

Mientus, Lukas; Borowski, Andreas

## Content Representations kohärent gedacht

Wehner, Antje [Hrsg.]; Masanek, Nicole [Hrsg.]; Hellmann, Katharina [Hrsg.]; Heinz, Tobias [Hrsg.]; Grospietsch, Finja [Hrsg.]; Glowinski, Ingrid [Hrsg.]: Vernetzung von Wissen bei Lehramtsstudierenden. Eine Black-Box für die Professionalisierungsforschung? Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2024, S. 89-103



Quellenangabe/ Reference:

Mientus, Lukas; Borowski, Andreas: Content Representations kohärent gedacht - In: Wehner, Antje [Hrsg.]; Masanek, Nicole [Hrsg.]; Hellmann, Katharina [Hrsg.]; Heinz, Tobias [Hrsg.]; Grospietsch, Finja [Hrsg.]; Glowinski, Ingrid [Hrsg.]: Vernetzung von Wissen bei Lehramtsstudierenden. Eine Black-Box für die Professionalisierungsforschung? Bad Heilbrunn : Verlag Julius Klinkhardt 2024, S. 89-103 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-317636 - DOI: 10.25656/01:31763; 10.35468/6118-04

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-317636>

<https://doi.org/10.25656/01:31763>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<http://www.klinkhardt.de>

### Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work or its contents. You are not allowed to alter, transform, or change this work in any other way.

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](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

*Lukas Mientus und Andreas Borowski*

## Content Representations kohärent gedacht

### Zusammenfassung

Für die fachgerechte Planung, Durchführung oder Reflexion von Physikunterricht ist eine solide Wissensbasis unerlässlich. Wichtiger als die einzelnen Wissensfacetten ist jedoch deren kohärente Vernetzung. Kohärenzbildung kann durch Dozierende unterstützt werden, gleichzeitig obliegt die eigentliche Wissensvernetzung den Studierenden selbst. Die Methode der *Content Representation* (CoRe; tabellarische Darstellung von kontextspezifischem Wissen) kann die Ausprägung sowie den Grad der Vernetzung von im Studium entwickelten Wissensfacetten abbilden und zur Evaluation von Kohärenzbildung verwendet werden. Umgekehrt bietet die Methode Potential zur Kohärenzbildung selbst, welches als neue Sichtweise im Beitrag diskutiert wird.

**Keywords:** Kohärenz, Evaluation, Vernetzung, Kohärenzbildung, Methode

### Abstract

A solid knowledge base is essential for the professional planning, teaching, or reflecting of physics lessons. However, more important than the individual knowledge facets are their coherent interconnection. Building coherence can be supported by lecturers, but the creation of knowledge connectivity is the responsibility of the students themselves. The method of content representation (CoRe; tabular representation of context-specific knowledge) can represent the development and the degree of interconnectedness of knowledge facets developed in teacher training programs and can be used to evaluate coherence-building. Conversely, the method offers potential for coherence-building itself, which is discussed as a new perspective in the article.

**Keywords:** Coherence, Evaluation, Knowledge Connectivity, Coherence-building, Methodology

## 1 Praxisphasen als Spiegel der Vernetzung

Praxisphasen nehmen im Lehramtsstudium eine herausragende Rolle für die Entwicklung von professionellen Handlungskompetenzen ein (Schubarth et al., 2011). Unter anderem, da sie Raum für umfassende Reflexionen eigener Lernerfahrungen bieten und so eine Verknüpfung zwischen Theorie und Praxis ermöglicht wird (Brouwer & Korthagen, 2005). Für die Planung einer Lernsituation spielt neben lerngruppenspezifischen Variablen auch der inhaltliche Lernkontext eine große Rolle (Park & Oliver, 2008). Dieser hat einen Einfluss auf das Denken,

Wissen und Handeln der Lehrkräfte. Das bedeutet, dass guter Unterricht auch auf umfangreichem und vernetztem Wissen im jeweiligen Kontext basiert (Kunter et al., 2011). Dazu ist neben dem pädagogischen und fachlichen Wissen auch fachdidaktisches Wissen über z. B. Fehlvorstellungen der Schüler\*innen von Relevanz (Berliner, 2001; Shulman, 2001). Für eine kompetente Unterrichtsvorbereitung ist es daher unabdingbar, all diese Punkte zu berücksichtigen und miteinander kohärent zu verknüpfen (Carlson et al., 2019).

Wenngleich Kohärenz eine bewusst erlebte Vernetzung dieser Wissensfacetten darstellt (Hellmann, 2019) und das Ausbilden von verzahnten Lerngelegenheiten es angehenden Lehrkräften ermöglichen kann, ihr Studium als strukturell und inhaltlich zusammenhängend zu erleben (Hellmann et al., 2021), bleibt die Vernetzung allein keine kausale Folge einer kohärenten Studienstruktur. Vernetzung kann zwar durch verzahnte Lerngelegenheiten und eine kohärente Struktur angeregt werden, bedarf jedoch aktiver Konstruktionsleistung der Studierenden selbst (Lehner, 2009) und sollte somit nicht als reine Abstimmungsleistung von Akteur\*innen der Lehrkräftebildung oder Kohärenzbildung diskutiert werden. Die Vernetzung als (kognitionspsychologisch) sinnhafte Verknüpfung neu erworbener Wissens Elemente mit bereits vorhandenem Wissen (Helmke, 2015) bleibt den Lernenden selbst vorbehalten und kann sich in Praxisphasen zeigen. Nichtsdestotrotz kann diese Vernetzung von Wissensfacetten durch gegenseitige Bezugnahme zwischen fachwissenschaftlichen, pädagogischen und fachdidaktischen Lehrveranstaltungen (horizontal) sowie durch Bezugnahme auf zurückliegende beziehungsweise zukünftige Lehrveranstaltungen (vertikal) seitens der Dozierenden im Sinne eines Lernangebotes für die Studierenden angeregt werden (siehe Säulenmodell von Hellmann, 2019).

Soll Kohärenzbildung evaluiert werden, erscheinen Studierenerfolg oder Selbstwirksamkeit, sowie Wahrnehmungen aus der Perspektive von Studierenden oder Dozierenden von Interesse. Um aber unmittelbar die Ausprägung der im Studium erworbenen Wissensfacetten sowie deren Grad der Vernetzung direkt von den (angehenden) Lehrkräften zu erfragen und zu erfassen stellt sich nach Kind (2009) das Tool der *Content Representation*, als eine nützliche Technik dar, die in der naturwissenschaftlichen Bildungsforschung entwickelt wurde. Dieses Messinstrument der Wissensvernetzung von (angehenden) Lehrkräften im Sinne einer Outputorientierung möchten wir im vorliegenden Beitrag zu einem inputorientierten Konzept transformieren und auf diese Weise zweifach Potentiale von *Content Representations* diskutieren. Zum einen als Evaluation der Möglichkeit, bekannte Forschungsergebnisse für den Kontext universitärer Lehrkräftebildung zu übertragen und zum anderen als methodischen Vorschlag Kohärenzbildung konkret an Hochschulen zu forcieren.

## 2 Professionswissen und Wissensbewusstsein

Im deutschsprachigen Verständnis der professionellen Handlungskompetenz (Kunter et al., 2011) kann international der Terminus des *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) verwendet werden, welcher in diesem weiteren Sinne auch von Shulman (1999) vergleichbar umfangreich verwendet wird. Seit Hattie (2003) stützt Forschung vielfältig die Behauptung, dass das PCK von Lehrkräften eine wesentliche Grundlage für effektiven Unterricht darstellt (Baumert et al., 2010; Sadler et al., 2013). Seit der Einführung des neu konzeptualisierten *Refined Consensus Models of PCK in Science Teaching* (RCM) (Carlson et al., 2019) verorten viele Forschende eigene Studien im Kontext Lehrkräfteprofessionalisierung im Modell, da das RCM als theoretisches Gerüst für ein breites Spektrum von Forschungsschwerpunkten geeignet ist und eine solide Grundlage für die Kommunikation empirischer Ergebnisse innerhalb der Forschungsgemeinschaft und darüber hinaus bietet (Mientus et al., 2022). Aus diesem Grund bezieht sich dieser Beitrag auf die sechs Wissensfacetten des *Refined Consensus Models* (RCMs): *Content Knowledge*, *Pedagogical Knowledge*, *Knowledge of Students*, *Curriculum Knowledge* und *Assessment Knowledge*, sowie den *Learning Context* des Unterrichts, um Kohärenzbildung und Vernetzung zu operationalisieren.

Erworbenes Wissen aus Wissensfacetten nicht anwenden zu können bzw. nicht in eine Anwendung überführen zu können, wird häufig als Kluft zwischen Wissen und Handeln angesehen (Mandl & Gerstenmaier, 2000) sowie seit langem als träges Wissen diskutiert. Brandl (2013) fasst drei zentrale Begründungen zusammen, warum vorhandenes Wissen nicht abgerufen werden kann: (1) Metaprozesserklärungen, nach welchen Wissen zwar vorhanden ist, eine wirksame Steuerung des Wissenszugriffs auf der Metaebene aber nicht möglich ist; (2) Strukturdefiziterklärungen, nach welchen Defizite im anzuwendenden Wissen selbst liegen und Wissen nicht in geeigneter Form vorhanden ist und (3) Situiertheitserklärungen, welche wegen der Kontextspezifität von Wissen traditionelle Anwendungsbegriffe grundsätzlich in Frage stellen. *Content Representations* (CoRes) können das Potential bieten mit allen drei gängigen Begründungsmustern umzugehen, da sie entworfen wurden, um angeleitet kontextspezifisches Wissen in einer tabellarischen Struktur abzubilden. Auf diese Weise kann Wissensvernetzung vergegenwärtigt und eine Möglichkeit für die Bewusstmachung des eigenen situationsspezifischen Wissens gegeben werden (Loughran et al., 2012).

Wissensbewusstsein kann im Allgemeinen als ein Zustand beschrieben werden, sich seines Wissens gewahr zu sein. Es beschreibt also die Fähigkeit, etwas direkt zu wissen und wahrnehmen zu können. Chalmers (1997) definierte Bewusstsein als den Zustand, in dem sich eine Person einer bestimmten Information (hier explizites Wissen) bewusst ist, vorausgesetzt, diese Information ist direkt verfügbar und kann angewendet werden. Auf diese Weise bildet das Bewusstsein eine repräsentative Struktur des eigenen Wissens (Chalmers, 1997) und kann sich auf einen internen

Zustand (z. B. eine Intuition) oder auf externe Ereignisse (z. B. eine anstehende Unterrichtsplanung) konzentrieren (Hussain et al., 2009). Wissensbewusstsein kann somit in Praxisphasen unmittelbar mit dem Kohärenzerleben der Studierenden im Lehramtsstudium verbunden sein, da ein Bewusstsein für das eigene Wissen explizit mit Unterrichtssituationen in Verbindung gebracht werden kann. Um unserer Empfehlung zu entsprechen, Forschung im RCM zu verorten (Mientus et al., 2022), definieren wir Wissensbewusstsein in Anlehnung an Chalmers (1997) als jede Wissensinformation, die Lehrkräfte direkt von ihrem persönlichen PCK auf ihr angewandtes PCK im Kontext einer konkreten Unterrichtssituation übertragen können. Den Begriff des Wissensbewusstseins interpretieren wir somit als Moderatoren zwischen dem persönlichen impliziten Wissen und den individuellen expliziten Erfahrungen (nach dem RCM *Amplifiers* und *Filters*), die einen individuellen PCK-Übertrag (in eine konkrete Unterrichtssituation hinein) beeinflussen. CoRes können sich somit als Abbild persönlichen PCKs darstellen und Wissensbewusstsein und Kohärenzerleben unterstützen.

### 3 Content Representations

Nach Korthagen & Kessels (1999) stellt sich in der Lehrkräftebildung Struktur explizit als notwendige Voraussetzung für die Entwicklung von Expertise dar. Die Methode der *Content Representations* kann Lehrkräften helfen, ihr eigenes Wissen strukturiert darzustellen (Loughran et al., 2012), da das im Studium erworbene theoretisch-formale Wissen oft losgelöst oder gar im Gegensatz zu praktischen Kenntnissen und Fähigkeiten steht (Fenstermacher, 1994). In CoRes werden daher die sogenannten *Big Ideas* eines Themas einzeln identifiziert und unter verschiedenen Aspekten zusammenhängend diskutiert (Loughran et al., 2012). Der Fokus liegt dabei auf den wichtigen fachlichen Aspekten des Themas, abhängig von der jeweiligen Lerngruppe. Mit Hilfe von Leitfragen wird anschließend jede *Big Idea* hinterfragt und ausgearbeitet. Explizite Informationen zu den *Big Ideas* werden gesammelt und durch das Wissen und die Erfahrung der Lehrkraft beeinflusst. In seiner ursprünglichen Konzeptualisierung wurden CoRes von erfahrenen Lehrkräften erstellt (Loughran et al., 2006). Hierzu vergegenwärtigten die Lehrkräfte ihr Erfahrungswissen im Umgang mit einem konkreten (fachlichen) Lerngegenstand. Konkret identifizierten die Lehrkräfte die *Big Ideas* der Thematik und trugen sie in einer tabellarischen Visualisierung als Schlagworte spaltenweise in die oberste Zeile ein. In der ersten Spalte einer *Content Representation* sind Leitfragen formuliert, an welchen jede *Big Idea* ausführlich diskutiert werden kann. So werden beispielsweise in den ersten beiden Leitfragen weitreichende Fachwissensfragen adressiert, welche die *Big Idea* ausführlicher beschreiben. Tabelle 1 veranschaulicht die Struktur einer CoRe vereinfacht. Loughran et al. (2006) nahmen an, dass es dank der tabellarischen Übersicht möglich wäre, expertenhafte Wissensstrukturen themenspezifisch an Berufsanfänger\*innen weiter-

zugeben. Weitere Forschende verwendeten CoRes vorrangig um individuelles PCK von Lehrkräften zu anderen beobachtbaren Faktoren, wie z. B. deren Performance im Unterricht zu beziehen (z. B. Barendsen & Henze, 2019).

**Tab. 1:** Schematische Abbildung einer Content Representation

	<i>Big Idea 1</i>	<i>Big Idea 2</i>	<i>Big Idea 3</i>
Leitfrage 1			
Leitfrage 2			
Leitfrage 3			
...			

Die Methode der *Content Representations* kann in der Lage sein, zwei wertvolle Ziele zu verfolgen: Zum einen erhalten Lehrkräfte ein Werkzeug, mit welchem sie angeleitet werden, ihr Wissen zu strukturieren (Loughran et al., 2012). Mit der Visualisierung, welche PCK abbilden kann, schaffen Lehrkräfte ein Bewusstsein für ihre eigene professionelle Handlungskompetenz (Hume & Berry, 2011), erhalten die Möglichkeit ihr Wissen zu vernetzen (Loughran, 2012) und bewerten sodann CoRes oft als nützlich (Hume, 2010). Zum anderen unterstützen CoRes allein durch deren Erarbeitung die professionelle Entwicklung der Lehrkräfte (Bertram & Loughran, 2011) und erlauben die Schärfung und Vernetzung des eigenen PCK (Loughran et al., 2006; Nilsson & Loughran, 2012). Weiter sind CoRes in der Lage das PCK von Lehrkräften abzubilden und als externalisiertes Produkt unabhängig analysieren zu lassen. Aus Forschendenperspektive eignen sich CoRes folglich sowohl für ein horizontales als auch vertikales Abbild von Wissensvernetzung. Analog zur Vernetzung von Lehrveranstaltungen können die Begriffe horizontal und vertikal als gegenseitige Bezugnahme zwischen verschiedenen Wissensdomänen beziehungsweise als vor- oder zurückgreifende Bezugnahme innerhalb einer Wissensdomäne verstanden werden. CoRes erlauben somit durch das Abbild der Wissensvernetzung eine Evaluation der Wirksamkeit angestrebter Kohärenzbildung. Die Blackbox der professionellen Entwicklung (angehender) Lehrkräfte kann somit unter der Verwendung von CoRes bis zu einem gewissen Grad offengelegt werden, da CoRes nicht nur in der Lage sind, Wissen abzubilden, sondern unter Verwendung qualitativer Inhaltsanalyse auch den Grad der Vernetzung. CoRes werden international meist als Erhebungsinstrument für PCK und Clusterbildung eingesetzt, ihr Potential im Kontext der Vernetzung und Kohärenzbildung ist weniger erforscht.

#### 4 Übertragbarkeit von Erkenntnissen

Aus diesem Grund wurden im Rahmen einer Masterarbeit  $N = 8$  CoRes in deutscher Sprache erhoben. Bei den Teilnehmenden handelte es sich um Physiklehren-

de verschiedener Expertisegrade. Vier Physiklehramtsstudierende, eine berufstätige Physiklehrkraft und drei Fachdidaktiker\*innen erstellten je eine eigene CoRe zum Thema Bewegungsarten. Die Teilnehmenden bekamen die Aufgabe, die *Big Ideas* der Bewegungsarten für sich selbst zu definieren und dann jede einzelne Idee mit Hilfe von Leitfragen zu diskutieren. Die Leitfragen wurden aus den englischen Vorlagen von Loughran et al. (2012) ins Deutsche übersetzt und den oben genannten sechs Wissensfacetten des RCM (Carlson et al., 2019) (z. B. Curriculares Wissen) zugeordnet. Wenngleich nicht gewährleistet werden kann, dass auf diese Weise jede Leitfrage trennscharf einer Wissensfacette zuzuordnen ist, kann bewerkstelligt werden, dass jede der Facetten in mindestens einer Frage adressiert wurde. Der entstandene Katalog an Leitfragen ist in Tabelle 2 dargestellt, in welcher auch die zugeordneten Wissensfacetten aufgeführt sind. Der Fokus der Analyse lag vorrangig auf der exemplarischen Überprüfung international bekannter, methodischer Ergebnisse (CoRes können individuelles PCK sowie dessen Grad der Vernetzung abbilden; mittels Clusterbildung können Ausprägung und Vernetzung von Wissen bewertet werden).

**Tab. 2:** Leitfragen und Vorschlag für Zuordnung zu Wissensfacetten nach dem RCM

		<i>Learning Context [Lernkontext]</i>				
		<i>Assessment Knowledge (AK) [Bewertungswissen]</i>				
		<i>Curriculum Knowledge (CuK) [Lehrplanwissen]</i>				
		<i>Knowledge of Students (KS) [Wissen über Schüler*innen]</i>				
		<i>Pedagogical Knowledge (PK) [Pädagogisches Wissen]</i>				
		<i>Content Knowledge (CK) [Fachwissen]</i>				
1	Was sollen die Schüler*innen wissen/können?	x			x	
2	Warum ist es wichtig, dass Schüler*innen genau das lernen? (auch Verweise innerhalb des Lehrplans)	x		x	x	
3	Was gibt es darüber hinaus inhaltlich noch zu wissen? (Inhalte, die die Schüler*innen (noch) nicht brauchen)	x			(x)	
4	Welche Schwierigkeiten oder Einschränkungen im Zusammenhang mit der Vermittlung der Idee können auftreten?	x		x		x
5	Welches Vorwissen besitzen die Schüler*innen zu diesem Thema? (auch (Fehl-) Vorstellungen)				x	x
6	Durch welche Faktoren (z. B. Klassenklima, Lernumgebung, etc.) kann die Vermittlung des Inhalts noch beeinflusst werden? (positiv und negativ)			x		x
7	Wie soll der Inhalt vermittelt werden? (z. B. Methoden, Vorgehen, Sozialformen, Experimente, Lernumgebung, etc.) und warum?			x	x	x
8	Wie kann überprüft werden, was die Schüler*innen verstanden haben und wo es noch Verständnisschwierigkeiten gibt? (inkl. Bandbreite an möglichen Antworten)					x

Als Anleitung zur Bearbeitung der CoRes werden Lehrkräfte motiviert, sich eine spezifische Lerngruppe (Lernkontext) sowie eine explizite Thematik zu vergegenwärtigen, bevor individuell *Big Ideas* festgelegt und anhand der acht Leitfragen durchdacht und Antworten formuliert werden. Im Rahmen der Studie sollten sich die Lehrenden eine leistungshomogene Lerngruppe der neunten Jahrgangsstufe eines Gymnasiums vorstellen und sich der Thematik der Bewegungsformen widmen. Die acht relevanten CoRes lagen zu Beginn der Analyse in anonymisierter Form vor, sodass für die Analyse nicht bekannt war, welcher Kohorte die vorliegende CoRe zuzuordnen ist. In einem ersten Schritt wurden die *Big Ideas* der acht CoRes begrifflich vereinheitlicht (spaltenweise). So wurden beispielsweise alle *Big Ideas* zu Formen von Bewegung (z. B. gleichförmige Bewegung, zusammengesetzte Bewegung, gleichmäßig beschleunigte Bewegung) additiv zusammengefasst. Im Unterschied zu dieser *Big Idea* wurden die zugrundeliegenden physikalischen Größen (z. B. Geschwindigkeit), zugrundeliegende Modelle (z. B. bewegtes Bezugssystem), Repräsentationsformen (z. B. Beschleunigungs-Zeit-Diagramm) oder experimentelle Untersuchungen (z. B. Messung von Erdbeschleunigung) separiert. Dieser Prozess wurde analog zur induktiven Kategorienbildung einer qualitativen Inhaltsanalyse durchgeführt. Im zweiten Schritt wurden zueinander ähnliche Aussagen zu einer *Big Idea* methodisch vergleichbar reformuliert (zeilenweise). So wurden die Formulierungen „Förderung der experimentellen Kompetenz“ oder „Experimentierkompetenz“ in der Wissensbasis des *Knowledge of Students* gleichgesetzt und von Förderbedarfen wie „die mathematischen Hürden [...] bei den S\*S“ in derselben Wissensbasis unterschieden. Auf der Grundlage einer sich anschließenden qualitativen Inhaltsanalyse der acht CoRes zu den Bewegungsarten konnten unterschiedliche Niveaus der Ausprägung einzelner Wissensfacetten sowie dessen Vernetzung, welche sich durch nachvollziehbare Bezugnahme innerhalb einer *Big Idea* (Spalte) zwischen mehreren Leitfragen (Zeilen) darstellt, bestätigt werden. Aufbauend auf den individuellen CoRes konnten Cluster von PCK gebildet und verglichen werden, welche abschließend mit den Kohorten der Teilnehmenden (Fachdidaktiker\*in, Studierende, Lehrkraft) abgeglichen wurden.

Zum besseren Verständnis ist in Tabelle 3 ein vereinfachter Auszug einer CoRe eines Teilnehmenden abgebildet. Zudem ist in drei verschiedenen Graustufen veranschaulicht, welche Eintragungen mittels qualitativer Inhaltsanalyse aufeinander bezogen werden können. Im Sinne der Abbildung einer horizontalen Wissensvernetzung können die Eintragungen der mittleren Graustufe angesehen werden. Hier weist der Teilnehmende eine Vernetzung der Wissensbasis *Knowledge of Students* auf. Unter den *Big Ideas* „Bewegungsformen“ und „Bewegungsgleichungen“ werden Fehlvorstellungen adressiert, welche in Teilen auch das Vorwissen der Schüler\*innen ausmachen, und unter „Bewegungsdiagramme“ als Wirkungen der Klassengemeinschaft durch das Übernehmen von Fehlvorstellungen diskutiert werden. Vertikale Wissensvernetzung über mehrere Wissensdomänen

hinweg kann beispielsweise deutlich unter der *Big Idea* „Bewegungsformen“ in der helleren Graustufe analysiert werden. Hier können u. a. fachliche Aspekte zu Definition und Merkmalen ausgewählter Bewegungsformen mit fachdidaktischen Überlegungen zur methodischen Interaktion von Schüler\*innen in Verbindung gebracht werden.

**Tab. 3:** Vereinfachte CoRe inklusive Verdeutlichung der Vernetzungsanalyse

	<b>Bewegungsformen</b>	<b>Bewegungs-gleichungen</b>	<b>Bewegungsdiagramme</b>
<b>Was sollen die Schüler*innen wissen/können?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gleichförmige B., ungleichförmige B., (un-,gleichmäßig beschl. B.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zeit, Ort, Geschw., Beschl.,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Weg-Zeit-, Geschw.-Zeit-, Beschl.-Zeit-Diagramm</li> </ul>
<b>Welches Vorwissen besitzen die Schüler*innen zu diesem Thema? (auch (Fehl-)Vorstellungen)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alltagsbeispiele bekannt, könnten Formen zugeordnet werden</li> <li>▪ Besonders Beschleunigung wird oft mit Geschwindigkeit gleichgesetzt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ möglicherweise ganz einfache Zusammenhänge <math>s-v-t</math> aus dem Alltag</li> <li>▪ Kraft = Beschleunigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ablesen von Diagrammen, Arbeiten mit Koordinatensystemen aus Mathematik 7. Klasse</li> <li>▪ nur im positiven Bereich, Bezugssystem wird vernachlässigt</li> </ul>
<b>Durch welche Faktoren (z. B. Klassenklima, Lernumgebung, etc.) kann die Vermittlung des Stoffes noch beeinflusst werden? (positiv und negativ)</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ • ausreichend Übungszeit zum Rechnen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fehlvorstellungen können schnell übernommen werden</li> </ul>
<b>Wie soll der Inhalt vermittelt werden? (z. B. Methoden, Vorgehen, Sozialformen, Experimente, Lernumgebung, etc.) und warum?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ gegenseitige Kontrolle der richtigen Zuordnung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Experimente: Zeit-, Längenmessung, Fallexperimente, Luftkissenbahn</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Animationen mit graphischer Darstellung, um Bewegungsarten zu unterscheiden</li> </ul>
<b>Wie kann überprüft werden, was die Schüler*innen verstanden haben und wo es noch Verständnisschwierigkeiten gibt? (inkl. Bandbreite an möglichen Antworten)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ neue oder zusammengesetzte Formen darstellen, die begründet zugeordnet werden sollen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Berechnungen durchführen oder Lücken ergänzen, oder fehlerhafte Berechnungen korrigieren, Fehler erkennen und begründen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ skizzieren von Bewegungsdiagrammen, Werte aus Diagramm ablesen</li> </ul>

Über alle Teilnehmenden hinweg zeigten die angehenden Lehrkräfte ein weniger umfangreiches PCK als die Physikdidaktiker\*innen. So adressierten die Didaktiker\*innen im Mittel 20 *Big Ideas* und die Studierenden 15 wobei gleich-

zeitig das Verhältnis der kodierten Eintragungen in den Zellen der jeweiligen CoRes 109 zu 67 ausmachten. Pro diskutierte *Big Idea* argumentierten die Fachdidaktiker\*innen somit durchschnittlich mit 5 und die Studierenden mit 4 zentralen Argumenten. Gleichzeitig wurden auf inhaltlicher Ebene Parallelen zwischen den Didaktiker\*innen und den Studierenden festgestellt, die sich wiederum vom persönlichen PCK der voll berufstätigen Lehrkraft unterschieden. So wurden beispielsweise vereinzelt Modelle und Modellgrenzen adressiert und mit zugehörigen Herausforderungen in Verbindung mit Unterscheidung zwischen Fach- und Alltagssprache (z. B. Geschwindigkeit als „Schnelligkeit“ im Sinne des Betrages der Geschwindigkeit als vektorielle Größe). Dies konnte darauf zurückgeführt werden, dass die untersuchte Lehrkraft keinen inhaltlichen Kontakt zu den anderen beiden Gruppen hatte.

Zusammenfassend konnten ausgewählte, international bekannte Ergebnisse mit der deutschsprachigen CoRe bestätigt werden. Folglich könnten Ergebnisse der internationalen Forschungsgemeinschaft, wie z. B. die Unterstützung der professionellen Entwicklung von Lehrkräften durch das Erstellen einer CoRe (Berttram & Loughran, 2011) angenommen werden. Mit dem Einsatz der CoRes im Praxissemester konnte auch wahrgenommen werden, dass angehende Lehrkräfte die Methode als hilfreich bewerten (Hume, 2010), um sich des eigenen Wissens bewusst zu werden sowie den Grad ihrer Wissensvernetzung abzubilden. CoRes ermöglichen Lehrkräften den strukturierten Umgang mit den für die Planung von Unterricht relevanten Fragen: Was ist das Wesentliche für das Lernen der Schüler\*innen? Wie kann ich als Lehrkraft damit umgehen und für ein lernförderliches Klima im Lernkontext sorgen? CoRes sind in der Lage PCK kontextspezifisch abzubilden und stellen sich daher als Möglichkeit dar, Wissensbewusstsein zu konstruieren. Lehrkräfte erlangen einen Überblick über ihr persönliches PCK und Forschende einen Einblick in die Vernetzung von Wissensfacetten, welche potentiell durch die Verzahnung von Lehrveranstaltungen mehr oder weniger forciert werden kann. Mit der Analyse der CoRe-Cluster in der Frage nach der methodischen Übertragbarkeit konnten wir zeigen, dass es möglich ist, Ähnlichkeiten zwischen Fachdidaktiker\*innen und Studierenden aufzuzeigen, welche in gemeinsamen Lehrveranstaltungen interagierten. Unter der Annahme, dass diese Beobachtung auch auf jedwede andere Veranstaltung im Lehramtsstudium übertragbar ist, da sich verzahnte Lernangebote grundsätzlich für alle Lehramtsstudiengänge als adaptierbare Modelle der curricularen Verzahnung übertragen lassen (Mayer et al., 2018), kann angenommen werden, dass eine kohärente Verzahnung, welche von Dozierenden verfolgt wird, eine Vernetzung von Wissensfacetten bei den Studierenden direkt zur Folge haben kann. Diese Überlegung ist direkt anschlussfähig an das Säulenmodell von Hellmann et al. (2019). Im Folgenden soll daher zusätzlich diskutiert werden, auf welche Weise die grundlegende Strukturierung der CoRe auch als Verzahnungskonzept dienlich sein kann.

## 5 CoRe – Verzahnungskonzept

Nach unseren Einblicken scheinen CoRes offenbar unabhängig von Sprache und (Aus-) Bildungssystem in der Lage zu sein, den Grad der Vernetzung abzubilden. Da Vernetzung ein Ziel der Verzahnung universitärer Lehrveranstaltungen darstellt, kann die Analyse von CoRes, wie exemplarisch gezeigt, als Feedback für das Kohärenzerleben von Studierenden angenommen werden. Die Wirksamkeit von Kohärenzbildung kann auf diese Weise evaluiert werden. Im Fächerkanon des Lehramtsstudiums können universitäre Lehrveranstaltungen grob den drei Wissensfacetten der Fachwissenschaften, Pädagogik/Erziehungswissenschaften und den Fachdidaktiken zugeordnet werden. Am Beispiel der CoRes kann konzeptualisiert werden, welche Ziele die drei genannten Domänen der Lehrkräftebildung verfolgen sollten, um in Praxisphasen eine Theorie-Praxis-Verzahnung anzubahnen und die Vernetzung von Wissensfacetten anzuregen. Jede Domäne verfügt hierbei über ausgeprägte, spezifische Kompetenzen und Expertisen, welche von Dozierenden vermittelt und bei hinreichender Verzahnung von den Studierenden vernetzt werden können.

Fachliche Expertise wird vorrangig den fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen zugesprochen, welche in der Lage sein sollten den Studierenden die domänenspezifischen *Big Ideas* der Thematik des jeweiligen Schulfaches aufzuzeigen und transparent zu machen, wie es zur Auswahl selbiger kam. Diese *Big Ideas* sollten in größeren Zusammenhängen kontextspezifisch (z. B. Mechanik, Dynamik, Elektrostatik, etc.) sein. Beispielsweise nehmen wir an, dass die Fachwissenschaften in der Lage sind *Big Ideas* der Mechanik trennscharf zu definieren, mit welchen eine Vielzahl von Prozessen, Modellen und Phänomenen beschrieben werden können. Diese sollten auf universitärem Niveau erarbeitet sein und den Studierenden als die zentralen Ideen der Thematik kommuniziert werden. Auf diese Weise kann es möglich sein, dass sich Studierende beim Eintritt in Praxisphasen dieser *Big Ideas* bewusst sind und sich in der Lage sehen, diese zentralen Konzepte im Unterricht mit den Schüler\*innen adressatengerecht zu erarbeiten. In pädagogischen Lehrveranstaltungen können hingegen auch ohne spezifischen Lerngegenstand evidenzbasierte Erkenntnisse über das Lehren und Lernen sowie psychologische oder sozialwissenschaftliche Wissensfacetten vermittelt werden. Wenngleich diese keine explizite Nähe zum Fachunterricht adressieren, können sie für Lehrkräfte eine wesentliche Grundlage im Umgang mit lernenden Individuen bilden. Fachdidaktische Lehrveranstaltungen wiederum sollen vorrangig den kompetenzorientierten Umgang mit dem Lerngegenstand unterstützen. Auf Grundlage pädagogischer Wissensfacetten sollen Lehramtsstudierende begleitet werden, fachspezifische oder überfachliche Angebote der Kompetenzentwicklung von Schüler\*innen entlang der fachlich explizierten Inhalte zu erlernen. Hierbei müssen die (bestenfalls fachlich tiefgründig nachvollzogenen) *Big Ideas* aus den

Fachwissenschaften vor dem Hintergrund bildungswissenschaftlicher Erkenntnisse in eine Anwendbarkeit für die Lernenden mit den anderen Wissenskomponenten in Bezug gesetzt werden.

Auf diese Weise kann eine Kernintention der CoRes nach Loughran et al. (2006), Expertenwissen an angehende Lehrkräfte weiterzugeben, erreicht werden. Im Gegensatz zur Sichtweise auf Wissensübertrag von erfahrenen Lehrkräften auf novizenhafte Lehrkräfte adressiert unser Vorschlag jedoch einen Wissensübertrag von Domänenexpert\*innen (Fachwissenschaften, Fachdidaktik, sowie Pädagogik) an Lehramtsstudierende durch Kohärenzbildung. Soll „Kohärenzbildung als beständige Abstimmungsleistung von Akteur\*innen konzeptualisiert (Hammerness, 2006; Hermansen, 2019) und ausdrücklich als Prozess beschrieben [werden], der zunächst nur institutionell angebahnt werden kann“ (Hellmann et al., 2021, S. 3), so sollten die kontextspezifischen *Big Ideas* von Expert\*innen des jeweiligen Kontextes an die Studierenden herangetragen werden. Die Leitfragen der CoRes in ihrer Lesart nach der jeweiligen Wissensfacette sollten weiter entweder durch Expert\*innen der Pädagogik (das Lehren und Lernen betreffend) oder mit Expert\*innen der Fachdidaktiken für den Umgang mit einem Kontext gefördert werden. Da sich die Ausprägung und Vernetzung des individuellen PCK der angehenden Lehrkräfte in Praxisphasen zeigt, sollten diese von Expert\*innen für Pädagogik und Fachdidaktik begleitet werden, wie es sich vielerorts in Praxissemester und Referendariat zeigt. Tabelle 4 skizziert das CoRe-Verzahnungskonzept und soll verständlich machen, dass es auch hier keiner trennscharfen Zuordnung der Leitfragen oder Wissensfacetten zur Pädagogik und Fachdidaktik bedarf.

**Tab. 4:** CoRe – Konzepttabelle zur Kohärenzbildung (unter Berücksichtigung der Leitfragen aus Tabelle 2 und jeweiliger Fokussierung auf einer der Wissensfacetten)

	<b><i>Fachwissenschaftliche Lehrveranstaltungen</i></b>		
	<i>Big Idea 1</i>	<i>Big Idea 2</i>	<i>Big Idea 3 ...</i>
Leitfrage 1 (CK)	<b><i>Fachdidaktische Lehrveranstaltungen</i></b>		
Leitfrage 2 (KS)			
Leitfrage 3 (CuK)			
...			
	<b><i>Praxisphasen</i></b>		
Leitfrage X (PK)	<b><i>Pädagogische Lehrveranstaltungen</i></b>		
Leitfrage Y (KS)			
Leitfrage Z (AK)			

Unseren Vorschlag der Konzepttabelle zur Kohärenzbildung auf Basis der CoRes stellt zum aktuellen Zeitpunkt kein theoretisch oder empirisch fundiertes Modell dar, sondern soll lediglich eine Sichtweise auf Kohärenzbildung *vom Ziel her*

konzipieren. Finden Studierende dank universitärer Lehrveranstaltungen (z. B. in der Pädagogik) Antworten auf wichtige Fragen des Lehrens und Lernens (z. B. Leitfragen 6 und 7) und sind sich Studierende zentraler fachlicher Konzepte (*Big Ideas*) aus fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen bewusst, können sich Studierende in fachdidaktischen Lehrveranstaltungen mit der Konkretisierung von Planung, Durchführung und Reflexion kompetenzorientierter Lerngelegenheiten professionalisieren. Inwieweit mit dieser konkreten Methode der Kohärenzbildung Vernetzung erreicht werden konnte, kann sich in Praxisphasen zeigen und kann mittels CoRes (im ursprünglichen Sinne) erfasst werden.

## 6 Schlussfolgerungen und Implikation

CoRes sind in der Lage, zum aktiven Umgang mit bereits vorhandenem ggf. trägen Wissen anzuregen. Sie bieten ein Gerüst, dank welchem (angehende) Lehrkräfte kontextspezifisch Wissensbewusstsein erlangen können. CoRes ermöglichen die Offenlegung der Ausprägung einzelner Wissensfacetten sowie des Grades der Wissensvernetzung. Aus diesem Grund eignen sich CoRes potentiell als Evaluationstool für Bemühungen der Kohärenzbildung. Eine kontinuierliche Evaluation im Umgang mit dieser Methode ist jedoch notwendig, um beispielsweise die Wirksamkeit der Wissensvernetzung durch die Methode selbst zu überprüfen beziehungsweise besser zu verstehen.

Da PCK individuell, kontextspezifisch und ideosynkratisch ist (Chan & Hume, 2019), stellen sich auch die von uns erhobenen CoRes divers dar. Jeder Lehrperson konnte dank der CoRes ein persönliches PCK (Wissen und Vernetzung) zugeordnet werden. Weiter konnten CoRes geclustert (Kohorten der Fachdidaktiker\*innen und Studierenden) und verglichen werden. Daraus schließen wir, dass das Potential von CoRes sowohl für Forschende als auch für (angehende) Lehrkräfte in Deutschland an die internationale Befundlage anschlussfähig sein kann und weiter ausgebaut werden sollte. Wertvolle Befunde (wie die positive Wahrnehmung der Methode oder die messbare Performanzsteigerung von Lehrkräften (z. B. Hume, 2010)) aus international vorliegender Forschung motivieren dieses Vorhaben. Nichtsdestotrotz bietet die Verwendung von CoRes aus Forschendenperspektive reichlich Potential zur Theorieerweiterung. Beispielsweise können neben Wissensbewusstsein, Wissensausprägung und Wissensvernetzung Effekte einer *Community of Practice* untersucht werden. So kann beispielsweise geclustertes PCK mehrerer individueller CoRes (als Abbild persönlichen PCKs) mit kollaborativ erstellten CoRes (als Abbild kollektiven PCKs) gegenübergestellt und verglichen werden. Ein konkretes Projekt ist daher die Entwicklung einer stabilen Infrastruktur zur systematischen Erhebung von CoRes. Auf diese Weise können in weiteren Studien Clustering-Methoden erprobt werden, um z. B. Professionstypen auf Basis ihres persönlichen PCK zu identifizieren.

Die Analyse, CoRes als Abbild von Vernetzung zu verwenden, zu invertieren stellt aus unserer Sicht eine konkrete Möglichkeit der Kohärenzbildung dar. Mit der vorgeschlagenen Konzepttabelle (siehe Tabelle 4) zur Kohärenzbildung kann mit einer Orientierung an den Leitfragen aus Tabelle 2 eine kontextspezifische Inputsteuerung systematisiert und Studierenden und Dozierenden transparent kommuniziert werden. Auf Basis der CoRes können Ziele einzelner Lehrveranstaltungen aus verschiedenen Disziplinen aufeinander bezogen entwickelt werden und so eine Möglichkeit bieten, das Kohärenzerleben von Lehramtsstudierenden insbesondere aus fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen heraus zu unterstützen. Ausgehend von unserer Konzepttabelle zur Kohärenzbildung schlagen wir vor, Fachexpert\*innen *Big Ideas* verschiedener Themenfelder formulieren zu lassen und diese als solche in ihren fachwissenschaftlichen Lehrveranstaltungen zu kommunizieren. Dies kann nach unserem Vorschlag eine wesentliche Grundlage zur Kohärenzbildung universitärer Lehrkräftebildung darstellen, sofern in fachdidaktischen Lehrveranstaltungen diese expliziten *Big Ideas* als fachliche Anker für Fragen der Kompetenzförderung in Schule und Unterricht adressiert werden. Ein Ziel weiterer Arbeit kann es sein, zugehörige Vorlagen und Evaluationen auszuarbeiten und auf diese Weise nach Wegen des Feedbacks zur bewussten Wissensvernetzung zu suchen. Die Fachdidaktiken können hierbei die wichtige Aufgabe übernehmen, insbesondere in lehramtsbezogenen Studiengängen hochschuldidaktische Forschung auf die Verzahnung von Lehrveranstaltungen auszurichten und auf diese Weise Kohärenzbildung zu forcieren.

## Literatur

- Barendsen, E. & Henze, I. (2019). Relating Teacher PCK and Teacher Practice Using Classroom Observation. *Research in Science Education*, 49, 1141–1175. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9637-z>
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M. & Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>.
- Berliner, D. C. (2001). Learning about and learning from expert teachers. *International Journal of Education Research*, 35, 463–482. [http://doi.org/10.1016/S0883-0355\(02\)00004-6](http://doi.org/10.1016/S0883-0355(02)00004-6)
- Bertram, A. & Loughran, J. (2012). Science Teachers' Views on CoRes and PaP-eRs as a Framework for Articulating and Developing Pedagogical Content Knowledge. *Research in Science Education*, 42, 1027–1047. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9227-4>
- Brandl, W. (2013). Wissen und Handeln: Diesseits und jenseits des ‚Rubikon‘. *Haushalt in Bildung & Forschung*, 3, S. 3–20. <https://doi.org/10.25656/01:21139>
- Brouwer, N. & Korthagen, F. (2005). Can teacher education make a difference? *American Educational Research Journal*, 42, 153–224. <https://doi.org/10.3102/00028312042001153>
- Carlson, J., Daehler, K.R., Alonzo, A., Barendsen, E., Berry, A., Borowski, A., ... & Wilson, C. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. In A. Hume, R. Cooper & A. Borowski (Eds.) *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2>

- Chalmers, D. (1997). *The Conscious Mind: In Search of a Fundamental Theory*. pp. 225. Oxford University Press.
- Chan, K. K. & Hume, A. (2019). *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Professional Knowledge*. Springer.
- Fenstermacher, G. D. (1994). Chapter 1: The Knower and the Known: The Nature of Knowledge in Research on Teaching. *Review of Research in Education*, 20(1), 3–56.  
<https://doi.org/10.3102/0091732X020001003>
- Hammerness, K. (2006). From coherence in theory to coherence in practice. *Teachers College Record*, 108(7), 1241–1265.
- Hattie, J. (2003). Teachers Make a Difference. What Is the Research Evidence? (pp. 1–17) *Australian Council for Educational Research Annual Conference on Building Teacher Quality*. University of Auckland.
- Hellmann, K. (2019). Kohärenz in der Lehrerbildung – Theoretische Konzeptionalisierung. In K. Hellmann, J. Kreuz, M. G. Schwichow & K. Zaki (Hrsg.), *Kohärenz in der Lehrerbildung: Theorien, Modelle und empirische Befunde* (1. Aufl. S. 9–30) (. Springer.
- Hellmann, K., Ziepprecht, K., Baum, M.; Glowinski, I., Grospietsch, F., Heinz, T., Masanek, N. & Wehner, A. (2021). Kohärenz, Verzahnung und Vernetzung – Ein Angebots-Nutzungs-Modell für die hochschulische Lehrkräftebildung. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*. 14(2). 311–332.  
<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.31237.42725>
- Helmke, A. (2015). *Unterrichtsqualität und Lehrprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts* (7. Aufl.). Seelze-Velber: Klett-Kallmeyer.
- Hermansen, H. (2019). In pursuit of coherence: Aligning program development in teacher education with institutional practices. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 32(1), 1–17.
- Hume, A. (2010). CoRes as tool for promoting pedagogical content knowledge of novice science teachers. *Chemistry Education in New Zealand*, 119, 13–19.
- Hume, A. & Berry, A. (2011). Constructing CoRes—A strategy for building PCK in pre-service science teacher education. *Research in Science Education*, 41(3), 341–355.  
<https://doi.org/10.1007/s11165-010-9168-3>
- Hussain, A., Aleksander, I., Smith, L., Barros, A., Chrisley, R. & Cutsuridis, V. (2009). *Brain Inspired Cognitive Systems 2008*. pp. 298. Springer.
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: Perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169–204. <https://doi.org/10.1080/03057260903142285>
- Korthagen, F. A. & Kessels, J. (1999). Linking theory and practice: changing the pedagogy of teacher education. *Educational Research*, 28(4), 4–17. <https://doi.org/10.3102/0013189X028004004>
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2020). *Bildungsstandards im Fach Physik für die allgemeine Hochschulreife. Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland* (Hrsg.), 2020 KMK.
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Hrsg.). (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Waxmann.
- Lehner, M. (2009). *Allgemeine Didaktik* (1. Aufl.). Haupt.
- Loughran, J., Berry, A. & Mulhall, P. (2006). *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge*. Rotterdam. Sense Publishers.
- Loughran, J., Berry, A. & Mulhall, P. (2012). *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge* (2. Aufl.). Sense Publishers.
- Mandl, H. & Gerstenmaier, J. (Hrsg.). (2000). *Die Kluft zwischen Wissen und Handeln. Empirische und theoretische Lösungsansätze*. Hogrefe.
- Mayer, J., Ziepprecht, K. & Meier, M. (2018). Vernetzung fachlicher, fachdidaktischer und bildungswissenschaftlicher Studienelemente in der Lehrerbildung. In M. Meier, K. Ziepprecht & J. Mayer (Hrsg.). *Lehrerbildung in vernetzten Lernumgebungen* (1. Aufl. S. 9–20). Waxmann.
- Mientus, L., Hume, A., Wulff, P., Meiners, A. & Borowski, A. (2022). Modelling STEM Teachers Pedagogical Content Knowledge in the Framework of the Refined Consensus Model: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, 12(6), 385. <https://doi.org/10.3390/educsci12060385>

- Nilsson, P. & Loughran, J. (2012). Exploring the development of pre-service science elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 23(7), 699–721. <https://doi.org/10.1007/s10972-011-9239-y>
- 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, 261–284. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9049-6>
- Sadler, P.M., Sonnert, G., Coyle, H.P., Cook-Smith, N. & Miller, J.L. (2013). The Influence of Teachers' Knowledge on Student Learning in Middle School Physical Science Classrooms. *American Educational Research Journal*, 50(5), 1020–1049. <https://doi.org/10.3102/0002831213477680>
- Schubarth, W., Speck, K. & Seidel, A. (Hrsg.). (2011). *Nach Bologna: Praktika im Studium – Pflicht oder Kür? Empirische Analysen und Empfehlungen für die Hochschulpraxis*. Universitätsverlag Potsdam.
- Shulman, L. S. (1999). Taking Learning Seriously. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 31:4, 10–17, <https://doi.org/10.1080/00091389909602695>
- Shulman, L. S. (2001) Appreciating good teaching. A conversation with Lee Shulman by Carol Tell. *Education Leadership*. 58, 6–11.

## Autoren

Mientus, Lukas, Dr.

Universität Potsdam, Didaktik der Physik

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Mitarbeit im Kompetenzverbund lernen:digital.

Professionalisierungsprozesse von Lehrkräften der Naturwissenschaften durch Wahrnehmung und Analyse des eigenen Denkens und Handelns

[lukas.mientus@uni-potsdam.de](mailto:lukas.mientus@uni-potsdam.de)

ORCID: 0000-0001-5344-4770

Borowski, Andreas, Prof. Dr.

Universität Potsdam, Didaktik der Physik

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Leitung der AG Didaktik der Physik und Direktor des Zentrums für Lehrerbildung und Bildungsforschung an der Universität Potsdam

Forschungsschwerpunkt ist das Professionswissen von (angehenden) Lehrkräften sowie der Übergang von der Schule zur Hochschule

[andreas.borowski@uni-potsdam.de](mailto:andreas.borowski@uni-potsdam.de)

ORCID: 0000-0002-9502-0420

Das diesem Artikel zugrundeliegende Vorhaben „PSI Potsdam“ wurde im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1816 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.