

Entwicklung und Anwendung eines Kategoriensystems zur Analyse des fachdidaktischen Wissens angehender Biologie-Lehrkräfte in schriftlichen Unterrichtsplanungen

Leroy Großmann & Dirk Krüger

leroy.grossmann@fu-berlin.de – dirk.krueger@fu-berlin.de

Freie Universität Berlin: Didaktik der Biologie

Schwendenerstraße 1, 14195 Berlin

Zusammenfassung

*In der empirischen naturwissenschaftsdidaktischen Forschung lassen sich zunehmend methodische Ansätze beobachten, mit denen das fachdidaktische Wissen als konstitutiver Teil der professionellen Kompetenzen von Lehrkräften beispielsweise zur Untersuchung der Denkprozesse im Unterrichtshandeln erfasst wird. Bislang wenig Beachtung findet dabei die Planungspraxis von Biologie-Lehrkräften. Im Rahmen dieser Arbeit wird die Entwicklung eines Kategoriensystems dargestellt, mit dem Staatsexamensentwürfe von Referendar*innen qualitativ inhaltsanalytisch untersucht werden, was exemplarisch an einer Fallanalyse mit dem entwickelten Kategoriensystem gezeigt wird. Das Potential dieses Vorgehens für die biologie-didaktische Forschung und Implikationen für die Lehrkräftebildung im Fach Biologie werden diskutiert.*

Abstract

Pedagogical content knowledge has proven constitutive for teachers' expertise and is regarded as crucial in the process of planning, teaching and reflecting lessons. There is an increasing number of methodical approaches in empirical research on science teacher education to capture science teachers' pedagogical content knowledge. However, there is still a lack of findings on what cognitive resources are accessed by the teachers, particularly when planning biology lessons. Therefore, a category system has been developed and tested for a qualitative content analysis of biology trainee teachers' written lesson plans. In this article, we describe the development of the category system and demonstrate its application in one purposefully selected case. Finally, we discuss the potential of this methodical approach in the context of biology teacher education.

1 Einleitung

Die Planung von Unterricht gilt als Kernaufgabe von Lehrkräften (KMK, 2005) und damit als konstitutiver Bestandteil ihrer professionellen Kompetenzen (BAUMERT & KUNTER, 2006). Planungshandeln kann als Grundlage für eine funktionale Durchführung und eine kritische Reflexion von Unterricht betrachtet werden (WAHL, 2002), da es für die Entwicklung professioneller Kompetenzen im Allgemeinen und fachdidaktischen Wissens im Besonderen eine wesentliche Rolle spielt (BAYLOR, 2002) und somit als Schlüsselstelle unterrichtlichen Handelns gilt (ZIERER, WERNER & WERNKE, 2015). Die Komplexität von Lehr-Lern-Prozessen, mögliche Schwierigkeiten in der praktischen Umsetzung und Handlungsalternativen werden dabei antizipiert (LOUGHRAN, KEAST & COOPER, 2016), wofür insbesondere fachdidaktisches Wissen benötigt wird (COE, ALOISI, HIGGINS & MAJOR, 2014).

In den vergangenen zehn Jahren wurden insbesondere in der naturwissenschafts-didaktischen Forschung einige Versuche unternommen (CHAN & HUME, 2019), fachdidaktisches Wissen von Lehrkräften in vielfältigen methodischen Ansätzen quantitativ (z.B. GROßSCHEDL, WELTER & HARMS, 2019; JÜTTNER et al., 2013) und qualitativ (z.B. ALONZO & KIM, 2016; BROVELLI, BÖLSTERLI, REHM & WILHELM, 2013) zu erfassen – nur selten jedoch mit explizitem Fokus auf die Unterrichtsplanung (z.B. KÖNIG, BUCHHOLTZ & DOHMEN, 2017).

Bislang kaum beachtet wurde die Frage, auf welche kognitiven fachdidaktischen Wissensbestände Lehrkräfte bei der Planung von Unterricht zurückgreifen und wie sich diese in schriftlichen Unterrichtsplanungen manifestieren. Zwar liegen für das Fach Biologie inzwischen kompetenzbereichsspezifische Studien vor, die das fachdidaktische Wissen von Biologielehrkräften mittels leitfadengestützter Interviews im Bereich der Bewertungskompetenz (POHLMANN, 2019) oder bei der Planung von Experimentierstunden in einem standardisierten Setting im Bereich der Erkenntnisgewinnung (TARDENT KUSTER, 2020) untersuchen, allerdings fehlt es an einer allgemeineren „kritischen Bestandsaufnahme der gegenwärtigen Planungspraxen von Lehrkräften“ (WEINGARTEN, 2019, S.28), aus der sich Hinweise ableiten ließen, welche Denkprozesse bei der Planung guten Biologieunterrichts besonders berücksichtigt werden müssten.

Um die bei der Planung von Biologieunterricht aktivierten fachdidaktischen Wissensbestände in ihrer Wechselwirkung untereinander untersuchen zu können, wurde auf der Grundlage einer Modellierung fachdidaktischen Wissens (PARK & OLIVER, 2008) ein Kategoriensystem entwickelt und auf die Unterrichtsplanungen von Referendar*innen im Rahmen der Prüfung zum Zweiten Staatsexamen angewendet.

Dieser Artikel stellt den Entwicklungsprozess des Kategoriensystems dar und erläutert anhand eines exemplarischen Falls, inwiefern das Instrument zur Analyse fachdidaktischen Wissens geeignet ist und welche Implikationen sich aus der gegenwärtigen Planungspraxis von angehenden Biologie-Lehrkräften ergeben.

2 Theorie

2.1 Fachdidaktisches Wissen von Lehrkräften

Neben pädagogischem Wissen (*pedagogical knowledge*, PK) und Fachwissen (*content knowledge*, CK) stellt fachdidaktisches Wissen (*pedagogical content knowledge*, PCK) die wichtigste Wissenskomponente der Expertise von Lehrkräften dar (BAUMERT & KUNTER, 2006; SHULMAN, 1986) und gilt als „Kernstück [ihres] hochgradig unterrichtsrelevanten Professionswissens“ (NEUWEG, 2011). PCK umfasst dabei das Wissen und die Fähigkeiten, die benötigt werden, um ein „*particular topic in a particular way for a particular purpose to particular students for enhanced student outcomes*“ (GESS-NEWSOME, 2015, S.36) zu unterrichten. Forschungsvorhaben zum PCK gehen der Frage nach, wie dieses Wissen entwickelt werden kann und wie sich dies auf den Lernerfolg von SuS auswirkt (KIND & CHAN, 2019). Eine Konzeptualisierung des fachdidaktischen Wissens von Lehrkräften naturwissenschaftlicher Fächer, die aufgrund ihrer fünf diskreten Wissensfacetten eine gute Operationalisierbarkeit bietet (POHLMANN, 2019), schlagen PARK und OLIVER (2008) vor (Abb. 1):

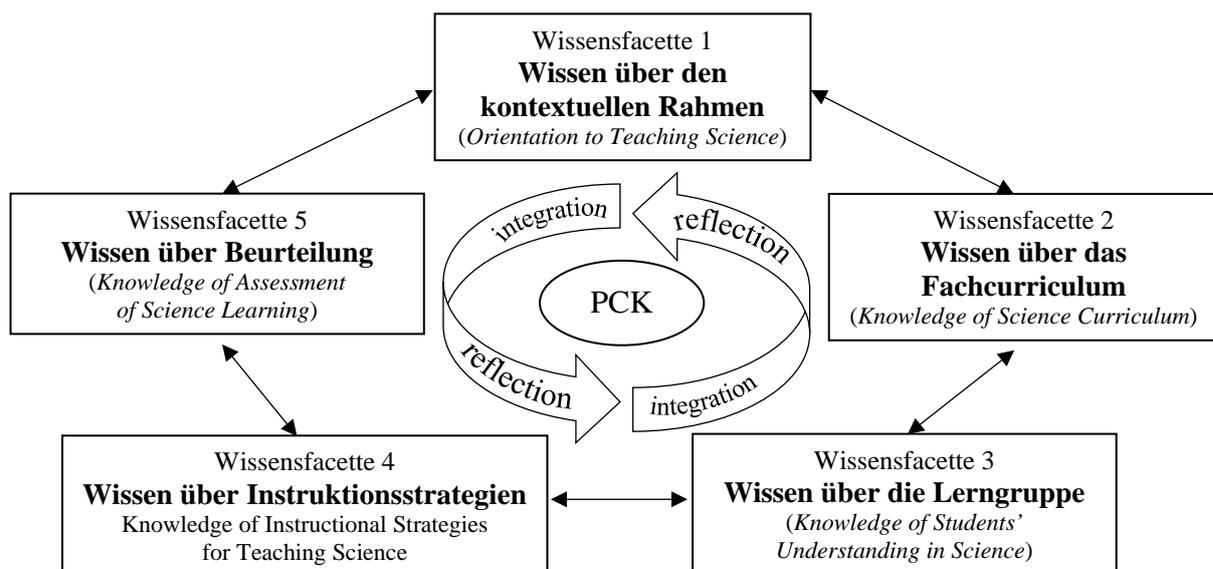


Abb. 1: Pentagon-Modell des fachdidaktischen Wissens (PCK) von Lehrkräften naturwissenschaftlicher Fächer (nach: PARK & OLIVER, 2008).

CARLSON und DAEHLER (2019) unterscheiden dabei zwischen persönlichem PCK (*personal PCK*; pPCK) als „*reservoir of knowledge and skills that the teacher can draw upon during the practice of teaching*“ (Ebd., S.85) und dem diesem untergeordneten, situationsspezifischen und sich im konkreten Handeln manifestierenden PCK (*enacted PCK*; ePCK). Ausgeprägtes fachdidaktisches Wissen in der Planung (ePCK_p; ALONZO, BERRY & NILSSON, 2019) von Unterricht besteht demnach darin, Planungsentscheidungen unter Berücksichtigung aller dieser Facetten zu treffen.

Dies steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der als *pedagogical reasoning* (LOUGHRAN, KEAST & COOPER, 2016) bezeichneten Fähigkeit, diese Entscheidungen zu begründen, Lernschwierigkeiten zu antizipieren und Alternativen einzuplanen. Sie wird als konstitutiver Teil des PCK aufgefasst (CHAN et al., 2019) und ist elementar für die Qualität der Unterrichtsplanung von Lehrkräften (VOGELSANG & RIESE, 2017). Da viele Studien im Design und der Interpretation nicht unterscheiden, welche Art von PCK gemessen wird, dies aber wichtig ist (CHAN & HUME, 2019), gilt für die folgenden Ausführungen: Untersucht wird das sich im konkreten Planungshandeln manifestierende ePCK_p als Teil des fachdidaktischen Wissens einer Lehrkraft, d.h. diejenigen Wissenskomponenten, die in der Planung von Biologieunterricht aktiviert werden und folglich in schriftlichen Unterrichtsentwürfen nachweisbar sind.

2.2 Unterrichtsplanung

Anders als beim fachdidaktischen Wissen fehlt beim Konstrukt Planungskompetenz bislang eine Operationalisierung, so dass kein entsprechendes Kompetenzmodell als Referenzrahmen für empirische Untersuchungen (WERNKE & ZIERER, 2017) herangezogen werden kann. Aufgrund der heterogenen Begriffsdefinitionen und der diversen methodischen Zugänge gestaltet sich die Verallgemeinerbarkeit von Befunden schwierig und steht einer konsistenten Beschreibung des Planungshandelns von Lehrkräften im Wege (WEINGARTEN, 2019, S.23). Gleichwohl besteht weitgehend Konsens hinsichtlich der Bedeutung der Unterrichtsplanung für erfolgreiche Lehr-Lern-Prozesse (HATTIE & YATES, 2015). Sie gilt als mentales Probehandeln unter Einbeziehung von kognitiven Dispositionen (BROMME & SEEGER, 1979), in dem planungsrelevante Aspekte (Thema, Lerngruppe, Lehrplan usw.) zueinander in Beziehung gesetzt werden und der Lernprozess antizipiert wird.

Daher argumentiert WEINGARTEN (2019), dass die Qualität der Planung von Unterricht von den kognitiven Dispositionen der Lehrkraft, d.h. dem Vernetzungsgrad der Wissensbestände, abhängt. Bisherige Studien zeigen, dass, während

Experten auf mentale Schemata zurückgreifen können und daher vor allem Hürden antizipieren und andere triviale Aspekte nicht berücksichtigen, Novizen ein viel höheres Auflösungs-niveau zeigen, d.h. Wichtiges seltener von Unwichtigem trennen und folglich viele Entscheidungen penibel begründen, die für den Lernprozess von nachrangiger Bedeutung sind (LIVINGSTON & BORKO, 1989). Novizen greifen bei der Planung auf weniger Wissensbestände zurück, die untereinander zudem weniger stark vernetzt sind als bei Experten (WESTERMAN, 1991). Durch die Integration der verschiedenen Wissensbestände (vgl. NEUMANN, KIND & HARMS, 2019) werden diese im Planungshandeln somit zum ePCK_p verknüpft (GASSMANN, 2013).

3 Fragestellungen

Das Ziel dieser Studie ist es, das für die Unterrichtsplanung von Biologie-Lehrkräften relevante fachdidaktische Wissen qualitativ zu erfassen und daraus Qualitätskriterien für gelingendes Planungshandeln abzuleiten. Die vorliegende Arbeit fokussiert die Entwicklung und Anwendung eines Kategoriensystems und adressiert die beiden folgenden Fragestellungen:

- F1: Wie lässt sich auf der Grundlage des Pentagon-Modells ein Kategoriensystem entwickeln, das den Vernetzungsgrad des ePCK_p von Biologie-Lehrkräften erfasst und eine valide Analyse der vorliegenden Staatsexamensentwürfe erlaubt?
- F2: Inwiefern ist das entwickelte Kategoriensystem geeignet, um das ePCK_p von Lehrkräften in Staatsexamensentwürfen zu identifizieren?

4 Methodik

Das Pentagon-Modell fachdidaktischen Wissens (Abb. 1) dient als theoretischer Rahmen für die Untersuchung. Die Analyse orientiert sich am PCK-Map-Approach (PARK & SUH, 2019), bei dem aus dem Datenmaterial mittels qualitativer Inhaltsanalyse das fachdidaktische Wissen der Lehrperson in Form sogenannter PCK-Episoden rekonstruiert und in Form einer pentagonalen PCK-Map visualisiert wird. In dieser wird zum einen die Summe der kodierten Stellen aller fünf Wissensfacetten in den Ecken des Pentagons sowie die Anzahl der Verknüpfungen auf den Linien zwischen den Wissensfacetten dargestellt (Abb. 2). Die Beachtung dieses etablierten Vorgehens (PARK & OLIVER, 2008; POHLMANN, 2019) gewährleistet intersubjektive Nachvollziehbarkeit (MAYRING, 2020).

4.1 Datenmaterial und Stichprobe

Von den von der Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie des Landes Berlin zur Verfügung gestellten Staatsexamensentwürfen ($N=118$) wurden sieben nicht berücksichtigt, weil sie Unterricht in der Primarstufe adressierten oder unvollständig waren. Von den übrigen 111 Entwürfen wurde im Rahmen der hier dargestellten Untersuchung gleichverteilt nach Kompetenzbereichen (KMK, 2005) eine zufällige Stichprobe ($n = 16$) gezogen. Die Entwürfe wurden im Rahmen der Staatsprüfung für das Lehramt im Land Berlin (Zweites Staatsexamen) gemäß den Vorgaben (SENBJF 2017) von Referendar*innen erstellt und sind demnach hinsichtlich des Umfangs und der Grundstruktur vergleichbar (Tab. 1).

Tab. 1: Aufbau eines kompetenzorientierten Unterrichtsentwurfs (nach: SENBJF, 2017, S.54).

Bestandteil	Hinweise
Fachlich-inhaltlicher Schwerpunkt	– Sachstruktur – Aufgabenanalyse
Standards des Rahmenlehrplans	– angestrebte Kompetenzentwicklung – Bezug zu Rahmenlehrplan
Längerfristige Kompetenzentwicklung	– Orientierung an spezifischen Lernvoraussetzungen der Lerngruppe – inhaltsbezogener, kumulativ-vernetzter Aufbau der Kompetenzentwicklung in Bezug auf Unterrichtsreihe
Konkretisierung der Standards	– Anwendung der Standards des Rahmenlehrplans auf den zu planenden Unterrichtsausschnitt – Grundlage für Evaluation der Lernerfolgs
Kompetenzentwicklung der SuS	– Diagnose der Heterogenität der SuS – Analyse des Kompetenzstandes z.B. von drei exemplarischen SuS – Bedarf an Binnendifferenzierung
Begründung der Lehr-Lern-Struktur	– didaktische Entscheidungen und methodische Umsetzung – Begründungen für die Entscheidungen
Konkretisierung der Lehr-Lern-Prozesse	– Verlaufsplan inkl. Impulsen, Aufgaben, erwarteten SuS-Leistungen
Anlagen	– Arbeitsblätter, antizipiertes Tafelbild usw.

Aufgrund der vollständigen Anonymisierung durch die Senatsverwaltung konnten keinerlei Kontextvariablen erhoben werden.

4.2 Datenanalyse: Qualitative Inhaltsanalyse

Als methodischer Zugang zur Analyse der Staatsexamensentwürfe wurde die qualitative Inhaltsanalyse (MAYRING, 2015) gewählt. Da in Form des Pentagon-Modells fachdidaktischen Wissens (PARK & OLIVER, 2008; Abb.1) das zu untersuchende Konstrukt bereits theoretisch konzeptualisiert ist, konnten a priori Kategorien entwickelt werden, die in einer Exploration induktiv ergänzt oder modifiziert wurden, so dass die Passung zwischen Untersuchungsinstrument und Datenmaterial erhöht werden konnte (SCHREIER, 2014).

4.3 Entwicklung des Kategoriensystems

Die fünf Wissensfacetten des fachdidaktischen Wissens (Abb. 1) dienen bei der Gestaltung des Kategoriensystems als Hauptkategorien, die jeweils unter Einbezug spezifisch biologiedidaktischer (z.B. GROPENGEIER, HARMS & KATTMANN, 2019) und z. T. allgemein-pädagogischer (z.B. HATTIE & TIMPERLEY, 2007) oder lernpsychologischer Literatur (z.B. ANDERSON & KRATWOHL, 2001) ausdifferenziert wurden:

Wissen über den kontextuellen Rahmen (Wissensfacette 1) umfasst fünf Kategorien, die im Sinne kompetenzorientierten Biologieunterrichts (KMK, 2004) all jene Überlegungen umfassen, die auf eine Kompetenzförderung (Kat. 1, 3a, 3b, 4) abzielen und die nachweisbar machen (Kat. 2).

Wissen über das Fachcurriculum (Wissensfacette 2) umfasst vier Kategorien, die im Sinne der fachlichen Klärung im Rahmen des Modells der didaktischen Rekonstruktion (GROPENGEIER & KATTMANN, 2019) auf den Fachinhalt als solchen (Kat. 5a, 6) sowie seine didaktischen Vermittlungspotentiale (Kat. 5b, 7) abzielen.

Wissen über die Lerngruppe (Wissensfacette 3) umfasst sechs Kategorien, die Aspekte der Lerngruppenanalyse aus dem Pentagon-Modell (Kat. 8-13) aufgreifen und die im Sinne der Lernpotential-Diagnose (GROPENGEIER & KATTMANN, 2019) auf Aspekte abzielen, die bei der Planung von Lehr-Lern-Prozessen beachtet werden sollten, beispielsweise Schüler-vorstellungen (Kat. 9) oder themenspezifische Lernschwierigkeiten (Kat. 10), aber auch allgemeinere Aspekte (Kat. 11-13).

Wissen über Instruktionsstrategien (Wissensfacette 4) umfasst 13 Kategorien, die bis auf Kat. 20 und 21 jeweils binär Beschreibungen und Begründungen wesentlicher Vermittlungsstrategien adressieren. Dabei werden auch Aspekte berücksichtigt, die nicht genuin biologiedidaktisch sind, z.B. Maßnahmen der Binnendifferenzierung (Kat. 19a, 19b), die aber dennoch für den Biologieunterricht eine große Rolle spielen und in der Planung berücksichtigt werden sollen.

Wissen über Beurteilung (Wissensfacette 5) umfasst vier Kategorien, die auf eine Evaluation des Lernprozesses im Sinne formativen Assessments durch die SuS (Kat. 22a, 22b) oder die Lehrperson selbst (23a, 23b) abzielen und deren Berücksichtigung eine Sicherung, Konsolidierung oder gar Reflexion der Ergebnisse bzw. des Kompetenzzuwachses ermöglicht.

Dabei wurde auf der Grundlage des initialen, deduktiv entwickelten Kategoriensystems anhand der ersten vier Staatsexamensentwürfe geprüft, ob alle bisherigen Kategorien im Datenmaterial nachweisbar sind und ob sich Aspekte identifizieren lassen, die vom Kategoriensystem noch nicht erfasst werden. Diese wurden als neue Sub-Kategorien aufgenommen oder die Beschreibung einer bereits existierenden Subkategorie erweitert, so dass das Kategoriensystems empirisch valide Interpretationen zulässt (SCHREIER, 2014). Sub-Kategorien, die nicht kodiert wurden, wurden aus dem Kategoriensystem entfernt.

Um eine valide Interpretation der Untersuchungsergebnisse zu gewährleisten, wurden Maßnahmen zur Qualitätssicherung der qualitativen Inhaltsanalyse ergriffen (GÖHNER & KRELL, 2020). So wurde in der Entwicklung des Kategoriensystems die semantische Gültigkeit (MAYRING, 2015, S.126) des Kodierleitfadens sichergestellt, indem aus allen Entwürfen sämtliche einer Subkategorie zugeordneten Textstellen darauf hin analysiert wurden, ob die Beschreibungen, Kodierhinweise und Ankerbeispiele konsistent sind und alle Textstellen somit homogen der jeweiligen Subkategorie zuzuordnen sind.

Zusätzlich wurde das Kategoriensystem durch Diskussionen mit Fachdidaktikern und einer Lehrkraft in einem Peer-Debriefing diskutiert (vgl. STEINKE, 2013), wodurch vor allem die Trennschärfe zwischen den Kategorien nachgebessert und aussagekräftigere Ankerbeispiele für die Sub-Kategorien eingefügt werden konnten.

4.4 Anwendung des Kategoriensystems

Die 16 Staatsexamensentwürfe wurden auf der Grundlage eines Kodierleitfadens (MAYRING, 2015) von zwei Kodierern unabhängig voneinander mit der Software MAXQDA2020 kodiert. Dabei wurde als Analyseeinheit ein schriftlicher Unterrichtsentswurf ohne Anhang, als Kodiereinheit ein mindestens vollständiger Teilsatz und als Kontexteinheit der Anhang eines schriftlichen Unterrichtsentswurfs definiert (SCHREIER, 2014). Als Maß für die Intra- und die Interrater-Übereinstimmung wurde Cohen's Kappa (κ) berechnet. Ein gutes κ ($0,60 \leq \kappa \leq 0,74$; WIRTZ & CASPAR, 2002) für die Intrarater-Übereinstimmung würde ausreichende Stabilität des Untersuchungsverfahrens anzeigen (MAYRING, 2015, S.127), für die Interrater-Übereinstimmung ließe sich auf ausreichende Objektivität schließen (Ebd., S.124).

Nachdem der Erstkodierer für jeden Entwurf auf der Basis zweier Kodiervorgänge eine Konsens-Fassung erstellt hat, wurde diese Fassung mit derjenigen des Zweitkodierers verglichen und Verständigung erzielt (konsensuelles Kodieren; KUCKARTZ, 2016, S.211f.). Auf diese Weise wurde einerseits gewährleistet, dass die Auswertung jedes einzelnen Entwurfs eine valide Interpretation

ermöglicht, andererseits wurden die Kategorienbeschreibungen und Kodierhinweise im Kodierleitfaden optimiert.

In der resultierenden finalen Version wurden vom Erstkodierer PCK-Episoden identifiziert (PARK & CHEN, 2012; POHLMANN, 2019), also Stellen, in denen mindestens zwei der fünf Wissensfacetten in einem Sinnabschnitt gemeinsam auftreten (z.B. in mehreren Zeilen im Fließtext oder innerhalb einer Tabelle). Dies führte zu einer Querverbindung zwischen den entsprechenden Ecken des Pentagons. Die Summe der Verbindungen aus allen PCK-Episoden resultiert in einer PCK-Map. Sie bildet den Vernetzungsgrad des ePCK_p der Lehrkraft insofern ab, als zum einen ersichtlich wird, welche Wissensfacetten überhaupt miteinander in Beziehung stehen und welche nicht, und als zum anderen die unterschiedlichen Stärken dieser Beziehungen sichtbar werden.

Exemplarisch wurde der Staatsexamensentwurf des Probanden (P) 40 mit besonders stark vernetztem Wissen ausgewählt (PATTON, 1990), um die Anwendung des Kategoriensystems sowie den vollständigen PCK-Mapping-Prozess darstellen zu können. In dem Entwurf zur Stoffwechselphysiologie im 11. Jahrgang (Grundkurs) mit dem Thema „*Seine Leiche war komplett erstarrt... – Ein Fall für die Gerichtsmedizin*“ sollen die SuS einen adressatengerechten Text produzieren, in dem sie den Querbrückenzyklus bei der Muskelkontraktion im Kontext der Leichenstarre erklären.

5 Ergebnisse

5.1 Entwicklung des Kategoriensystems

Das ursprüngliche, deduktiv entwickelte Kategoriensystem umfasste 28 Kategorien. Drei Sub-Kategorien konnten im Datenmaterial nicht nachgewiesen werden und wurden entfernt, drei Sub-Kategorien wurden induktiv ergänzt (4, 11, 21) und eine weitere (Didaktische Strukturierung) wurde in mehrere Subkategorien unterteilt, so dass v.a. die Wissensfacetten 1 und 4 ausdifferenziert wurden und die Kategorien einen vergleichbaren Körnungsgrad aufweisen.

Tabelle 2 zeigt das Kategoriensystem, mit dem die bislang untersuchten Unterrichtsentwürfe analysiert worden sind und mit dem das ePCK_p erfasst wird.

5.2 Anwendung des Kategoriensystems

Für die Anwendung des Kategoriensystems auf die 16 bislang untersuchten Staatsexamensentwürfe zeigen sich insgesamt hohe Mittelwerte für die Intrarater-

Tab.2: Kategoriensystem zur Analyse des fachdidaktischen Wissens

PCK	Subkategorie	Beschreibung	Ankerbeispiel	Literaturbezug		
Wissensfacetten 1	1	Kompetenzzuwachs	L. wendet Standard aus dem Lehrplan oder den Richtlinien der KMK auf die geplante Stunde an.	KMK, 2005; Mayer, 2019		
	2	Indikatoren	L. nennt Indikatoren, anhand derer ein Kompetenzzuwachs nachgewiesen werden kann.	Kiper & Mischke, 2009		
	3a	Beschreibung	L. beschreibt den langfristigen Kompetenzerwerb, z.B. in Form einer tabellarischen Sequenzplanung.	Die [SuS] können die Fortbewegung des Regenwurms unter Einbeziehung seines [...] Aufbaus erklären. (P5)	Freiman, 2001; Leisen, 2014	
		Begründung	L. begründet die Struktur des langfristigen Kompetenzerwerbs und somit die Anordnung der Lernschritte.	Die Kompetenzschwerpunkte [...] der Reihe unterliegen [einem] Wechsel von Fachwissen und Kommunikation. (P40)	Freiman, 2001; Leisen, 2014; Köhler, 2013	
	4	Unterrichtsprinzipien	L. nimmt Bezug auf Unterrichtsprinzipien, die für den Unterricht eine Leitfunktion darstellen.	Ich habe mich für die regelmäßigen Kommunikationsstunden entschieden, weil die [SuS Defizite] in der Textproduktion aufweisen. (P40)	Freiman, 2001; Leisen, 2014; Köhler, 2013	
	5a	Beschreibung	L. beschreibt die Stellung des Stundenthemas innerhalb des fachlichen Themenkomplexes.	Der Unterrichtsgang folgt dem problemorientierten Unterrichtsverfahren ohne Hypothesenbildung. (P40)	Kattmann, 2019	
		Begründung	L. begründet die Auswahl des Themas (ggf. Verweis auf Relevanzkriterien oder Exemplarisches Prinzip).	[Es] soll sich mit der durchschnittlichen Pulsfrequenz des Menschen auseinandergesetzt werden. (P6)	Kattmann, 2019; Duit et al., 2012; Gropengießer & Kattmann, 2019	
	6	Sachstrukturanalyse	L. analysiert den Fachinhalt aus fachwissenschaftlicher Perspektive.	Zum anderen stellt auch der Tod aus biologischer Sicht ein für Lernende relevantes Thema dar. (P40)	Kattmann, 2019; Duit et al., 2012; Gropengießer & Kattmann, 2019	
	7	Didaktische Reduktion	L. beschreibt und begründet Reduktionsentscheidungen.	Die Temperaturabhängigkeit der Enzyme spielt in der Forensik zur Bestimmung der Todeszeit eine große Rolle. (P40)	Duit et al., 2012; Duit & Treagust, 2012; Hammann & Asshoff, 2014; Kattmann, 2015	
		Vorwissen	L. beschreibt fachlichen Voraussetzungen der Lerngruppe.	[...] aus diesem Grund habe ich mich dafür entschieden die neuesten Forschungsergebnisse in reduzierter Form anzugeben. (StEx_S2_F_Ö_04)	Duit et al., 2012; Duit & Treagust, 2012; Hammann & Asshoff, 2014; Kattmann, 2015	
	Wissensfacetten 3	9	SuS-Vorstellungen	L. beschreibt Vorstellungen der SuS zu einem Phänomen (i.S. von Alltagsvorstellungen/Präkonzepten)	Die SuS verstehen Evolution als teleologischen Prozess, der abgeschlossen ist, sobald das angestrebte Ziel erreicht ist (P43)	Duit & Treagust, 2012; Hammann & Asshoff, 2014; Kattmann, 2015; Park & Oliver, 2008
		10	Lernschwierigkeiten	L. beschreibt themenspezifische oder kompetenzbedingte Lernschwierigkeiten der SuS.	[...], dass es den Schüler*innen schwerfällt, wesentliche von unwesentlichen Informationen zu unterscheiden, wobei die Schwierigkeit mit der Komplexität und der Abstraktionsebene der Darstellungsform zunimmt (P87)	Duit & Treagust, 2012; Hammann & Asshoff, 2014; Kattmann, 2015; Park & Oliver, 2008
11		methodische Vorkenntnisse	L. beschreibt die methodischen Voraussetzungen der Lerngruppe (Methoden, Sozialformen).	Die Methode des Lerntempo-Duets wurde bisher ein Mal durchgeführt. (P4)	Park & Oliver, 2008	
12		soziale Voraussetzungen	L. beschreibt die sozialen Voraussetzungen der Lerngruppe (z.B. Gruppenstruktur, Konflikte).	Das Klassenklima ist, wenn auch nicht auf den ersten Blick sichtbar, sehr angespannt und belastet. (P1)	Park & Oliver, 2008	
13		motivationale Voraussetzungen	L. beschreibt die motivationalen Voraussetzungen der Lerngruppe (z.B. Motivation, Interesse, Mitarbeit).	In der Klasse sind einige Schülerinnen und Schüler mit großem Interesse am Fach Biologie, [...]. (P1)	Brophy, 1988; Hidi & Harackiewicz, 2000; Park & Oliver, 2008	

PKK	Subkategorie	Beschreibung	Ankerbeispiel	Literaturbezug	
4	14a	Beschreibung L. beschreibt die Struktur der Stunde und Abfolge der einzelnen Unterrichtsschritte.	Der eigentliche Einstieg erfolgt als narrativ-historischer Einstieg in Verbindung mit einem Bildimpuls zu Mendel. (P5)		
	14b	Begründung L. begründet die Struktur der Stunde und Abfolge der einzelnen Unterrichtsschritte.	[...] gibt es eine Zwischensicherung, um sicherzustellen, dass die SuS die Fachbegriffe korrekt verstanden haben, ehe sie weiterarbeiten. (P5)	Gropengießer et al., 2019	
	15a	Beschreibung L. beschreibt den Aufbau und den Einsatz der Aufgabenstellung für den Lernprozess.	Die Aufgaben sind progressiv aufgebaut. (P14)	Anderson & Kratwohl, 2001; Höfle & Jahnke, 2010; Maier et al., 2010	
	15b	Begründung L. begründet den Einsatz der Aufgabenstellung für den Lernprozess.	Außerdem fördert die Aufgabe nochmals auf andere Weise die Kernkompetenz dieser Stunde. (P17)		
	16a	Methode L. beschreibt den Einsatz von Methoden zum Erarbeiten, Sichern, Üben usw.	Die Begriffe „Biotop“ und „Biozönose“ werden in Form eines Lernprodukts erarbeitet. (P49)	Spöthase & Ruppert, 2018	
	16b	Begründung L. begründet den Einsatz und die Auswahl von Methoden.	Die Mystery-Methode des soll die Kommunikationsfreudigkeit des Kurses für das Unterrichtsgeschehen nutzen. (P77)		
	17a	Beschreibung L. beschreibt den Einsatz von Medien und ihre Gestaltung.	Die SuS untersuchen den Regenwurm mit einer Lupe, einer Glasplatte und Filterpapier. (P7)	Gropengießer et al., 2019	
	17b	Begründung L. begründet den Einsatz und die Auswahl von Medien.	Der Einstieg über das Bild der Arztpraxis wurde ausgewählt, da dies einen Bezug zum Alltag der SuS aufweist. (P108)		
	18a	Beschreibung L. formuliert verbale (operationalisierte) Impulse (oder W-Fragen), die den Unterrichtsgang steuern.	Erklären Sie den vorgefundenen Zustand der Leiche. (P40)	Leisen, 2014	
	18b	Begründung L. begründet den Einsatz von Impulsen unter Berücksichtigung der damit verbundenen Steuerungsfunktion.	Durch den Impuls [...] werden die SuS schnell die naheliegende Problemfrage formulieren können. (P14)		
	19a	Beschreibung L. beschreibt die ausgewählten Differenzierungsmaßnahmen.	SuS, die sehr schnell zu einem Ergebnis in ihrer Gruppe kommen, erhalten ein weiteres Fallbeispiel. (P1)	Hardy et al., 2019;	
	19b	Begründung L. begründet den Einsatz ausgewählter Differenzierungsmaßnahmen.	Damit die B-Schüler ihre Kompetenzen in der Verschriftlichung von biologischen Sachverhalten erweitert, (...). (P40)	Krüger & Meyfarth, 2009	
	20	Antizipation von SuS-Verhalten L. antizipiert Verhalten, konkrete Äußerungen sowie vermutete Schwierigkeiten der SuS.	Ich nehme an, die Mehrzahl der SuS würde spontan einen rezessiven Erbgang vermuten. (P14)	Bromme, 1981	
	21	Alternativplanung L. entwickelt eine alternative Handlungsstrategie als Vorbereitung auf ein nicht wie erwartet verlaufendes Unterrichtsgeschehen.	Bei Zeitknappheit werden die SuS aufgefordert die Problemfrage zu beantworten und die Todeszeit von Josef K. ggfs. den Zustand seiner Leiche zu begründen.	Glodowski & Funke, 1990	
	5	22a	Beschreibung L. beschreibt das Feedback der SuS zur Aufgabenstellung, zum Lernprozess oder zur Selbstregulation.	Die anderen Gruppen können die Präsentationen mit ihren Ergebnissen [...] ergänzen. (P1)	
		22b	Begründung L. begründet den Einsatz und die Form des Schülerfeedbacks hinsichtlich ihres Zwecks/Nutzens.	[...], damit alle Lernprodukte gewürdigt werden. (P28)	Gropengießer et al., 2019;
		23a	Beschreibung L. beschreibt das Feedback der Lehrkraft zum Lernprozess bzw. Lernprodukten.	Anhand eines Lösungswortes können die Lernenden sich selbst überprüfen. (P40)	Hattie & Timperley, 2007;
		23b	Begründung L. begründet den Einsatz und die Form des Lehrerfeedbacks hinsichtlich ihres Zwecks/Nutzens.	Da eine schriftliche Sicherung zu lange dauern würde, [...] (P14)	Harlen, 1999

($M_{\kappa} = 0,76$) und die Interrater-Übereinstimmung ($M_{\kappa} = 0,67$) (WIRTZ & CASPAR, 2002). Die Untersuchung des im Folgenden dargestellten Staatsexamensentwurfs ergab eine sehr gute Intrarater- ($\kappa = 0,72$) und eine mäßige Interrater-Übereinstimmung ($\kappa = 0,47$). In ihrer Planung greift die Lehrkraft auf vernetztes fachdidaktisches Wissen zu (Abb. 2).

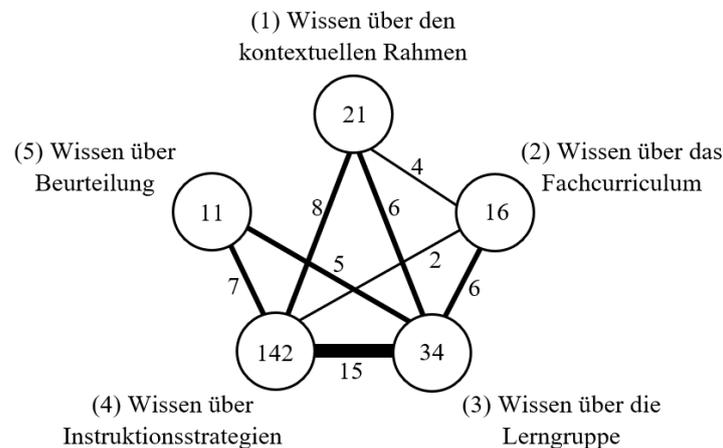


Abb. 2: PCK-Map von P40 (Zahlen in Kreisen geben die Summe kodierter Stellen aller Subkategorien je Wissensfacette an; Zahlen an Linien geben die Anzahl der PCK-Episoden an, in denen je zwei Wissensfacetten gemeinsam kodiert wurden; dünne Linien 0-4 Mal, mittlere Linien 5-9 Mal, dicke Linien > 10 Mal)

Alle Wissensfacetten wurden in diesem Entwurf mehrfach kodiert, am häufigsten die Instrukionsstrategien. Dabei werden vorwiegend Maßnahmen der didaktischen Strukturierung beschrieben und begründet. Im Gegensatz zu allen anderen bisher untersuchten Entwürfen wird hier jedoch auch explizit Bezug auf die Aufgabenstellungen (Kat. 15a, 15b) genommen und die Gestaltung des Lernprozesses somit begründet:

In der zweiten Aufgabe sollen die [SuS] anhand einer Info-Box ein gerichtsmedizinisches Gutachten schreiben, womit sie den vorgefundenen Zustand der Leiche erklären und den Todeszeitpunkt begründen können.^{15a} [...] Um den Spannungsbogen und die Motivation der Lernenden im Unterrichtsverlauf aufrechtzuerhalten^{15b}, [...] ermitteln [sie] die Sterbezeit der gefundenen Leiche. Anhand dieser Information können sie die Problemfrage beantworten [...] ^{15a}

Auf diese Weise hebt sich der vorliegende Entwurf von den anderen Staatsexamensentwürfen ab und verbleibt nicht vorwiegend auf einer deskriptiven Ebene, in der der Verlauf des Unterrichts, Methoden, Medien usw. geschildert werden, sondern begründet die zentrale Lernhandlung der SuS in Form der Aufgabenstellungen unter Einbeziehung fachlicher und motivationaler Faktoren.

Besonders auffällig an der PCK-Map ist, dass die Schülerkognition mit allen Wissensfacetten stark vernetzt ist. Planungsentscheidungen werden also insbesondere mit Blick auf die spezifische Lerngruppe getroffen, so dass der Unterricht auf der Grundlage einer fundierten Analyse der Lerngruppe geplant wird:

Der Schwerpunkt der heutigen Stunde soll auf der Textproduktion liegen¹, da ich in den letzten Wochen feststellte, dass die Lernenden Defizite bei der Formulierung eines Fließtextes aufwiesen.⁸ Mit Hilfe eines Ausschnitts eines Zeitungsartikels [...] sollen die Lernenden [...] die Leichenstarre erklären.^{17a} Im Hinblick auf die Kursphase erachte ich es als notwendig den Lernenden geeignete Strategien zur Formulierung von aufgabenzentrierten Fließtexten an die Hand zu geben.^{3b}

Ganz im Sinne eines an die Voraussetzungen der spezifischen Lerngruppe anknüpfenden, kompetenzorientierten Biologieunterrichts wird hier eine langfristige Entwicklung der Schreibkompetenz verfolgt. Die Gestaltung der Lernumgebung wird nicht als Selbstzweck verstanden, sondern ist argumentativ miteinander verwoben: Die Leichenstarre und ihre Ursachen als fachlicher Inhalt, die Vorentlastung durch den Zeitungsartikel und das gerichtsmedizinische Gutachten als motivierendes Textformat mit seinen formalen Kriterien werden hier aufeinander abgestimmt und können somit als funktional für die Förderung der Schreibkompetenz erachtet werden. Dies spiegelt sich auch in der Überlegung wider, Lernzuwachs durch Feedback sichtbar zu machen:

Die Erarbeitung ist [...] in Partnerarbeit vorge[se]hen.^{16a} Ich habe mich für diese kooperative Sozialform entschieden, um den Schreibprozess zu entlasten^{16b} und damit sich in der Sicherung jeweils vier Lernende einer Tischreihe gegenseitig eine schriftliche Rückmeldung geben können.^{22a} Um den Zustand [...] der Leiche [...] erklären zu können, müssen die Lernenden auf den Querbrückenzyklus zurückgreifen.⁶ Diese haben die Lernenden in der letzten Woche erarbeitet⁸, aber noch nicht schriftlich festgehalten.^{3a}

Zwar wird hier nicht ausgeführt, in welcher Form und mit welchem Ziel das Schülerfeedback stattfinden soll, gleichwohl zeigt sich, dass die Lehrkraft hier berücksichtigt, dass es zu den Lernprodukten eine schülerzentrierte, metakognitive Reflexionsphase geben soll, in der Lernzuwachs sichtbar und Lernpotential definiert werden könnte. Diese Lehrkraft verknüpft also verschiedene fachdidaktische Wissensbestände miteinander und legt damit die didaktische Begründung für die Gestaltung des Lehr-Lern-Prozesses dar.

6 Diskussion

6.1 Entwicklung des Kategoriensystems

Das Ziel dieser Studie war es, ein Kategoriensystem zu entwickeln, mit dem das situationsbezogene fachdidaktische Wissen von Lehrkräften in schriftlichen Unterrichtsplanungen erfasst und analysiert werden kann.

Ausgehend von dem Befund, dass in vielen Studien zum fachdidaktischen Wissen nicht dargestellt wird, welche Art von PCK erfasst werden soll, und dass ein Vergleich empirischer Befunde aufgrund heterogener Konzeptualisierungen des Konstrukts PCK nahezu unmöglich sei, entwickeln CHAN et al. (2019) eine Schablone, wie Kategoriensysteme zur Erfassung von PCK gestaltet sein können. Von der Empfehlung, für alle Kategorien Niveaustufen zu definieren und damit im Sinne SCHREIERS (2014) eine evaluative Inhaltsanalyse vorzunehmen, wurde aus

zeitökonomischen Gründen abgesehen. Stattdessen wurde dem *pedagogical reasoning* (LOUGHRAN et al., 2016) große Bedeutung beigemessen – nicht als isolierte Kategorie, sondern integriert in die jeweiligen Wissensfacetten. Das angewandte Vorgehen hat folglich den Nachteil, keine numerischen Aussagen über die Ausprägung des fachdidaktischen Wissens treffen zu können. Es wird daher aktuell geprüft, ob sich zumindest für alle Begründungskategorien Niveaustufen einführen lassen, die als Indikator für die professionellen Kompetenzen von Lehrkräften dienen können (LIVINGSTON & BORKO, 1989).

Da in einem deduktiven Ansatz a priori Kategorien auf der Grundlage des Pentagon-Modells (PARK & OLIVER, 2008) definiert wurden, die sich folglich innerhalb eines etablierten konzeptionellen, theoretischen Rahmens bewegen, können die hier dargestellten Analyseergebnisse mit Befunden anderer Studien verglichen werden. Aufgrund der induktiven Nachschärfungen (KUCKARTZ, 2016) kann von einer hohen Passung zwischen dem Kategoriensystem und den schriftlichen Unterrichtsplanungen ausgegangen werden, so dass eine valide Interpretation der Untersuchungsergebnisse ermöglicht wird.

Unter Beachtung der oben aufgeführten Maßnahmen zur Sicherung der Qualität des Kategoriensystems werden insgesamt hohe Intrarater- ($M_{\kappa} = 0,76$) und Interrater-Übereinstimmungswerte ($M_{\kappa} = 0,67$) (WIRTZ & CASPAR, 2002) erreicht, was auf hohe Stabilität des Auswertungsverfahrens und hinreichende Auswertungsobjektivität (MAYRING, 2020) hinweist. Insbesondere die Prüfung auf semantische Gültigkeit (MAYRING, 2015) und das Peer-Debriefing (STEINKE, 2013) haben zur weiteren Ausdifferenzierung und somit zu trennscharfen Kategorien (v.a. 1-4, 10-12 und 16-27) geführt. Die mäßige Interrater-Übereinstimmung des analysierten Entwurfs ($\kappa = 0,47$) lässt sich damit erklären, dass zu diesem Zeitpunkt noch Modifikationen am Kategoriensystem vorgenommen wurden.

6.2 Anwendung des Kategoriensystems

Ein weiteres Ziel dieser Studie war es, anhand eines exemplarischen Staatsexamensentwurfs die Anwendbarkeit des Kategoriensystems zu demonstrieren und Aussagen über das sich darin manifestierende fachdidaktische Wissen zu treffen. Im Einklang mit WESTERMAN (1991) deutet sich anhand des hier dargestellten Staatsexamensentwurfs an, dass die Referendar*innen als Personen am Übergang zwischen Novizen- und Expertentum zum Teil bereits über elaborierte kognitive Schemata verfügen, die sie in der Planung anwenden. Die Planung von Biologieunterricht ist auf die Lerngruppe ausgerichtet (KÖNIG et al., 2015), so dass der Unterrichtsentwurf hier als Werkzeug genutzt wird. Dennoch ist auffällig, dass zahlreiche Planungsentscheidungen beschrieben und z. T. begründet werden, die nicht unmittelbar für den Lernprozess relevant sind. Hier

wird ein hohes Auflösungs-niveau gezeigt (LIVINGSTON & BORKO, 1989), was jedoch auch am Kontext (Staatsexamensprüfung) liegen kann, im Rahmen dessen der Entwurf verfasst worden ist.

Einschränkend sei erwähnt, dass zur prognostischen Validität des fachdidaktischen Wissens für die Unterrichtsqualität keine Aussagen getroffen werden können, da keine Daten im Rahmen der Unterrichtsdurchführung vorliegen.

6.3 Methodenkritik

Die Darstellung des exemplarischen Falls zeigt, dass der PCK-Map-Approach eine differenzierte Erfassung des fachdidaktischen Wissens möglich macht. Zwei methodische Schwächen sind bei der Analyse der Staatsexamensentwürfe diesbezüglich anzumerken: Erstens vereinfacht der methodische Zugang das komplexe Konstrukt PCK insofern, als es keine Gewichtung innerhalb der PCK-Maps gibt und suggeriert wird, dass alle Verknüpfungen gleich wichtig seien (PARK & CHEN, 2012). POHLMANN (2019) folgend wird hier jedoch der Standpunkt vertreten, dass dieses Design einen leichten Zugang zum fachdidaktischen Wissen erlaubt, der die methodischen Schwächen überwiegt. Zweitens folgen die Staatsexamensentwürfe einer im Wesentlichen vorgegebenen Struktur (SENBKF, 2017): Durch die Kapitelfolge werden bestimmte Aspekte oft in den entsprechenden Kapiteln erwähnt und dann zur Vermeidung von Redundanzen in anderen Kapiteln nicht wieder aufgegriffen, was die Wahrscheinlichkeit minimiert, dass z.B. Überlegungen zum Fachcurriculum und zur Beurteilung des Kompetenzzuwachses gemeinsam auftreten (vgl. Abb. 2). Dies wiederum führt zu einer geringeren Vernetzung bestimmter Wissensfacetten innerhalb der PCK-Map, was die Aussagekraft über das ePCK_p etwas mindert. Um ein so komplexes Konstrukt wie das fachdidaktische Wissen nicht zu sehr zu vereinfachen, wird daher bei der Analyse der Entwürfe zusätzlich zur Kategorienorientierung auch fallorientiert vorgegangen (KUCKARTZ, 2019), so dass neben der Quantifizierung in Form der PCK-Maps zusätzlich für jeden Fall eine hermeneutische Textanalyse der Staatsexamensentwürfe vorgenommen wird.

Hinsichtlich der Staatsexamensentwürfe als Datenmaterial gilt es zwei weitere Besonderheiten bei der Interpretation der Daten zu berücksichtigen: Zum einen ist fraglich, ob in unserem Ansatz tatsächlich *enacted PCK* als individuelle Disposition und nicht zumindest in Teilen auch *collective PCK* als kanonisches Expertenwissen (CARLSON & DAEHLER, 2019) erfasst wird, schließlich werden Entwürfe im Rahmen einer Staatsprüfung gewiss von zahlreichen anderen, auch didaktisch geschulten Personen gelesen, so dass deren Ansichten miteinfließen. Darüber hinaus visualisiert die PCK-Map keineswegs zwangsläufig die Qualität der Entwürfe. Erfasst wird bloß, ob zwei Wissensfacetten gemeinsam auftreten,

nicht jedoch, ob die entsprechenden Planungsentscheidungen funktional zur Förderung der ausgewählten Kompetenzen sind. Zwar deutet eine relativ hohe Vernetzung des ePCK_p auf ein elaborierteres fachdidaktisches Wissen hin (LIVINGSTON & BORKO, 1989; WESTERMAN, 1991), allerdings spiegelt sich darin weder die Qualität der Unterrichtsplanung im Allgemeinen noch die Qualität der Begründungen wider (LOUGHRAN et al., 2016; CHAN et al., 2019). Daher wird im weiteren Forschungsprozess der hier vorgestellte analytische Ansatz zur Textbeurteilung durch eine holistische Qualitätsbeurteilung der Entwürfe in Form eines Expertenratings ergänzt und untersucht, welche Aspekte des ePCK_p als Prädiktoren für hohe Unterrichtsplanungsqualität gelten können.

7 Fazit

Die vorliegende Studie beschreibt die Entwicklung eines Kategoriensystems zur Erfassung des fachdidaktischen Wissens von Biologie-Lehrkräften und erläutert anhand der exemplarischen Analyse eines Staatsexamensentwurfs seine Anwendbarkeit. Es hat sich bei der bisherigen Analyse als tragfähig erwiesen. Es bleibt zu prüfen, ob eine Erweiterung um Niveaustufen sinnvoll ist, um die Qualität der Begründungen zu erfassen (CHAN et al., 2019). Zunächst werden weitere Staatsexamensentwürfe mit dem Kategoriensystem analog zum hier dargestellten Fall analysiert. Mittelfristig wird das Kategoriensystem außerdem auf die Unterrichtsreflexion von Referendar*innen (ePCK_r) angewendet werden, um weitere Evidenzen für die valide Interpretation der vorliegenden Ergebnisse zu sammeln.

Danksagung

Das Projekt *K2Teach* wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1802 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren. Die Autoren danken der Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie des Landes Berlin für die Bereitstellung der Staatsexamensentwürfe.

Zitierte Literatur

- ALONZO, A. C., BERRY, A. & NILSSON, P. (2019). *Unpacking the complexity of science teachers' PCK in action: Enacted and personal PCK*. In: HUME, A., COOPER, R., & BOROWSKI, A. [Hrsg.]: *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science*, Singapur, 271-286.
- ALONZO, A. C. & KIM, J. (2016). Declarative and dynamic pedagogical content knowledge as elicited through two video-based interview methods. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1259-1286.

- ANDERSON, L.W. & KRATWOHL, D. (2001). A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. New York.
- BAUMERT, J. & KUNTER, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469-520.
- BAYLOR, A. L. (2002). Expanding preservice teachers' metacognitive awareness of instructional planning through pedagogical agents. *Educational Technology Research and Development*, 50(2), 5-22.
- BROMME, R. (1981). Das Denken von Lehrern bei der Unterrichtsvorbereitung: eine empirische Untersuchung zu kognitiven Prozessen von Mathematiklehrern. Beltz.
- BROMME, R. & SEEGER, F. (1979). *Unterrichtsplanung als Handlungsplanung. Eine psychologische Einführung in die Unterrichtsvorbereitung*. Scriptor, Königstein.
- BROPHY, J. (1988). Educating teachers about managing classrooms and students. *Teaching and teacher Education*, 4(1), 1-18.
- BROVELLI, D., BÖLSTERLI, K., REHM, M. & WILHELM, M. (2013). Erfassen professioneller Kompetenzen für den naturwissenschaftlichen Unterricht: Ein Vignettentest mit authentisch komplexen Unterrichtssituationen und offenem Antwortformat. *Unterrichtswissenschaft*, 41 (4), 306-329.
- CARLSON, J. & DAEHLER, K. R. (2019). *The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education*. In: HUME, A., COOPER, R., & BOROWSKI, A. [Hrsg.]: *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science*, Springer, Singapur, 77-92.
- CHAN, K. K. H. & HUME, A. (2019). *Towards a consensus model: Literature review of how science teachers' pedagogical content knowledge is investigated in empirical studies*. In: HUME, A., COOPER, R., & BOROWSKI, A. [Hrsg.]: *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science*, Springer, Singapur, 3-76.
- CHAN, K. K. H., ROLLNICK, M. & GESS-NEWSOME, J. (2019). *A Grand Rubric for Measuring Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. In: HUME, A., COOPER, R., & BOROWSKI, A. [Hrsg.]: *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science*, Springer, Singapur, 251-269.
- COE, R., ALOISI, C., HIGGINS, S., & MAJOR, L. E. (2014). What makes great teaching? Review of the underpinning research. Retrieved from <http://dro.dur.ac.uk/13747/1/13747.pdf> (24.04.2020)
- DUIT, R., GROPENIEBER, H., KATTMANN, U., KOMOREK, M., & PARCHMANN, I. (2012). The model of educational reconstruction – A framework for improving teaching and learning science. In *Science education research and practice in Europe*, Brill Sense, 13-37.
- DUIT, R. & TREAGUST, D. F. (2012). How can conceptual change contribute to theory and practice in science. In B. J. Fraser, K. Tobin & C. McRobbie (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 107–118). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- FREIMAN, T. (2001): Kumulatives Lernen im Biologieunterricht, in: *Praxis der Naturwissenschaften - Zeitschrift für den experimentellen Unterricht*, Nr.50/7, S.1-2.
- GASSMANN, C. (2013). *Erlebte Aufgabenschwierigkeit bei der Unterrichtsplanung: Eine qualitativ-inhaltsanalytische Studie zu den Praktikumsphasen der universitären Lehrerbildung*. Springer, Wiesbaden.
- GESS-NEWSOME, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of the thinking from the PCK Summit. In: BERRY, A., FRIEDRICHSEN, P. J. & LOUGHRAN, J. [Hrsg.]: *Re-examining pedagogical content knowledge in science education*. Routledge, New York, 28-42.
- GŁODOWSKI, A. S. & FUNKE, J. (1990). Planen und Problemlösen: Überlegungen zur neuropsychologischen Diagnostik von Basiskompetenzen beim Planen. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 1, 139-148.
- GÖHNER, M. & KRELL, M. (2020). Qualitative Inhaltsanalyse in naturwissenschaftsdidaktischer Forschung unter Berücksichtigung von Gütekriterien: Ein Review. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Springer (<https://doi.org/10.1007/s40573-020-00111-0>) (24.04.2020).
- GROPENIEBER, H., HARMS, U. & KATTMANN, U. [Hrsg.] (2019). *Fachdidaktik Biologie*, 11. Auflage, Aulis, Hallbergmoos.
- GROPENIEBER, H. & KATTMANN, U. (2019): Didaktische Rekonstruktion. In: Gropengießer, H., Harms, U. & Kattmann, U.: *Fachdidaktik Biologie*, 11. Auflage, Hallbergmoos 2019, S.16-23.
- GROBSCHEDL, J., WELTER, V. & HARMS, U. (2019). A new instrument for measuring pre-service biology teachers' pedagogical content knowledge: The PCK-IBI. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(4), 402-439.
- HAMMANN, M., & ASSHOFF, R. (2014). Schülervorstellungen im Biologieunterricht. Ursachen für Lernschwierigkeiten. Stuttgart.

- HARDY, I., DECRISTAN, J., & KLIEME, E. (2019). Adaptive teaching in research on learning and instruction. *Journal for educational research online*, 11(2), 169-191.
- HARLEN, W. (1999). *Effective Teaching of Science. A Review of Research. Using Research Series*, 21. Scottish Council for Research in Education, 15 St. John Street, Edinburgh EH8 8JR, Scotland.
- HATTIE, J. & TIMPERLEY, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), 81-112.
- HATTIE, J. & YATES, G. C. R. (2015). *Lernen sichtbar machen*. Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von „Visible Learning“ besorgt von Wolfgang BEYWL und Klaus ZIERER. Schneider Hohengehren, Baltmannsweiler.
- HIDI, S., & HARACKIEWICZ, J. M. (2000). Motivating the academically unmotivated: A critical issue for the 21st century. *Review of Educational Research*, 70(2), 151-179.
- HÖBLE, C., & JAHNKE, L. (2010). Gute Lernaufgaben für den Biounterricht? – Eine große Herausforderung. *Lernaufgaben und Lernmaterialien im kompetenzorientierten Unterricht*, 167-178.
- HUME, A., COOPER, R. & BOROWSKI, A. [Hrsg.] (2019). *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*, Springer, Singapur.
- JÜTTNER, M., BOONE, W., PARK, S. & NEUHAUS, B. J. (2013). Development and use of a test instrument to measure biology teachers' content knowledge (CK) and pedagogical content knowledge (PCK). *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 25(1), 45-67.
- KATTMANN, U. (2019): Auswahl und Verknüpfung der Lerninhalte. In: Gropengießer, H., Harms, U. & Kattmann, U.: *Fachdidaktik Biologie*, 11. Auflage, Hallbergmoos 2019, S.29-38.
- KATTMANN, U. (2015). *Schüler besser verstehen. Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht*, Aulis-Verlag, Köln.
- KIND, V. & CHAN, K. K. (2019). Resolving the amalgam: connecting pedagogical content knowledge, content knowledge and pedagogical knowledge. *International Journal of Science Education*, 41(7), 964-978.
- KIPER, H., & MISCHKE, W. (2009). *Unterrichtsplanung*. Beltz.
- KÖHLER, K. (2013): Nach welchen Prinzipien kann Biologieunterricht gestaltet werden? In: Spörhase, U. (Hrsg.): *Biologie-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II*, 6. Auflage. Cornelsen, Berlin: 112-129.
- KONFERENZ DER KULTUSMINISTER DER LÄNDER IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (KMK) [HRSG.] (2005). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss*. Beschluss vom 16.12.2004. Wolters Kluwer, München und Neuwied.
- KÖNIG, J., BUCHHOLTZ, C., & DOHMEN, D. (2015). Analyse von schriftlichen Unterrichtsplanungen: Empirische Befunde zur didaktischen Adaptivität als Aspekt der Planungskompetenz angehender Lehrkräfte. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 18(2), 375-404.
- KUCKARTZ, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (3. Aufl.). Beltz Juventa, Weinheim.
- KUCKARTZ, U. (2019). Qualitative Inhaltsanalyse: von Kracauers Anfängen zu heutigen Herausforderungen. *Forum Qualitative Sozialforschung/ Forum: Qualitative Social Research*, 20(3), Art. 12, <http://dx.doi.org/10.17169/fqs-20.3.3370>. (24.04.2020)
- LEISEN, J. (2014): Wie soll ich denn meinen Unterricht planen? Lehr-Lern-Prozesse planen am Beispiel Elektrizitätslehre in Physik. In: Maier, U. (Hrsg.): *Lehr-Lernprozesse in der Schule: Referendariat. Praxiswissen für den Vorbereitungsdienst*, Bad Heilbrunn, S.102-117.
- LIVINGSTON, C. & BORKO, H. (1989). Expert-novice differences in teaching: A cognitive analysis and implications for teacher education. *Journal of teacher education*, 40(4), 36-42.
- LOUGHRAN, J., KEAST, S. & COOPER, R. (2016). Pedagogical reasoning in teacher education. *International handbook of teacher education*, 387-421.
- MAIER, U., KLEINKNECHT, M., METZ, K., & BOHL, T. (2010). Ein allgemeindidaktisches Kategoriensystem zur Analyse des kognitiven Potenzials von Aufgaben. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 28(1), 84-96.
- MAYRING, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Beltz, Weinheim.
- MAYRING P. (2020). *Qualitative Inhaltsanalyse*. In: MEY, G. & MRUCK, K. [Hrsg.]: *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie*. Springer, Wiesbaden.
- NEUMANN, K., KIND, V. & HARMS, U. (2019). Probing the amalgam: the relationship between science teachers' content, pedagogical and pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 41(7), 847-861.

- NEUWEG, G. H. (2011). *Das Wissen der Wissensvermittler. Problemstellungen, Befunde und Perspektiven der Forschung zum Lehrerbewusstsein*. In: *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf*. Waxmann, Münster, 583-614.
- PARK, S. & CHEN, Y. C. (2012). Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(7), 922-941.
- PARK, S. & OLIVER, J. S. (2008). National board certification (NBC) as a catalyst for teachers' learning about teaching: The effects of the NBC process on candidate teachers' PCK development. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 812-834.
- PARK, S. & SUH, J. K. (2019). *The PCK Map Approach to Capturing the Complexity of Enacted PCK (ePCK) and Pedagogical Reasoning in Science Teaching*. In: HUME, A., COOPER, R., & BOROWSKI, A. [Hrsg.]: *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science*, Springer, Singapur, 185-197.
- PATTON, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Sage, Beverly Hills (CA).
- POHLMANN, M. (2019). *Förderung ethischer Bewertungskompetenz: der Einfluss ausgewählter Lerngelegenheiten auf die inhaltliche Ausdifferenzierung und die Kohärenz der Komponenten des fachdidaktischen Wissens von Biologielehrkräften*, Oldenburg.
- ROSENBERGER, K. (2018). *Unterrichten: Handeln in kontingenten Situationen*. Beltz, Weinheim/Basel.
- SCHREIER, M. (2014). Varianten qualitativer Inhaltsanalyse: Ein Wegweiser im Dickicht der Begrifflichkeiten, *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 15(1), Art. 18, <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs1401185> (24.04.2020).
- SENATSVORWALTUNG FÜR BILDUNG, JUGEND UND FAMILIE (2017). *Handbuch Vorbereitungsdienst. Materialien für den reformierten Berliner Vorbereitungsdienst* (6. Aufl.). Berlin.
- SHULMAN, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(4), 4-14.
- SPÖRHASE-EICHMANN, U., & RUPPERT, W. (HRSG.). (2018). *Biologie-Methodik: Handbuch für die Sekundarstufe I und II*, 5. Auflage, Cornelsen.
- STEINKE, I. (2013). Gütekriterien qualitativer Forschung. In: FLICK, U., VON KARDORFF, E. & STEINKE, I. [Hrsg.]: *Qualitative Forschung: Ein Handbuch*. Rowohlt, Reinbek bei Hamburg.
- TARDENT KUSTER, J. (2020). *Unterrichtsplanungen von angehenden Lehrpersonen zum experimentellen Handeln*. Pädagogische Hochschule Heidelberg, Heidelberg. <https://opus.ph-heidelberg.de/frontdoor/index/index/docId/353> (24.04.2020).
- VOGELSANG, C. & RIESE, J. (2017). *Wann ist eine Unterrichtsplanung 'gut'? - Planungsperformanz in Praxisratgebern zur Unterrichtsplanung*. In: WERNKE, S. & ZIERER, K. [Hrsg.]: *Die Unterrichtsplanung: Ein in Vergessenheit geratener Kompetenzbereich?!* Bad Heilbrunn, 47-60.
- WAHL, D. (2002). Mit Training vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln? *Zeitschrift für Pädagogik*, 48 (2), 227-241.
- WEINGARTEN, J. (2019). *Wie planen angehende Lehrkräfte ihren Unterricht?: Empirische Analysen zur kompetenzorientierten Gestaltung von Lernangeboten*. Waxmann Verlag, Münster.
- WERNKE, S., & ZIERER, K. (2017). *Die Unterrichtsplanung: Ein in Vergessenheit geratener Kompetenzbereich?!* In: WERNKE, S. & ZIERER, K. [Hrsg.]: *Die Unterrichtsplanung: Ein in Vergessenheit geratener Kompetenzbereich?! Status Quo und Perspektiven aus Sicht der empirischen Forschung*. Klinkhardt, Bad Heilbrunn. 7-16.
- WESTERMAN, D. A. (1991). Expert and novice teacher decision making. *Journal of teacher education*, 42(4), 292-305.
- WIRTZ, M., & CASPAR, F. (2002). Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität [Rater agreement and rater reliability]. Hogrefe, Göttingen.
- ZIERER, K., WERNER, J. & WERNKE, S. (2015). Besser planen? Mit Modell! Empirisch basierte Überlegungen zur Entwicklung eines Planungskompetenzmodells. *DDS – Die Deutsche Schule*, 107 (4), 375-395.

