonstruktion wird jedoch eine systematische und an das Projekt Profile-P angepasste Kürzung des Modells für die Itementwicklung unumgänglich sein.

Literatur

- Anderson, L. W.; Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing. A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Ball, D.; Lubienski, S. & Mewborn, D. (2001). Research on teaching mathematics. In Richardson, V. (Hg.), *Handbook of research on teaching. The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge*. (433–456). Washington, D.C: American Educational Research Association.

- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV In Kunter, M.; Baumert, J.; Blum, W.; Klusmann, U.; Krauss, S.; Neubrand, M. (Hg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (39–53). Münster u.a.: Waxmann.
- Blömeke, S. (2011). Teacher Education and Development Study: Learning to Teach (TEDS-LT) – Erfassung von Lehrerkompetenzen in gering strukturierten Domänen In Blömeke, S.; Bremerich-Vos, A.; Haudeck, H.; Kaiser, G.; Nold, G. S. K.; Willenberg, H. (Hg.), *Kompetenzen von Lehramtsstudierenden in gering strukturierten Domänen. Learning to Teach (TEDS-LT) – Erfassung von Lehrerkompetenzen in gering strukturierten Domänen* (7–24). Münster u.a.: Waxmann.
- Berger, R. (2002). Einfluss kontextorientierten Physikunterrichts auf Interesse und Leistung in der Sekundarstufe II. *ZfDN (Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften)*, 8, 119–132.
- Blömeke, S. (2011). Teacher Education and Development Study: In Blömeke, S.; Bremerich-Vos, A.; Haudeck, H.; Kaiser, G.; Nold, G. S. K.; Willenberg, H. (Hg.), *Kompetenzen von Lehramtsstudierenden in gering strukturierten Domänen. Learning to Teach (TEDS-LT) – Erfassung von Lehrerkompetenzen in gering strukturierten Domänen* (7–24). Münster u.a.: Waxmann.
- Brophy, J. (1991). *Teachers' knowledge of subject matter as it relates to their teaching practice*. Greenwich, Conn: JAI Press.
- Borowski, Andreas; Fischer, Hans E.; Olszewski, Jennifer; Reinhold, Peter; Riese, Josef (2010): Ein Vergleich von Tests zum fachdidaktischen Wissen von Physiklehrkräften In: D. Höttecke (Hg.), *Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Dresden 2009*. Münster: LIT-Verlag, S. 377–379.
- Cochran, K. F.; DeRuiter, J. A. & King, R. A. (1993). Pedagogical Content Knowing: An Integrative Model for Teacher Preparation. *Journal of Teacher Education*, 44 (4), 263–272.
- Duit, Reinders; Wodzinski, Christoph T. (2006): Guten Unterricht planen. Kategorien fachdidaktischen Denkens bei der Planung des Unterrichts. *Naturwissenschaften im Unterricht* 17(92), S. 9–11.
- Evans, R.; Gräber, W.; Koballa, T. & Nentwig, P. (2002). *Scientific Literacy*. Opladen: Leske + Budrich.
- Fensham, P. J. (2001). Science Content as Problematic – Issues for Research. In Behrendt, H.; Dahncke, H.; Duit, R.; Gräber, W.; Komorek, M.; Kross, A. et al. (Hg.), *Research in science education – past, present, and future* (27–41). Dordrecht u.a.: Kluwer Academic Publ.
- Fischler, Helmut (2010): Didaktik – an appropriate framework for the professional work of science teachers? In: Deborah Corrigan, Justin Dillon und Richard F. Gunstone (Hg.): *Conceptualizing the knowledge base of quality science teaching*. Dordrecht, New York: Springer.
- Fernández-Balboa, J.-M. & Stiehl, J. (1995). The Generic Nature of Pedagogical Content Knowledge among College Professors. *Teaching and Teacher Education*, 11(3), 293–306.
- Geddis, Arthur N. (1993): Transforming subject-matter knowledge: the role of pedagogical content knowledge in learning to reflect on teaching. *International Journal of Science Education* 15(6), S. 673–683.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical Content Knowledge: An Introduction and Orientation. In Gess-Newsome, J.; Lederman, N. G. (Hg.), *Examining pedagogical content knowledge* (3–17). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Hacker, W. (1986). *Arbeitspsychologie*. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaft.

- Halim, L. & Meerah, S. M. (2002). Science Trainee Teachers' Pedagogical Content Knowledge and its Influence on Physics Teaching. *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 215–225.
- Hashweh, M. (2005). Teacher pedagogical constructions: a reconfiguration of pedagogical content knowledge. *Teachers and Teaching*, 11(3), 273–292.
- Häussler, P. u.a. (1980). *Physikalische Bildung: Eine curriculare Delphi-Studie Teil I*. Kiel: Inst. für d. Pädagogik d. Naturwiss. (IPN) an d. Univ. Kiel.
- Helmke, A. (2009). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Stuttgart, Seelze-Velber: Klett; Klett Kallmeyer.
- Hoffmann, L.; Häussler, P. & Lehrke, M. (1998). *Die IPN-Interessenstudie Physik*. Kiel: IPN.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997): *Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung*. *ZfDN (Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften)* 16, 3–18.
- Klafki, W. (1958). Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung. *Die deutsche Schule*, 10.
- Korneck, F.; Lamprecht, J.; Wodzinski, R. & Schecker, H. (2010). *Quereinsteiger in das Lehramt Physik – Lage und Perspektiven der Physiklehrrausbildung in Deutschland*. Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG).
- König, Johannes; Seifert, Andreas (Hg.) (2012): *Lehramtsstudierende erwerben pädagogisches Professionswissen. Ergebnisse der Längsschnittstudie LEK zur Wirksamkeit der erziehungswissenschaftlichen Lehrerausbildung*. Münster: Waxmann.
- Kulgemeyer, Christoph; Schecker, Horst (2010): *Kompetenzdiagnostik mit qualitativen Methoden am Beispiel eines Rollenspiels. Zum Verhältnis von Kognition und Volition bei Kommunikationskompetenz*. *PhyDid B – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung* 1.
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2008). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16. Oktober 2008)*. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland.
- Krauss, S.; Blum, W.; Brunner, M.; Neubrand, M.; Baumert, J. & Kunter, M. et al. (2011). *Konzeptualisierung und Testkonstruktion zum fachbezogenen Professionswissen von Mathematiklehrkräften* In Kunter, M.; Baumert, J.; Blum, W.; Klusmann, U.; Krauss, S.; Neubrand, M. (Hg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (, 135–161). Münster u.a: Waxmann.
- Krauss, S., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., Jordan, A., Brunner, M., Kunter, M. & Löwen, K. (2006). *Die Konstruktion eines Tests zum fachlichen und zum fachdidaktischen Wissen von Mathematiklehrkräften*. In Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (Hg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2006. Vorträge auf der 40. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 6.3 bis 10.3.2006 in Osnabrück* (S. 319–322). Berlin: Verlag Franzbecker.
- Kröger, J.; Euler, M.; Neumann, K.; Härtig, H. & Petersen, S. (2012). *Messung Professioneller Kompetenz im Fach Physik*. In Bernholt, S. (Hg.), *Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Oldenburg 2011*. (616–618). Berlin: LIT Verlag.
- Kunter, M.; Baumert, J.; Blum, W.; Klusmann, U.; Krauss, S.; Neubrand, M. (Hg.) (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Münster u.a: Waxmann.
- Lee, E. & Luft, J. A. (2008). Experienced Secondary Science Teachers' Representation of Pedagogical Content Knowledge. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1343–1363.

- Loughran, J.; Berry, A. & Mulhall, P. (2006). *Understanding und Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. Rotterdam / Taipei: Sense Publishers.
- Magnusson, S.; Krajcik, J. & Borko, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching In Gess-Newsome, J.; Lederman, N. G. (Hg.), *Examining pedagogical content knowledge* (95–132). Dodrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Marks, R. (1990). Pedagogical Content Knowledge: From a Mathematical Case to a Modified Conception. *Journal of Teacher Education*, 41 (3), 3–11.
- Nawrath, Dennis (2010): Kontextorientierung. Rekonstruktion einer fachdidaktischen Konzeption für den Physikunterricht. 1. Aufl. Oldenburg: Didaktisches Zentrum.
- Neuweg, Georg Hans (2002): Lehrerhandeln und Lehrerbildung im Lichte des Konzepts des impliziten Wissens. *Zeitschrift für Pädagogik* 48 (1), 10–29.
- Neuweg, Georg Hans (2011). Das Wissen der Wissensvermittler In Terhart, E.; Bennewitz, H.; Rothland, M. (Hg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (451–477). Münster: Waxmann.
- Oberauer, K. (1993). Prozedurales und deklaratives Wissen und das Paradigma der Informationsverarbeitung. *Sprache & Kognition*, 12, 30–43.
- Olszewski, J. (2010). *The impact of physics teachers' Pedagogical content knowledge on teacher action and student outcomes*. Berlin: Logos.
- Paris, S.; Lipson, M. Y. & Wixson, K. (1983). Becoming a strategic reader. *Contemporary Educational Psychology*, 8(3), 293–316.
- Park, S. & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261–284.
- Riese, J. (2009). *Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften*. Berlin: Logos.
- Riese, Josef; Reinhold, Peter (2010): Empirische Erkenntnisse zur Struktur professioneller Handlungskompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *ZfDN (Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften)* 16.
- Riese, J. & Reinhold, P. (2012). Die professionelle Kompetenz angehender Physiklehrkräfte in verschiedenen Ausbildungsformen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15 (1), 111–143.
- Rohaan, E. J. (2009). *Testing teacher knowledge for technology teaching in primary schools*. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.
- Putz-Osterloh, W. (1988). Wissen und Problemlösen. In Mandl, H.; Spada, H.; Aebli, H. (Hg.), *Wissenspsychologie* (247–263). München: PVU.
- Ryle, G. (1949). *The concept of mind*. New York: Hutchinson's Univ. Library.
- Schecker, H.; Borowski, A.; Reinhold, P.; Fischer, H.; Riese, J.; Kulgemeyer, C. (2012). Professionswissen in der Lehramtsausbildung Physik. Poster vorgestellt auf der Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Mainz 2012
- Schecker, H. & Parchmann, I. (2006). Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. *ZfDN (Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften)*, 12, 45–66.
- Schmelzing, S. (2010). *Das fachdidaktische Wissen von Biologielehrkräften*. Berlin: Logos.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Education Researcher*, 15(2), 4–14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Smith, D. C. & Neale, D. C. (1989). The construction of subject matter knowledge in primary science teaching. *Teaching and Teacher Education*, 5 (1), 1–20.
- Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 4 (2), 99–110.

- Tepner, O.; Borowski, A.; Dollny, S.; Fischer, H. E.; Jüttner, M. & Kirschner, S. et al. (2012). Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. *ZfDN (Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften)*, 18, 7–28.
- van Driel, J. H.; Verloop, N. & Vos, W. de (1998). Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching (1998)*, 35(6), 673–695.
- van Dijk, E. M. & Kattmann, U. (2010). Evolution im Unterricht: Eine Studie über fachdidaktisches Wissen von Lehrerinnen und Lehrern. *ZfDN (Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften)*, 16, 23–39.
- Vogelsang, C. & Reinhold, P. (2010). Handlungsvalidierung eines Instruments zur Kompetenzdiagnose. In Höttecke, D. (Hg.), *Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Dresden 2009* (371–373). Berlin: LIT Verlag.
- Vogelsang, C. & Reinhold, P. (2011). Gemessene Kompetenz und Unterrichtsqualität. In Bernholt, S. (Hg.), *Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Oldenburg 2011* (286–288). Berlin: LIT Verlag.
- Weinert, F. E.; Schrader, F.-W. & Helmke, A. (1990). Unterrichtsexpertise – Ein Konzept zur Verringerung der Kluft zwischen zwei theoretischen Paradigmen. In Alisch, L.-M.; Baumert, J.; Beck, K. (Hg.), *Professionswissen und Professionalisierung* (173–206). Braunschweig: Colmsee.
- Weinert, F. E. (2002). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In Weinert, F. E. (Hg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (17–31). Weinheim: Beltz.
- Weinert, F.E., Schrader, F.-W. & Helmke, A. (1990). Unterrichtsexpertise – ein Konzept zur Verringerung der Kluft zwischen zwei theoretischen Paradigmen. In L.-M. Alisch, J. Baumert & K. Beck (Hg.), *Professionswissen und Professionalisierung. Braunschweiger Studien zur Erziehungs- und Sozialarbeitswissenschaft*, Bd. 28 (173–206). Braunschweig: Technische Universität, Seminar für Soziologie und Sozialarbeitswissenschaft in Zusammenarbeit mit der Zeitschrift ‚Empirische Pädagogik‘.

KONTAKT

Yvonne Gramzow
 Universität Paderborn
 Department Physik
 Warburger Str. 100
 33098 Paderborn
yvonne.gramzow@uni-paderborn.de

AUTORENINFORMATION

Yvonne Gramzow ist Doktorandin in der Arbeitsgruppe Didaktik der Physik an der Universität Paderborn. Sie beschäftigt sich mit der Entwicklung und Validierung eines Modells und dazugehörigen Testinstruments zur inneren Struktur Fachdidaktischen Wissens von Lehramtsstudierende und Übungsleitern im Fach Physik.

Dr. Josef Riese ist zurzeit wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe Didaktik der Physik an der Universität Paderborn mit den Forschungsschwerpunkten Kompetenzmodellierung, Testentwicklung sowie Struktur und Entwicklung professioneller Handlungskompetenz von Physiklehrkräften.

Prof. Dr. Peter Reinhold ist Professor für Didaktik der Physik an der Universität Paderborn. Seine Forschungsschwerpunkte sind Lehrerbildungsforschung, Physik Lernen und Lehren mit digitalen Medien, kontextorientierter und Interesse fördernder Physikunterricht und kooperatives Lernen.