

Sebastian Goreth (Pädagogische Hochschule Ludwigsburg)

Markus Rehm (Pädagogische Hochschule Heidelberg)

Bernd Geißel (Pädagogische Hochschule Ludwigsburg)

**Richtig Handeln in Entscheidungssituationen des
Technikunterrichts – Instrumentenkonstruktion und
empirische Befunde professioneller
Unterrichtswahrnehmung**

Herausgeber

Bernd Zinn

Ralf Tenberg

Daniel Pittich

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

Online unter: <http://www.journal-of-technical-education.de>

**Sebastian Goreth (Pädagogische Hochschule Ludwigsburg),
Markus Rehm (Pädagogische Hochschule Heidelberg) und
Bernd Geißel (Pädagogische Hochschule Ludwigsburg)**

Richtig Handeln in Entscheidungssituationen des Technikunterrichts - Instrumentenkonstruktion und empirische Befunde professioneller Unterrichtswahrnehmung

Zusammenfassung

Aktuell wird als wesentlicher Aspekt professioneller Lehrerkompetenz in der empirischen Bildungsforschung der Bereich der professionellen Unterrichtswahrnehmung diskutiert. Neben den Facetten *content knowledge* (CK), *general pedagogical knowledge* (PPK) sowie *pedagogical content knowledge* (PCK), werden in derzeitigen Modellen der Prozess des Unterrichts unter Bezugnahme von Vorstellungen zum Lehren und Lernen sowie den Erfahrungen von Lehrpersonen erweitert. Dieser Beitrag skizziert die Entwicklung eines quantitativ angelegten vignettengestützten Testinstruments sowie deren Normwertgewinnung und fokussiert Ergebnisse einer Querschnittstudie (N = 350) von Studierenden unterschiedlicher Expertise. Es kann gezeigt werden, dass ein Instrument für eine ausreichend sensible Differenzierung zwischen verschiedenen Studierendengruppen herangezogen werden kann und dabei einen Anstieg über den Verlauf des Studiums abbildet.

Schlüsselwörter: Professionelle Unterrichtswahrnehmung, Vignettentest, fachdidaktische Lehrkompetenzen, PCK-T

Professional vision in Technology Teaching – Testlet construction and empirical results

Abstract

Recent studies in the research on teacher education discussed professional vision as a vital aspect of the teacher's competence. While models of teacher competence traditionally include *content knowledge* (CK), *general pedagogical knowledge* (PPK) and *pedagogical content knowledge* (PCK), the current competence models are expanded and also include processes of teaching with reference to notions of teaching and learning as well as to the teacher's experiences. The present study investigated the development and validation of a testlet for the quantitative measurement of teacher competencies (PCK in technology teaching) in a survey on 350 university students with diverging expertise on technological teaching competence. The testlet succeeds in differentiating between students of diverging professional vision. Thus, students with a technological study topic scored better than students from other subjects and the professional vision was higher in upper semesters.

Keywords: Professional vision, vignette testlet, competency of teachers' ability, PCK-T

1 Einleitung

Lehrerkompetenzen und deren Entwicklung werden innerhalb der empirischen Bildungsforschung breit diskutiert. Die Diskussionen haben spätestens mit der vertiefenden Metaanalyse von Hattie (2013) die Hochschulen und Bildungsadministrationen verlassen und sind auch in der öffentlichen Diskussion angekommen. Den Lehrerkompetenzen kommt damit eine allgemein wahrgenommene und gestiegene Bedeutung zu und für einige schulische Fächer (Mathematik, Naturwissenschaften; s.u.) hat sich die Befundlage deutlich verbessert. Für die spezifischen Kompetenzen der Lehrkräfte für den technikbezogenen Unterricht sind empirische Untersuchungen jedoch kaum vorzufinden.

Problematisch für technikbezogenen Unterricht ist neben der fehlenden empirischen Evidenz zu Lehrerkompetenzen auch die bundesweit sowie auch international unterschiedlich konzeptualisierte Fachkultur, die zwischen einem eigenständigen Fach Technik und einer Fachintegration, z.B. mit den Naturwissenschaften, schwankt. Dabei wird scharf debattiert, welche Fachzusammenlegungen als sinnvoll gelten können. Im Gegensatz zu anderen Schulfächern ist die Zusammensetzung des Faches Technik in der Bundesrepublik keineswegs einheitlich (vgl. acatech 2011; Hartmann, Kussmann & Scherweit 2008). Während sowohl Befürworter einer integrierten Form, z.B. im Rahmen eines MINT-Unterrichts (vgl. Börlin, Beerenwinkel & Labudde 2014) wie auch Gegner des Konstruktes (vgl. Rajh 2015; Sachs 2015) vorzunehmende Fachgewichtungen diskutieren, bleibt parallel die Frage nach einer effektiven Studiengestaltung der Lehranwärter ebenfalls ungeklärt (vgl. Rehm et al. im Druck). Während in Ländern wie der Schweiz oder etwa in Norwegen, England und den USA integrierte Studienformen für Lehrkräfte naturwissenschaftlichen Unterrichts vorzufinden sind (bzw. *General Science*; vgl. Brovelli et al. 2011; Rehm et al. 2008), sind diese in Deutschland eher vereinzelt vorzufinden und es wird nach wie vor eine disziplinäre Fachausbildung im Studium präferiert. Über die Effekte der differenten Studiengestaltung auf die entwickelten Lehrerkompetenzen ist wenig bekannt und so dominieren augenblicklich normative Argumente. Es fehlen die empirischen Evidenzen über die Wirksamkeit der unterschiedlichen Ausbildungsstrukturen.

Die innerhalb des Forschungsprojektes „Effektive Kompetenzdiagnose in der Lehrerbildung“ (*EKoL*) zu verortenden Studie zielt auf einen schmalen Ausschnitt dieser Forschungslücke und vergleicht fachdidaktische Kompetenzausprägungen verschiedener Studienfachkombinationen im Lehramtsstudium. Der vorliegende Beitrag befasst sich in einem vorgelagerten Schritt zunächst mit der Erfassung professioneller Unterrichtswahrnehmung (vgl. Seidel & Stürmer 2014) mittels eines neu entwickelten Vignettentests. Die Testentwicklung wird knapp skizziert (vgl. Goreth, Geißel & Rehm 2015; Goreth et al. 2016; Goreth 2015) und es wird anschließend eine Querschnittsstudie von Studierenden vorgestellt. Diese dient u.a. der weiteren Testvalidierung und soll darüber hinaus ein Fragment zum Aufschluss des Stands fachdidaktischer Lehrerkompetenzen in Abhängigkeit der Studienfachwahlmöglichkeiten leisten.

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Lehrerprofessionalität

Seit den 80er Jahren beschäftigt sich die Unterrichtsforschung vermehrt mit der Lehrerexpertise, die auf den Ansätzen der kognitionspsychologischen Expertiseforschung aber auch dem Prozess-Produkt-Paradigma beruht (vgl. Bromme & Haag 2008). In früheren überwiegend normativ gesetzten Konzeptionen professionellen Wissens und Könnens werden verschiedene Wissensbereiche aufgestellt (vgl. Bromme 1992; Bromme & Haag 2008). Auch Shulman (1986, 1987) postuliert eine anschließend häufig aufgegriffene Topologie professioneller Fähigkeiten von Lehrpersonen. Dabei kommt den Aspekten: fachliche Fähigkeiten (*content knowledge: CK*), allgemeinpädagogische Fähigkeiten (*general pedagogical knowledge: PPK*) sowie fachdidaktische Fähigkeiten (*pedagogical content knowledge: PCK*) in Modellen von Baumert und Kunter (2013) sowie Voss et al. (2015) eine übergeordnete Bedeutung zu und wird von vielen fachdidaktischen Forschergruppen immer wieder in deren Operationalisierungen aufgegriffen (vgl. Brovelli et al. 2013; Kanert & Resch 2014; Kleickmann et al. 2014; Lindmeier 2011; Rehm & Bölsterli 2014; Tepner et al. 2012).

Fachwissen kann als notwendige Bedingung für das unterrichtliche Vermitteln beschrieben werden. Im Forschungsprojekt *COACTIV* wurden hierfür unterschiedliche Wissens Ebenen hierarchisch benannt (vgl. Baumert & Kunter 2011). Für den Fachbereich Physik schreiben Riese & Reinhold vor allem dem vernetzten vertieften Schulwissen eine hohe Bedeutung zu (vgl. ebd. 2010a, 2010b). Darüber hinaus erscheint es wichtig für wertvolle effektive Instruktionsstrategien und führt bei Nichtvorhandensein zu einer direkteren Unterrichtssteuerung (vgl. Neuweg 2010). Insgesamt gibt es allerdings wenig einheitliche Studien, die einen Zusammenhang zwischen dem Fachwissen von Lehrkräften und dem Leistungs-Outcome bei Schüler(innen) belegen (vgl. Hattie 2013).

In Abgrenzung zum Fachwissen einer Lehrkraft ist das pädagogische Wissen fachunabhängig (vgl. Brunner et al. 2006) und vereint Bereiche wie u.a. Unterrichtsmethoden, Bewertung von Schülerleistung, effiziente Klassenführung aber auch Heterogenität im Schulalltag (vgl. Voss et al. 2014). Innerhalb des Forschungsprojektes *LEK* konnten die in *TEDS-M* und *SPEE* entwickelten Instrumente gemeinsam eingesetzt werden und somit die theoretischen plausiblen Annahmen einer Modellprüfung unterzogen werden, wobei sich große Überschneidungen verzeichnen ließen (vgl. Seifert & König 2012; König 2012; Seifert & Schaper 2012).

Fachdidaktisches Wissen setzt sich hingegen, wie die erste Silbe bereits vermuten lässt, aus Fachwissen wie auch aus pädagogischem Wissen zusammen und wird von Shulman als „that special amalgam of content and pedagogy that is uniquely the province of teachers, their own special form of professional understanding.“ (Shulman 1987, S. 8) beschrieben. Als Kernfacetten gelten meist zum einen fachspezifische Vermittlungsstrategien und zum anderen Wissen über Schülervorstellungen und –fehler, die von vielen Forschergruppen in deren Projekten zur Operationalisierung des Konstrukts herangezogen werden (vgl. Tepner et al. 2012; Blömeke et al. 2008; Depaepe, Verschaffel & Kelchtermans 2013; van Driel, Verloop & de Vos 1998; Lee & Luft 2008; Park & Oliver 2008; Riese & Reinhold 2012). Während im

Projekt *COACTIV* ein großer Zusammenhang zwischen dem Fach- sowie dem fachdidaktischen Wissen nachgewiesen werden kann (vgl. Krauss et al. 2011), was für die Annahme des transformativen Modells sprechen würde (vgl. Gess-Newsome 1999), sind die generierten Befunde vor allem für andere Domänen neben der Mathematik jedoch noch nicht ausreichend belastbar (vgl. Oser & Blömeke 2012).

Für den Fachbereich Technik bestehen dementsprechend Desiderata empirischer Forschung zum fachdidaktischen Wissen und Können für Lehrende in der Sek. 1.

2.2 Professionelle Unterrichtswahrnehmung und technikdidaktische Fähigkeiten (PCK-T)

Die Umsetzung von Professionswissen in konkrete Handlungssituationen bleibt jedoch weiterhin unklar. Zwar wird Wissen hierfür als Grundlage erachtet, allerdings ist nicht immer eine direkte Wirkung erkennbar (vgl. Bromme 1997). In Unterrichtssituationen sind Lehrpersonen einer andauernden Handlungs- und Wahrnehmungsentscheidung ausgesetzt (vgl. Schwindt 2008). Dabei können Expert(inn)en, gerade im Vergleich zu Novizen, auf eine größere Anzahl von Schemata zurückgreifen und besitzen einen möglichen Vorteil (vgl. Schwindt 2008; Piaget 2003). „Anfängerinnen und Anfänger, die aufgrund ihrer geringeren Erfahrungen über weniger differenzierende Strukturen verfügen, sind jedoch dazu gezwungen, die kognitiven Ressourcen für die Wahrnehmung von formalen Informationen zu nutzen, und können möglicherweise inhaltliche Informationen weniger gut wahrnehmen.“ (Schwindt 2008, S. 36) Professionelle Unterrichtswahrnehmung kann als Vermittlerrolle zwischen Wissen und Handeln erachtet werden und „beschreibt die Art und Weise, wie Lehrpersonen Ereignisse und Situationen professionstypisch beobachten und interpretieren.“ (Seidel, Blomberg & Stürmer 2010, S. 296). Im deutschsprachigen Raum wie auch international bestehen hierzu verschiedene Konzeptualisierungen unterschiedlicher Forschergruppen (vgl. Oser, Heinzer & Salzmann 2010; Friesen, Kuntze & Vogel 2015; Kersting et al. 2012; Plöger & Scholl 2014; Roth et al. 2011; Santagata, Zannoni & Stigler 2007; Sherin & van Es 2009). Übergreifend lässt sich häufig das *selective attention* (theoriegeleitetes Erkennen lernrelevanter Unterrichtssituationen) sowie das *knowledge-based reasoning* (theoriegeleitetes Interpretieren bzw. wissensgesteuerte Verarbeitung) wiederfinden, was einen erheblichen Anteil daran auszumachen scheint (vgl. Meschede 2014).

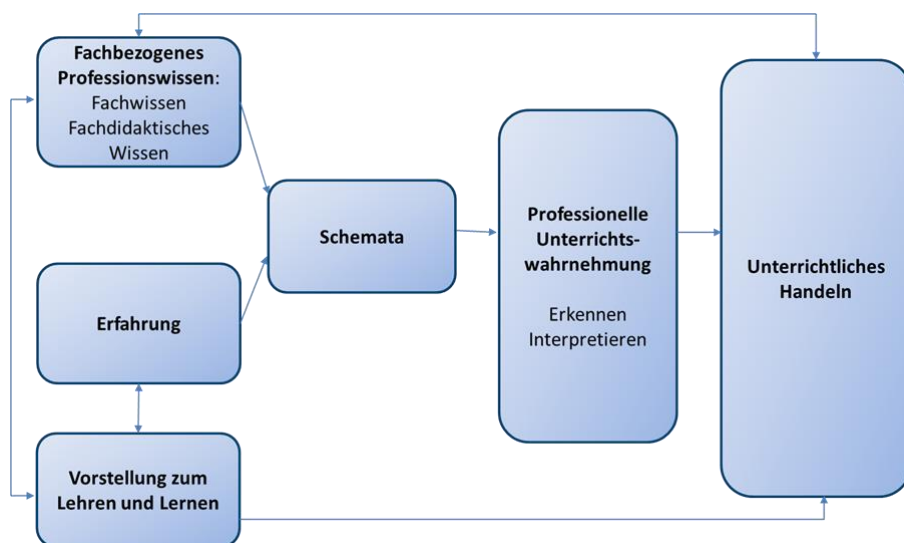


Abbildung 1: Modell der professionellen Unterrichtswahrnehmung (Meschede 2014, S. 24)

In neuen Modellen (s. Abb. 1) wird daher der Prozess des Unterrichtens von Lehrpersonen unter Bezugnahme von Erfahrungen und Vorstellungen zum Lehren und Lernen erweitert (vgl. Meschede et al. 2015; Steffensky et al. 2015; Stürmer & Seidel 2015; Meschede 2014). Demnach werden die für die professionelle Unterrichtswahrnehmung als notwendig erachteten Schemata neben fachspezifischen Wissenskomponenten auch aus Erfahrungen sowie Vorstellungen zum Lehren und Lernen gespeist.

In aktuellen Studien zu den professionellen Fähigkeiten von Lehrkräften wird von folgender Wirkkette ausgegangen: Die Qualität der Lehrerbildung und die dort erworbenen professionellen Fähigkeiten haben einen Einfluss auf die prozeduralen Routinen von Lehrpersonen und die wiederum haben einen Einfluss auf die Qualität des Unterrichtshandelns (Lipowsky et al. 2009; Voss, Kunter & Baumert 2011; Wagner et al. 2016). Befunde anderer Studien zeigen einen Zusammenhang zwischen der professionellen Unterrichtswahrnehmung und den tatsächlichen professionellen Fähigkeiten von Lehrkräften. Diese Befunde weisen darauf hin, dass die professionelle Unterrichtswahrnehmung prädiktiv für die Leistung ihrer Schüler(innen) ist (Kersting et al. 2012; Roth et al. 2011), sodass die Fähigkeit zur professionellen Unterrichtswahrnehmung als Maß für die professionellen Fähigkeiten von Lehrkräften herangezogen werden kann (vgl. Meschede et al. 2015; Seidel & Stürmer 2014; Stürmer & Seidel 2015). In der vorliegenden Studie wird die professionelle Unterrichtswahrnehmung als Maß für die technikedidaktischen Fähigkeiten (PCK-T) herangezogen. Wir gehen davon aus, dass die professionelle Unterrichtswahrnehmung von Unterrichtssituationen in einem Vignettest prädiktiv für die PCK-T von Lehrkräften auch im Bereich des Technikunterrichts ist (vgl. Meschede et al. 2015; Steffensky et al. 2015).

2.3 Fachdidaktische Expertise im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht

Empirische Studien mit dem Einbezug von Technik als Unterrichtsfach liegen nur sehr wenige vor. Für den Primarbereich untersuchten die Forschergruppe Rohaan, Taconis und

Jochems Lehrkompetenzen und konzeptualisieren fachdidaktische technische Kompetenzen als:

“(1) knowledge of pupils’ concept of technology and knowledge of their pre- and misconceptions related to technology

(2) knowledge of the nature and purpose of technology education, and

(3) knowledge of pedagogical approaches and teaching strategies for technology education.” (Rohaan, Taconis & Jochems 2012, S. 273).

Diese können als Anknüpfungspunkt für die Modifizierung eines theoretisch-basierenden Kompetenzstrukturmodells, das Teilfacetten fachdidaktischer Lehrerkompetenzen für die Sekundarstufe abbildet, genutzt werden (vgl. Goreth, Geißel & Rehm 2015). Hierunter fallen zwei zentrale Aspekte, wie zum einen die *Unterrichtsstrukturierung* und zum anderen die *Werkzeug- und Maschinenhandhabung*. Der erstgenannte Aspekt beinhaltet u.a. den in der Technikdidaktik vieldiskutierten *Umgang mit Methoden im Technikunterricht*. Aus einer empirisch-deskriptiv angelegten Untersuchung ist bekannt, dass in den Schulen überwiegend monomethodisch dominierend Konstruktions- und Fertigungsaufgaben eingesetzt werden (vgl. Bleher 2001). Ansonsten werden in der technikdidaktischen Literatur primär normativ gesetzte Phasenverläufe der einzelnen Methodenformen diskutiert (vgl. Hüttner 2009; Pahl 2013; Theuerkauf 2013). Darüber hinaus sind für den Bereich des allgemeinbildenden Technikunterrichts nur vereinzelt empirische Befunde zugänglich (vgl. z.B. Walker 2013). Als weiteren Teilbereich der Unterrichtsstrukturierung sind *gedankliche Konstrukte* zu nennen. Neben den aus der benachbarten Disziplin der Physikdidaktik bekannten Schülervorstellungen (bzw. Alltagsvorstellungen; vgl. Duit 2008; Duit 1986; Duit 2005a/b; Koller, Waltner & Wiesner 2008; Wiesner 2008) spielt darüber hinaus der Einsatz von Modellen eine wichtige Rolle im Technikunterricht. Diese können als Hilfskonstruktionen im Sinne einer Unterstützung für den Unterricht verstanden werden (vgl. Kircher 2015) und werden im Mediensystem des Technikunterrichts kategorisiert (vgl. Schmayl 1994). Der zweite zentrale Aspekt der *Werkzeug- und Maschinenhandhabung* beinhaltet die *Korrektur von Fehlhaltungen* wie auch den *Umgang mit Sicherheitsbestimmungen*. Die für den Technikunterricht als ein vorrangiges Ziel erachtete sachgerechte Handhabung von Werkzeugen und Maschinen (vgl. Bleher 2001) kann über die Motorik im Technikunterricht kognitiv abgeleitet werden (vgl. Tenberg 2011). Darüber hinaus dienen Unterweisungshilfen und Schulbucherklärungen (vgl. BG Holz und Metall 2016; Babendererde et al. 2010) sowie die Unfallverhütungsvorschriften der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung und die Richtlinien der Unfallkassen der Länder sowie die Handreichung der Kultusministerkonferenz (vgl. DGUV 2002; KMK 2016; Ministerium für Kultus, Jugend & Sport BW 2010; Schlüter 2002; Unfallkasse Nordrhein-Westfalen 2008; Unfallkasse Schleswig-Holstein 2004).

2.4 Stand der Forschung: Kompetenzforschung von Lehrkräften im Fächerbereich MINT

Bereits nach der Jahrtausendwende wurde in offenen Erhebungssettings versucht für den Bereich der Mathematikdidaktik Wahrnehmungsfähigkeitsaspekte qualitativ zu erfassen (vgl. Sherin & van Es 2002; Sherin & van Es 2009). Daran anknüpfend arbeitete Kersting (2008) mit offenen Antwortformaten und einem Stimuli, welche ebenfalls über Kodierungen ausgewertet werden. Hierbei konnte eine Korrelation zwischen der Schülerleistung und einer Fähigkeitsfacette identifiziert werden (vgl. Kersting 2008; Kersting et al. 2009; Kersting et al. 2012).

Wie Lindmeier (2011) arbeitet auch Santagata, Zannoni & Stigler (2007) mit fallbasierten Erhebungstools, die videobasiert umgesetzt wurden. Auffälligkeiten in unbearbeiteten Originalvideos sollen von den Proband(inn)en bemerkt (noticing) und notiert werden (vgl. Lindmeier 2011; Lindmeier, Heinze & Reiss 2012; Santagata, Zannoni & Stigler 2007). Nicht nur wegen der umfangreichen Stichprobe (s. Tab. 2) sondern auch wegen des multimethodischen Forschungszugangs zeigte das Forschungsprojekt *COACTIV* neue Wege auf. Es wurde in Ergänzung zu den *PISA*-Befragungen neben Schüler(innen) und Lehrer(innen) auch Lehramtsanwärter(innen) und Diplommathematiker(innen) sowie Dokumentenunterlagen mit einbezogen (vgl. Löwen et al. 2011). Während das Forscherteam im Ergebnis einen hohen Zusammenhang zwischen dem Fachwissen und dem fachdidaktischen Wissen bei Lehrpersonen nachweisen konnte (Krauss et al. 2011), wurde in einem Modell mit guten Fit-Indizes dargelegt, das dem fachdidaktischen Professionswissen eine zentrale Bedeutung für den Leistungsfortschritt der Schüler(innen) zukommt (vgl. Baumert & Kunter 2011; Kunter & Voss 2011).

| Kurzbezeichnung | Literatur | Domäne | Stichprobengröße | Konstrukt | Videos |
|-----------------------------|---|---|---|---|--------|
| <i>COACTIV</i> | LÖWEN ET AL. 2011; KUNTER & VOSS 2011; KRAUSS ET AL. 2011; BAUMERT & KUNTER 2011 | Mathematik | N=351 N _{Diplommath} =137 N _{Studierende} =90 N _{Schüler(innen)1} =7773 N _{Schüler(innen)2} =4517 N _{Schüler(innen)3} =4353 | Fachwissen Fachdidaktisches Wissen Potential zur kognitiven Unterstützung Effektive Klassenführung Konstruktive Unterstützung | nein |
| <i>CVA</i> ¹ | KERSTING 2008 | Mathematik | N=62 | Teachers' knowledge of Teaching Mathematics | ja |
| <i>CVA</i> ¹ | KERSTING ET AL. 2009; KERSTING ET AL. 2012 | Mathematik | N=237 N _{Schüler(innen)1} =317 N _{Schüler(innen)2} =591 | Teachers' usable knowledge | ja |
| <i>EDP</i> | HYNES 2012 | Technik | N=6 | Pedagogical content knowledge Subject matter knowledge | ja |
| <i>KiL/</i> <i>KeiLa</i> | KLEICKMANN ET AL. 2014 | Mathematik, Biologie, Chemie, Physik | N=1240 N _{Mathematik} =269 N _{Biologie} =368 N _{Chemie} =220 N _{Physik} =166 | Pedagogical content knowledge Content knowledge Pedagogical knowledge | nein |

¹ Classroom Video Analysis Assessment

| | | | | | |
|-----------------------------|---|---------------------------------------|--|--|------|
| <i>LLfT</i> | BARNHART & VAN ES 2015 | Naturwissenschaften | N=24 | <i>Notice and analyze teaching</i> | ja |
| <i>LUV</i> | SEIDEL & PRENZEL 2008 | Physik | N=135 | <i>Analysekompetenz</i> | ja |
| <i>NUK</i> | BROVELLI ET AL. 2013; BROVELLI ET AL. 2014; REHM & BÖLSTERLI 2014 | Naturwissenschaften | N ₁ =192 N ₂ =386 | <i>Pedagogical content knowledge</i> <i>Content knowledge</i> <i>Pedagogical knowledge</i> | nein |
| <i>Observer</i> | SEIDEL & STÜRMER 2014; SEIDEL, BLOMBERG & STÜRMER 2010 | Mathematik (sowie Physik und weitere) | N ₁ =119 N ₂ =152 N ₃ =20 N ₄ =40 | <i>Professionelle Unterrichtswahrnehmung</i> | ja |
| <i>P-12/EfF</i> | YOON, DIEFES-DUX & STROBEL 2013; SUN & STROBEL 2014 | Technik | N _{P-12} =32 N _{EfF} =73 | <i>Pedagogical content knowledge</i> <i>Engineering design process knowledge</i> | nein |
| <i>ProwiN/ ProwiN-Video</i> | TEPNER ET AL. 2012; TEPNER & DOLLY 2014; TRÖGER, SUMFLETH & TEPNER 2016; WERNER ET AL. 2013; WERNER ET AL. 2013 | Naturwissenschaften | N ₁ =62 N ₂ =28 N ₃ =764 | <i>Pedagogical content knowledge</i> <i>Content knowledge</i> <i>Pedagogical knowledge</i> | ja |
| <i>STeLLA</i> | ROTH ET AL 2011 | Naturwissenschaften | N=48 N _{Schüler(innen)} =1490 | <i>Ability to analyze teaching</i> | Ja |
| <i>TTT²</i> | ROHAAN, TACONIS & JOCHEMS 2012; ROHAAN 2009; ROHAAN, TACONIS & JOCHEMS 2009; ROHAAN, TACONIS & JOCHEMS 2011 | Technik | N ₁ =34 N ₂ =101 N ₃ =354 | <i>Teacher knowledge for technology education (Pedagogical content knowledge)</i> | nein |
| <i>VAST³</i> | VAN ES & SHERIN 2002 | Mathematik | N=12 | <i>Ability to notice</i> | Ja |
| <i>Video clubs</i> | SHERIN & VAN ES 2009 | Mathematik | N ₁ =4 N ₂ =7 | <i>Professional vision</i> | ja |
| <i>Videotest</i> | BISCHOFF, BRÜHWILER & BAER 2005; BRÜHWILER 2014; BECK ET AL. 2008 | Physik | N=50 N _{Schüler(innen)} =976 | <i>Adaptive Lehrkompetenz</i> | ja |
| - | LINDMEIER 2011; LINDMEIER, HEINZE & REISS 2012 | Mathematik | N=28 N _{Studierende} =22 | <i>Basiskompetenz</i> <i>Aktionsbezogene Kompetenz</i> | ja |
| - | SANTAGATA, ZANNONI & STIGLER 2007; SANTAGATA & GUARINO 2011 | Mathematik | N ₁ =38 N ₂ =64 ⁴ N ₃ =27 | <i>Ability to analyze lessons</i> | ja |
| - | SCHMELZING ET AL. 2010; SCHMELZING ET AL. 2013 | Biologie | N=93 | <i>Pedagogical content knowledge</i> <i>Fachdidaktisch-reflexive Fertigkeiten</i> | ja |
| - | INALTUN & ATEŞ 2015 | Physik | N=127 | <i>Conceptual Knowledge</i> | nein |

² *Teaching of Technology Test*³ *Video Analysis Support Tool*⁴ Stichprobenszusammensetzung der Autoren unklar beschrieben.

| | | | | | |
|---|-------------------------------------|---------|------|--|------|
| - | VAN DRIEL, VERLOOP & DE VOS 1998 | Chemie | N=12 | <i>Pedagogical Content knowledge</i> | nein |
| - | RAUSCHER 2011 | Technik | N=43 | <i>Technological knowledge</i> | nein |

Tabelle 1: Überblick über ausgewählte Forschungsarbeiten (Kategorisierung in Anlehnung an Meschede (2014, S. 15f.) im Fächerbereich MINT

Für den Bereich der Naturwissenschaften werden fachdidaktische Fähigkeiten sowohl innerhalb der Chemie (vgl. z.B. van Driel, Verloop & De Vos 1998; Tepner et al. 2012; Trögner, Sumfleth & Tepner 2016), der Biologie (vgl. z.B. Schmelzing et al. 2010) als auch der Physik (vgl. z.B. Bischoff, Brühwiler & Baer 2005) untersucht. Seidel & Prenzel (2008) setzten zur Datenerfassung bereits früh Unterrichtsvideos ein (vgl. ebd.) und konnten wie andere Forscherteams einen signifikanten Zuwachs innerhalb des fachdidaktischen Wissens zwischen Lehramtsstudierenden und erfahrenen Lehrkräften (bzw. Schulinspektoren) identifizieren (vgl. Schmelzing et al. 2010; Schmelzing et al. 2013; Seidel & Prenzel 2008). Innerhalb des Projektes *NUK* nutzten Brovelli et al. ebenfalls Textvignetten, um professionsbezogene Kompetenzen angehender Naturwissenschaftslehrkräfte zu erfassen. Die Forscher entwickelten spezielle Kodierungen für die Datenauswertung und konnten einen positiven Anstieg von *PCK* zwischen dem ersten und achten Fachsemester querschnittlich abbilden ($Z = -4,996$; $p < 0,001$; $r = 0,56$; vgl. Brovelli et al. 2014; Brovelli et al. 2013; Rehm & Bölsterli 2014).

Rauscher (2011) wählte einen anderen Ansatz und untersuchte genutzte Wissensstrukturen im technischen Bereich. Er legt dabei den Schluss einer möglichen Übertragung zwischen Ingenieurwissen und technischer Bildung nahe (vgl. ebd.). Während innerhalb eines einwöchigen Trainingsprogramms *Wissen über Technikunterricht* sowie *Wissen über Vermittlungsstrategien* positiv ansteigen, zeigen die Autoren, dass keine Veränderung innerhalb den *stereotypischen Einstellungen* sowie der *Erachtung der Wichtigkeit* festzustellen ist (vgl. Yoon, Diefes-Dux & Strobel 2013; Sun & Strobel 2014). Neben einer Studie zur Analyse von fachlichen und fachdidaktischen Fähigkeiten, die über Kodierungen an einer kleinen Stichprobe ermittelt werden (vgl. Hynes 2012), entwickelten Rohaan, Taconis und Jochems (2009) in der schon weiter oben angesprochenen Studie einen Test zur Erfassung von Lehrkompetenzen im Primarbereich. In einer aufwändigen Testentwicklung wurden Unterrichtssituationen generiert, die mittels jeweils vier geschlossener Items (*PCK hoch*; *PCK niedrig*; *PK*; *CK*) den Probanden zur Bearbeitung präsentiert werden. Im Gegensatz zu den von der Forschergruppe *COACTIV* berichteten Ergebnissen identifizierten sie lediglich niedrige Korrelationen zwischen dem Fachwissen und *PCK*. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass das dreidimensionale Modell von *PCK* (1. *Wissen über Schülervorstellungen*; 2. *Wissen über den Zweck technischer Bildung*; 3. *Wissen über Vermittlungsstrategien im Technikunterricht*) die besten FIT-Indizes erreichte und damit die theoretisch angenommene Struktur standhält (vgl. Rohaan 2009; Rohaan, Taconis & Jochems 2009; Rohaan, Taconis & Jochems 2012).

3 Forschungsdesign

3.1 Testinstrumentenentwicklung

Nach der Generierung eines theoretischen Kompetenzstrukturmodells erfolgte die Entwicklung von darauf bezogenen, zunächst rein textbasierten Unterrichtsvignetten. Diese wurden nach einer inhaltlichen Validierung durch Experten auch in einer ersten Testbearbeitung an Studierenden im Lehramtsstudiengang des Faches Technik pilotiert (vgl. Goreth, Geißel & Rehm 2015).

Der weitere Validierungsprozess erstreckte sich über einen dreistufigen Expertenbefragungsschritt. Vorab wurden alle 30 entwickelten Unterrichtsvignetten auf Inhaltsvalidität mit N = 8 Fachleiter(inne)n an Staatlichen Seminaren für Didaktik und Lehrerbildung⁵ auf deren *fachdidaktische Relevanz* sowie deren *Alltagsnähe* innerhalb der Unterrichtssituationen in Einzelinterviews geprüft (vgl. Goreth 2015). In einem weiteren Schritt wurde das Testinstrument mit der Software *soscisurvey.de* als online-Fragebogen umgesetzt und Expert(inn)en aus den Bereichen Hochschule, Staatliches Seminar⁵ sowie Schule zur Bewertung vorgelegt. Auf Basis dieser ersten quantitativen Befragung (N = 79 Personen) wurde das Testinstrument dann modifiziert (vgl. Goreth et al. 2016). Es stellte sich heraus, dass sich gerade innerhalb des Teilaspekts von PCK-T: *Werkzeug- und Maschinenhandhabung* das Videoformat als das geeignetere herausstellt. Unter Mithilfe von Schulklassen wurden daraufhin textualisierte Unterrichtsvignetten in das Videoformat überführt. Das folgende Schaubild zeigt die innerhalb des Projektes durchgeführten⁶ Arbeitsschritte (s. Abb. 2).

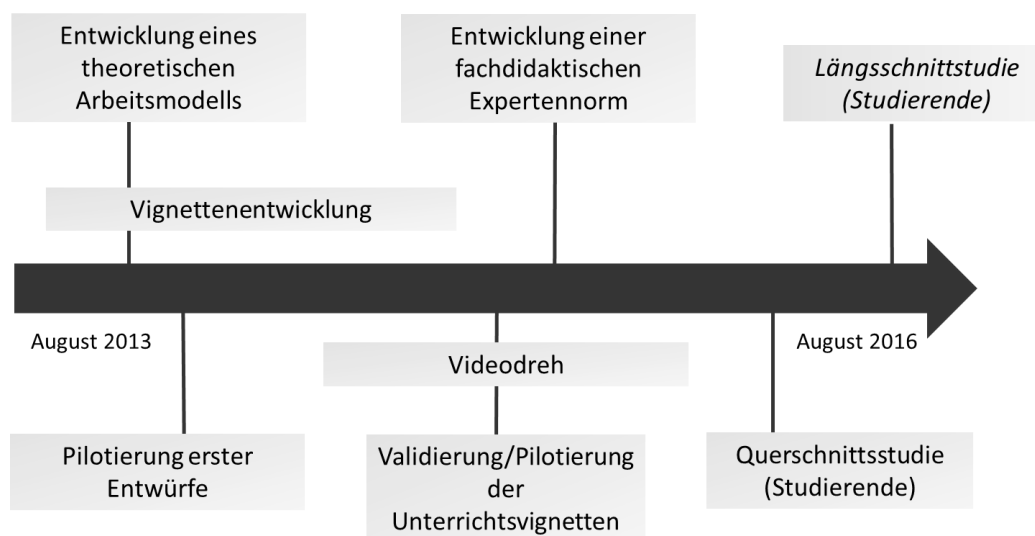


Abbildung 2: Forschungsdesign im Projekt *Erfassung und Modellierung fachdidaktischer Lehrkompetenzen im naturwissenschafts- und technikbezogenen Unterricht*

⁵ In Bundesländern außerhalb BW auch oftmals als Studienseminar benannt.

⁶ Die *Längsschnittstudie (Studierende)* beginnt voraussichtlich ab WiSe 16/17.

Neben der erneuten Pilotierung mit Studierenden ($N = 36$), deren Erkenntnisse u.a. zur weiteren Überarbeitung des Testinstrumentes herangezogen wurde, erfolgte die Generierung der technikedidaktischen Expertennorm am endgültigen Testinstrument bestehend aus 15 Unterrichtsvignetten (11 textbasiert, 4 videobasiert; vgl. Goreth et al. 2016).

Dieser Referenzwert dient der vergleichenden Betrachtung mit Studierendenantworten. Im Verlauf des SoSe 2015 sowie des WiSe 2015/16 erfolgte die Befragung von $N = 350$ Studierenden. Das Stichprobensample umfasste Lehramtsstudierende in einem Umkreis von 100 Kilometer um die Heimathochschule (Päd. Hochschule Ludwigsburg); ergänzend an den Standorten Heidelberg, Schwäbisch Gmünd sowie Karlsruhe. Hinzu kommen Studierende ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge aus dem Karlsruher Institut für Technologie sowie der Universität Stuttgart (s. Tab. 2).

| Standort | Hochschule | Lehramtsstudierende (Technik) | Lehramtsstudierende (kein Technik) | Ingenieurstudierende |
|------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| Ludwigsburg | Pädagogische Hochschule | x | x | |
| Heidelberg | Pädagogische Hochschule | x | x | |
| Schwäbisch Gmünd | Pädagogische Hochschule | x | | |
| Karlsruhe ⁷ | Pädagogische Hochschule | x | | |
| Karlsruhe | Institut für Technologie | | | x |
| Stuttgart | Universität | | | x |

Tabelle 2: Übersicht über die Stichprobenstandorte sowie deren unterschiedlichen Studierendengruppen

Die generierten Daten wurden in einem Querschnitt modelliert, um daraufhin weitere Validierungsschritte vorzunehmen. Im Folgenden werden die zugrundeliegenden Forschungsfragen dargelegt und ferner die Hauptstichprobe diskutiert.

3.2 Forschungsfragen

Das vorliegende Forschungsprojekt „Erfassung und Modellierung fachdidaktischer Lehrkompetenzen naturwissenschafts- und technikbezogenen Unterrichts“ untersucht Effekte verschiedener Studienfachkombinationen. Zur Prüfung dieses Sachverhaltes wurde ein Testinstrument entwickelt, da für den Bereich des allgemeinbildenden Technikunterrichts aktuell keine Instrumente vorliegen. Hierzu soll im vorliegenden Beitrag analysiert werden, ob sich das entwickelte vignettengestützte Testinstrument eignet, um fachbezogene Aspekte professioneller Unterrichtswahrnehmung mit einem Fokus auf fachdidaktische Kompetenzen für den Technikunterricht (*PCK-T*) valide zu erfassen (vgl. Brovelli et al. 2013).

Es kann davon ausgegangen werden, dass Studierende des Lehramtes aufgrund der absolvierten fachdidaktischen Seminare einen Vorteil in der Beantwortung des Testinstrumentes im Vergleich zu fachwissenschaftlich orientierten Studierenden (Ingenieurwesen) mitbringen. Zur Prüfung formulieren wir daher folgende Hypothese:

⁷ Stichprobe im Rahmen der Testpilotierung.

H1a: Studierende des Lehramtes mit Fach Technik besitzen höhere fachdidaktische Kompetenzen (PCK-T) als Ingenieursstudierende.

Darüber hinaus kann als weitere Kontrollgruppe Studierende des Lehramtes ohne das Fach Technik herangezogen werden (vgl. Rehm & Bölsterli 2014), da diese aufgrund ihres identischen Ausbildungsrahmens eine vergleichbare Gruppe darstellen. Allerdings belegen diese wie die Studierenden der Ingenieurwissenschaften keine fachdidaktischen Seminare, die für die Beantwortung des Fragebogens von großem Belang erscheinen. Daher formulieren wir in Anlehnung an die oben benannte Hypothese für *H1b*:

H1b: Studierende des Lehramtes mit dem Fach Technik besitzen höhere fachdidaktische Kompetenzen (PCK-T) als Lehramtsstudierende ohne das Fach Technik.

Auf Grundlage der innerhalb des Studiums erworbenen Inhalte, sollten fortgeschrittene Studierende einen Vorteil gegenüber Studienanfänger(inne)n haben. Bereits für das fachdidaktische Wissen innerhalb des physikalischen Bereichs konnte ein deutlicher Anstieg nachgewiesen werden (vgl. Riese & Reinhold 2012) sowie für den Bereich der naturwissenschaftsdidaktischen Kompetenzen über den Verlauf des Studiums (vgl. Brovelli et al. 2014). Für das eigene Vorhaben formulieren wir daher:

H2: Studierende des Lehramtes mit dem Fach Technik besitzen höhere fachdidaktische Kompetenzen (PCK-T) im Hauptstudium bzw. in der Examensvorbereitung als Studierende im Grundstudium.

Da das Testinstrument u.a. klären soll, welche Studienfachkombinationen sich positiv auf den Erwerb der technikdidaktischen professionellen Unterrichtswahrnehmung auswirken, soll getestet werden, ob das entwickelte Instrument hierzu eine genügende Sensitivität aufweist. Es soll daher untersucht werden, ob sich Studierende aufgrund der benachbarten Fachinhalte aus dem Bereich Physik positiv auf den Erwerb von *PCK-T* auswirkt. Zur Prüfung dieser Annahme formulieren wir folgende Hypothese:

H3: Studierende des Lehramtes mit der Fächerkombination Technik und Physik besitzen höhere fachdidaktische Kompetenzen (PCK-T) als Lehramtsstudierende mit einer nicht naturwissenschaftlichen Studienfachkombination.

4 Ergebnisse

4.1 Stichprobe und Testbefragungssetting

Zur Prüfung der oben formulierten Hypothesen werden die Daten in einer querschnittlich angelegten Untersuchung erhoben. Die insgesamt $N = 350$ befragten Studierenden verteilen sich zu 18% (= 62 Personen) auf das *Lehramt mit Hauptfach Technik*, 45% (= 153 Personen) auf das *Lehramt mit weiterem Fach Technik*⁸ sowie 20% (= 69 Personen) auf das *Lehramt ohne das Fach Technik*. Darüber hinaus sind 17% (= 57) *Ingenieursstudierende*, die kein Lehramtsstudium absolvieren (s. Abb. 3).

⁸ Nebenfach bzw. affines Fach

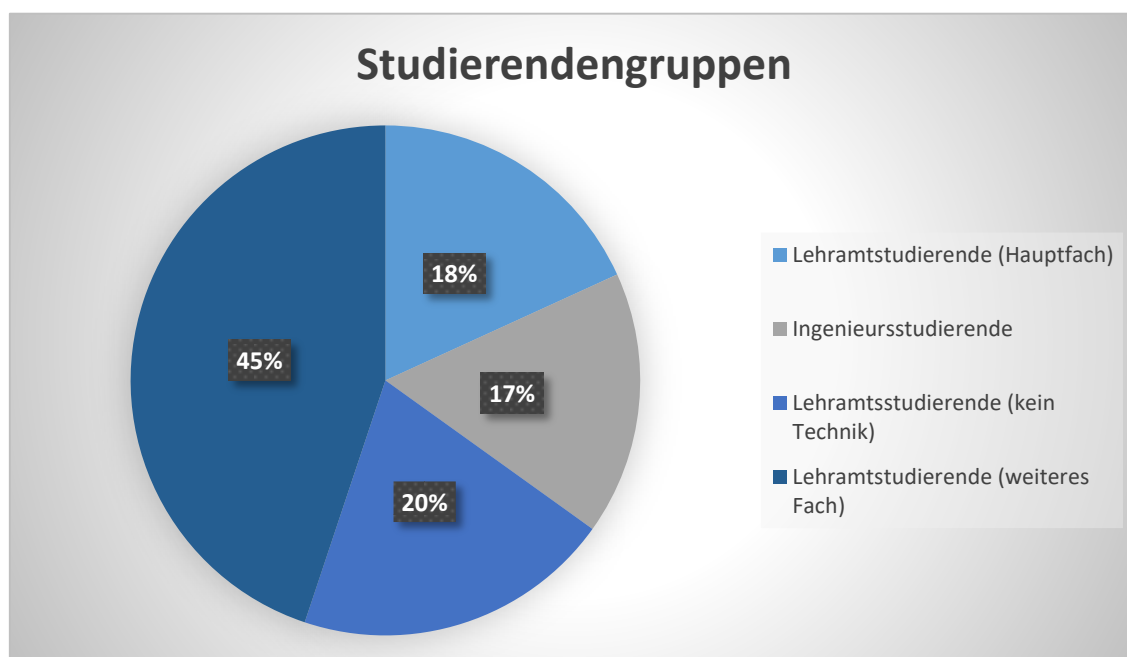


Abbildung 3: Stichprobenverteilung sortiert nach Studierendengruppe

Die teilnehmenden Studierenden befinden sich gemittelt im 4. Fachsemester ($M = 4,12$; $SD = 2,41$; $N = 348$), mit geringen Abweichungen zwischen den Studierendengruppen ($M_{\text{Hauptfach Technik}} = 4,05$; $SD = 2,91$; $N = 63$ und $M_{\text{weiteres Fach}} = 4,56$; $SD = 2,62$; $N = 155$ sowie $M_{\text{kein Technik}} = 3,45$; $SD = 1,70$; $N = 69$ und $M_{\text{Ingenieursstudierende}} = 3,87$; $SD = 1,25$; $N = 54$). Der überwiegende Teil der befragten Studierenden weist ein Alter zwischen 21 und 26 Jahren auf (73%) und hat *Deutsch als Muttersprache* (94,8%). 118 Personen (34%) sind weiblichen sowie 230 männlichen (65%) Geschlechts. Darüber hinaus geben 23,1% (= 81) der Studierenden an, eine *abgeschlossene Berufsausbildung im gewerblich-technischen Bereich* absolviert zu haben.

Das entwickelte Testinstrument *PCK-T* enthält sowohl 4 videografierte (s. Abb. 4) als auch 11 textbasierte Unterrichtsvignetten mit insgesamt 88 geschlossen formulierten Antwortitems. Sowohl die Unterrichtssituation wie auch die dazugehörigen Items sind rotierend angeordnet, um Müdigkeitseffekte innerhalb des Testablaufs zu minimieren und Urteilsabhängigkeiten zwischen den Testitems auszuschließen. Für jede Unterrichtssituation steht den Proband(inn)en dreieinhalb Minuten Bearbeitungszeit zur Verfügung, bevor diese automatisch weitergeleitet werden. Nachdem die Testteilnehmer(inn)en die wahrzunehmende Unterrichtssequenz erschließen, bewerten sie dazugehörige Testitems auf einer 6-stufigen Likertskala (1 = "Trifft gar nicht zu" bis 6 = "Trifft völlig zu"; vgl. Goreth, Geißel & Rehm 2015).



Ständerbohrmaschine



Bitte drücken Sie den play-Button.

Bewerten Sie die folgenden Instruktionen des Lehrers hinsichtlich der Dringlichkeit.

| | Trifft gar nicht zu | Trifft voll zu |
|--|-----------------------|-----------------------|
| „Passt gut auf, die Maschine ist gefährlich.“ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| „Aaron, spanne das Werkstück nicht in den oberen Bereich der Spannbacken ein!“ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| „Aaron, nimm Werkstücke nur von der Werkbank herunter!“ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Abbildung 4: Ausschnitt aus dem computerbasierten Erhebungsinstrument PCK-T

Die Studierendenantworten werden mit Referenzwerten in Form einer technikedidaktischen Expertennorm verglichen, die wie oben verkürzend dargestellt, mit $N = 76$ Expert(inn)en entwickelt wurde (vgl. Goreth et al. 2016). Dabei wird jede Studierendenantwort die den Referenzwert exakt trifft mit 1 Punkt bewertet, sowie mit mit 0,5 Punkten bei einer einstufigen Abweichung. Alle übrigen Antworten erhalten keine Punkte.

4.2 Kompetenzerfassung der Studierendengruppen

Die generierten Daten werden zunächst gesichtet und die jeweiligen Antwortitems nach den Unterrichtssituationen gruppiert. Über alle 88 Items hinweg liegen nur wenige fehlende Werte $< 2\%$ ($M = 0,019$) im Datensatz vor. Die gemittelte Lösungswahrscheinlichkeit liegt bei 44,2%.

Darauf folgend wurden alle Antwortitems einer Unterrichtssequenz mit einer negativen Trennschärfe aus dem Testinstrument entfernt. Insgesamt werden daher 10 Antwortangaben (11%) selektiert, sodass 78 Antwortitems zur Ermittlung eines Gesamtpunktwertes in die Analyse eingehen. Die durch den Vergleich mit der Expertennorm ermittelten Variablen wurden jeweils in ihrer zugehörigen Unterrichtsvignette summiert. In einem weiteren Schritt wurde der Mittelwert jeder Vignette gebildet, sodass jede Unterrichtssituation gleich gewichtet zur Rohwertbildung eingeht. Da alle Vignetten positive Trennschärfen aufweisen und ein Cronbach's Alpha $\alpha = 0,75$ ($N = 15$) erreicht wird, kann davon ausgegangen werden, dass es sich um eine eindimensionale Skala handelt, bei der die Summe aller gemittelten Vignettenvariablen den Gesamtpunktwert ergeben. Dieser liegt bei $M = 6,80$ ($SD = 1,61$; $\min = 1,13$; $\max = 10,92$; $N = 349$) bei insgesamt 15 zu erreichenden Punkten. Der ermittelte Testwert (Summe aller Rohwerte) kann als normalverteilt (Schiefe = -0,11; $SE = 0,13$;

Quotient = 0,84/Kurtosis = 0,04; SE = 0,26; Quotient = 0,17) angenommen werden (s. Abb. 5).

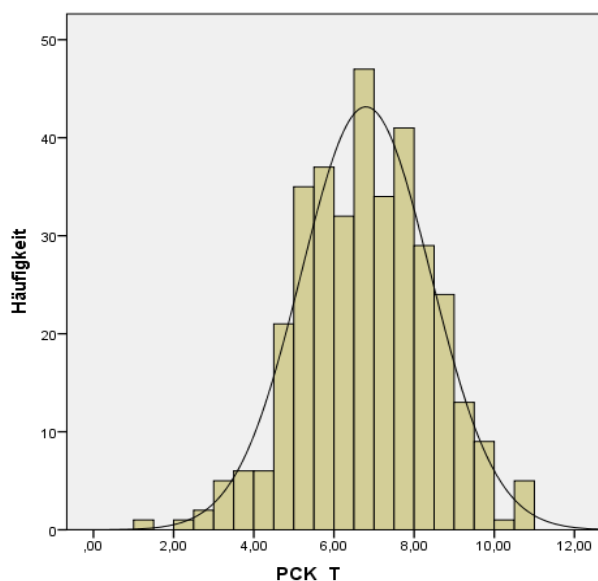


Abbildung 5: Verteilung des Testwertes PCK-T über alle Unterrichtsvignetten

Zur Prüfung der Hypothesen⁹ *H1a* sowie *H1b* wird der ermittelte Testwert auf signifikante Gruppenunterschiede untersucht. Bereits deskriptiv wird ersichtlich, dass Lehramtsstudierende des Faches Technik höhere Werte ($M_{\text{Hauptfach}} = 7,39$; $SD = 1,58$; $p < 0,001$; $M_{\text{weiteres Fach}} = 6,88$; $SD = 1,58$; $p < 0,05$) erzielen, als jene Lehramtsstudierenden ohne das Fach Technik ($M_{\text{kein Technik}} = 6,23$; $SD = 1,57$; s. Tab. 3). Hierbei kann ein signifikanter Haupteffekt festgestellt werden $F(3,339) = 6,49$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,06$.

| Studierendengruppe | M | SD | N |
|--|------|------|-----|
| Lehramt mit <i>Hauptfach Technik</i> | 7,39 | 1,58 | 63 |
| Lehramt mit <i>weiterem Fach Technik</i> | 6,88 | 1,58 | 154 |
| <i>Ingenieurstudierende</i> | 6,58 | 1,57 | 54 |
| Lehramt <i>ohne Fach Technik</i> | 6,23 | 1,57 | 69 |

Tabelle 3: Gemittelte Testergebnisse *PCK-T* sortiert nach Studierendengruppen

Darüber hinaus ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen den befragten Ingenieursstudierenden ($M_{\text{Ingenieurstudierende}} = 6,58$; $SD = 1,57$; $p < 0,05$) und den Lehramtsstudierenden des Faches Technik (s. Abb. 6).

⁹ Wie auch im Folgenden wird mit dem Statistikprogramm *SPSS.23* der *T-Test* zur Mittelwertsunterscheidung zweier Subgruppen und die *ANOVA* bei mehr als zwei Gruppenmerkmalen (unter Verwendung der *Bonferroni-Korrektur*) herangezogen, um inferenzstatistisch auf Signifikanz zu prüfen sowie ergänzend die Maße zur Effektstärke angeben zu können.

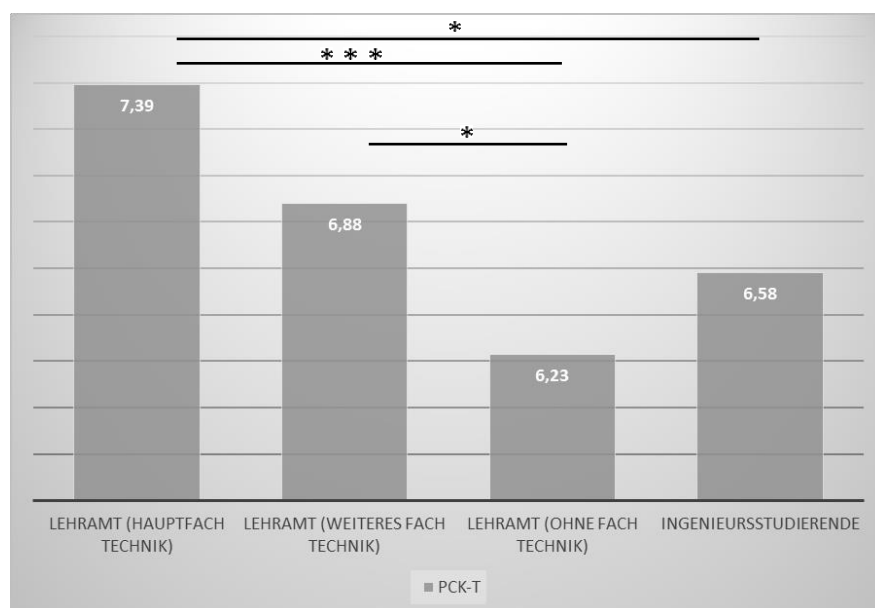


Abbildung 6: Gemittelte Testergebnisse PCK-T sortiert nach Studierendengruppen einschließlich Signifikanzniveau

Diese erwartungskonformen Ergebnisse lassen den Schluss zu, wenngleich die Differenzen zwischen den Ingenieursstudierenden sowie den Technikstudierenden des weiteren Faches nicht signifikant werden, dass das hier entwickelte Testinstrument fachdidaktisch akzentuierte Lehrerkompetenzen (Professionelle Unterrichtswahrnehmung) erfasst. Diese Ergebnisse sind noch eindeutiger interpretierbar, wenn man zusätzlich die fachwissenschaftliche sowie die pädagogische Wissenskomponente vergleichend betrachtet (vgl. Goreth 2017, in Vorbereitung). Unsere eingangs formulierten Hypothesen *H1a* und *H1b* können daher bestätigt werden.

Weiter interessiert, ob sich der Testwert PCK-T über den Verlauf des technischen Lehramtsstudiums steigert. Die Möglichkeiten der Durchführung eines echten Längsschnitts standen in der ersten Projektphase nicht zur Verfügung, so dass eine Querschnittsbefragung zur ersten Annäherung an die Fragestellung gewählt wurde, der prinzipielle Beschränkungen in der Aussagekraft jedoch zu beachten sind. Zur Prüfung der Hypothese *H2* werden die Lehramtsstudierenden mit Fach Technik ($N = 202$) nach den Studierendenzzeitpunkten *Grundstudium* (t_1), *Hauptstudium* (t_2) sowie zur *Examensvorbereitung* (t_3) getrennt aufgeteilt und vergleichend betrachtet.

| Studierendenzzeitpunkt | M | SD | N |
|------------------------|------|------|----|
| Grundstudium | 6,61 | 1,67 | 97 |
| Hauptstudium | 7,27 | 1,54 | 76 |
| Examensvorbereitung | 7,34 | 1,12 | 29 |

Tabelle 4: Gemittelte Testergebnisse PCK-T sortiert nach Studierendenzzeitpunkt

Es zeigt sich (s. Tab. 4), dass ein positiver Anstieg zwischen dem Grundstudium ($M_{\text{Grundstudium}} = 6,61$; $SD = 1,67$; $N = 97$) und der Examensvorbereitung ($M_{\text{Examensvorbereitung}} = 7,34$; $SD = 1,12$; $N = 29$) deskriptiv sichtbar wird, wenngleich gerade zum Ende

des Studiums eine recht kleine Stichprobengröße vorhanden ist. Die Differenz zwischen dem Grundstudium und dem Hauptstudium ($M_{\text{Hauptstudium}} = 7,27$; $SD = 1,54$; $p < 0,05$; $N = 76$) verzeichnet einen signifikanten Haupteffekt $F(2,201) = 4,91$, $p < 0,01$, $\eta^2 = 0,05$ welche sich erwartungskonform zu den Ergebnissen von Riese & Reinhold (2012) bzw. Brovelli et al. (2014) einfügen.

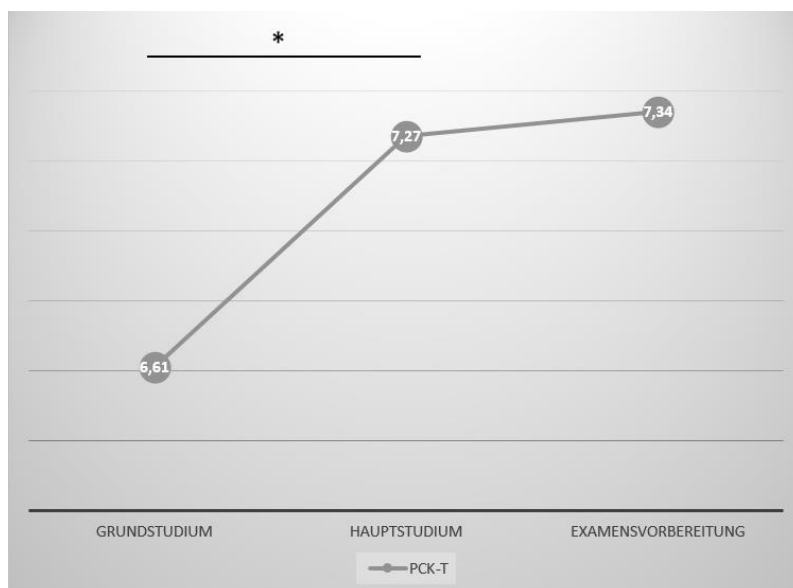


Abbildung 7: Gemittelte Testergebnisse PCK-T sortiert nach Studienzeitpunkt

Aus den dargestellten Ergebnissen ergibt sich keine endgültige Antwort auf die Hypothese $H2$. Wenngleich ein deskriptiv feststellbarer Zuwachs zu verzeichnen ist, kann wahrscheinlich auf Grundlage der recht kleinen Stichprobe zur Examensvorbereitung (t_3) nur ein signifikanter Zuwachs zwischen dem Grund- und Hauptstudium (t_1 und t_2) festgestellt werden. Das Testergebnis PCK-T korreliert darüber hinaus $r(203) = 0,19$; $p < 0,01$ mit der Anzahl besuchter Seminare (bzw. Vorlesungen, Werkstattseminare, etc.) sowie mit dem Fachsemester $r(215) = 0,24$; $p < 0,01$ *schwach bis mittel*.

Die Hypothese $H3$ konzentriert sich auf die Frage nach einer ausreichenden Sensitivität des Testinstrumentariums zur Analyse unterschiedlicher Studienfachkombinationen. Daher werden die Studierendengruppen *Lehramtsstudierende mit Fach Technik*¹⁰ (S_1) sowie *Lehramtsstudierende mit den Fächern Technik und Physik* (S_2) vergleichend betrachtet. Mittels eines t-Tests ergibt sich ein bemerkenswerter Unterschied von über einem Testpunkt zwischen den Technikstudierenden ohne Fach Physik ($M_{S_1} = 6,88$; $SD = 1,56$; $N = 187$) und den Technikstudierenden, die darüber hinaus das Fach Physik studieren ($M_{S_2} = 7,98$; $SD = 1,44$; $N = 30$) bei $t(215) = 3,62$, $p < 0,001$, $d = 0,71$. Diese Ergebnisse unterscheiden sich darüber hinaus lediglich marginal zwischen den Haupt- und Nebenfachstudierenden. Es kann daher zusammengefasst werden, dass Studierende mit Fach Physik im Testergebnis PCK-T besser abschneiden.

¹⁰ Ohne das Fach Physik.

5 Diskussion

Der vorliegende Beitrag thematisiert den in der Forschungslandschaft breit diskutierten Aspekt der Lehrerkompetenzen. Während bereits seit den 80er Jahren professionelle Fähigkeiten innerhalb der Unterrichtsforschung debattiert wurden, wird aktuell neben den häufig von Forschergruppen operationalisierten Wissensfacetten CK, PCK, und PPK gerade die professionelle Unterrichtswahrnehmung in den Fokus genommen. Diese scheint als Vermittlerrolle zwischen unterrichtlichem Handeln und Wissen zu fungieren. Für das technikkdidaktische Feld bestehen hierzu vor allem für den Bereich der Sekundarstufe I weitreichende Desiderata.

Im eigenen Vorgehen konnten zu dem theoretisch abgeleiteten Strukturmodell, geeignete Unterrichtsvignetten (11 textbasiert, 4 videobasiert) entwickelt werden. Diese wurden durch ein mehrstufiges Expertenrating modifiziert und eine technikkdidaktische Norm generiert, die zur Auswertung eines Querschnitts mit Studierenden herangezogen wurde. Das Sample (N = 350) unterteilt sich in Lehramtsstudierende mit Fach Technik, Lehramtsstudierende ohne Fach Technik sowie Ingenieurstudierende. Während die höheren Ergebnisse innerhalb des entwickelten Testinstrumentes PCK-T der Gruppe der Lehramtsstudierenden mit Fach Technik für die Erfassung fachdidaktisch akzentuierter Lehrerkompetenzen (Professionelle Unterrichtswahrnehmung) sprechen, konnte des Weiteren ein positiver Anstieg im Verlauf des Studiums festgestellt werden.

Da jedoch gerade Kompetenzentwicklungen primär in längsschnittlichen Erhebungsdesigns starke Aussagekraft genießen, soll im weiteren Vorgehen das validierte und reliable Testinstrument im Verlauf des Lehramtsstudiums über mehrere Messzeitpunkte eingesetzt werden. Dadurch kann eine Entwicklung skizziert und erste Hinweise auf Einflüsse verschiedener Studienfachkombinationen untersucht werden.

6 Literaturverzeichnis

Acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.) (2011). *Monitoring von Motivationskonzepten für den Techniknachwuchs (MoMoTech)* (acatech berichtet und empfiehlt, Bd. 5). Berlin: Springer.

Babendererde, H., Brandt, H., Höchel, B., Kreienbrink, H., Lenz, U. & Schlüter, H. (2010). *Themenheft Umwelt Technik. Holz* (1. Aufl.). Stuttgart: Ernst Klett.

Barnhart, T. & van Es, E. (2015). Studying teacher noticing: Examining the relationship among pre-service science teachers' ability to attend, analyze and respond to student thinking. *Teaching and Teacher Education*, 45, S. 83-93.

Baumert, J. & Kunter, M. (2011). Das mathematikspezifische Wissen von Lehrkräften, kognitive Aktivierung im Unterricht und Lernfortschritte von Schülerinnen und Schülern. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (163-192). Münster: Waxmann.

Baumert, J. & Kunter, M. (2013). Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In I. Gogolin, H. Kuper, H.-H. Krüger & J. Baumert (Hrsg.), Stichwort: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft (277-337). Wiesbaden: Springer VS.

Beck, E., Baer, M., Guldemann, T., Bischoff, S., Brühwiler, C., Müller, P. et al. (2008). Adaptive Lehrkompetenz. Analyse und Struktur, Veränderbarkeit und Wirkung handlungssteuernden Lehrerwissens (Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, Bd. 63). Münster: Waxmann.

BG Holz und Metall (2016). Unterweisungshilfen. Zugriff am 13.04.2016. Verfügbar unter <https://www.bghm.de/arbeitschuetzer/praxishilfen/unterweisungshilfen/>

Bischoff, S., Brühwiler, C. & Baer, M. (2005). Videotest zur Erfassung «adaptiver Lehrkompetenz». Beiträge zur Lehrerbildung, 23 (3), S. 382-397.

Bleher, W. (2001). Das Methodenrepertoire von Lehrerinnen und Lehrern des Faches Technik. Eine empirische Untersuchung an Hauptschulen in Baden-Württemberg (Didaktik in Forschung und Praxis, Bd. 3). Hamburg: Dr. Kovač.

Blömeke, S., Seeber, S., Lehmann, R., Kaiser, G., Schwarz, B. & Felbrich, A. (2008). Messung des fachbezogenen Wissens angehender Mathematiklehrkräfte [Measurement of the subject-specific knowledge of future mathematics teachers]. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer: Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare. Erste Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung (49-88). Münster et al.: Waxmann.

Blömeke, S., Felbrich, A. & Müller, C. (2008). Theoretischer Rahmen und Untersuchungsdesign. In S. Blömeke, G. Kaiser & R. Lehmann (Hrsg.), Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare (15-48). Erste Ergebnisse zur Wirksamkeit Lehrerausbildung. Münster: Waxmann.

Börlin, J., Beerenwinkel, A. & Labudde, P. (2014). Bericht Analyse MINT-Nachwuchsbarometer. Auswertung der Datenerhebung vom Frühsommer 2012. Basel: Akademien der Wissenschaften Schweiz (a+).

Bromme, R. (1992). Der Lehrer als Experte. Zur Psychologie des professionellen Wissens (1. Aufl.). Bern: Hans Huber.

Bromme, R. & Haag, L. (2008). Forschung zur Lehrerpersönlichkeit. In W. Helsper & J. Böhme (Hrsg.) Handbuch der Schulforschung (2. erw. Aufl., 803-819). Wiesbaden: VS Verlag.

Brovelli, D., Bölsterli, K., Rehm, M. & Wilhelm, M. (2013). Erfassen professioneller Kompetenzen für den naturwissenschaftlichen Unterricht: Ein Vignettest mit authentisch komplexen Unterrichtssituationen und offenem Antwortformat. Unterrichtswissenschaft, 41 (4), S. 306-329.

Brovelli, D., Bölsterli, K., Rehm, M. & Wilhelm, M. (2014). Using Vignette Testing to Measure Student Science Teachers' Professional Competencies. American Journal of

Educational Research, 2 (7), S. 555-558.

Brovelli, D., Kauertz, A., Rehm, M. & Wilhelm, M. (2011). Professionelle Kompetenz und Berufsidentität in integrierten und disziplinären Lehramtsstudiengängen der Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, S. 57-87.

Brunner, M., Kunter, M., Krauss, S., Klusmann, U., Baumert, J., Blum, W. et al. (2006). Die professionelle Kompetenz von Mathematiklehrkräften: Konzeptualisierung, Erfassung und Bedeutung für den Unterricht. Eine Zwischenbilanz des COACTIV-Projekts. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 54-82). Münster: Waxmann.

Brühwiler, C. (2014). Adaptive Lehrkompetenz und schulisches Lernen. *Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie* (Bd. 91). Münster: Waxmann.

Depaepe, F., Verschaffel, L. & Kelchtermans, G. (2013). Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. *Teaching and Teacher Education*, 34, S. 12-25.

DGUV Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (2002). DGUV Vorschrift 81. Unfallverhütungsvorschrift Schulen mit Durchführungsanweisungen vom Juni 2002.

Duit, R. (2005a). Analogien im Physikunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik*, 16 (89), S. 17.

Duit, R. (2005b). Der einfache elektrische Stromkreis. Fachliche Sicht und Schülervorstellungen. *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik*, 16 (89), S. 9-11.

Duit, R. (1986). Energievorstellungen. *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik/Chemie*, 34 (13), S. 7-9.

Duit, R. (2008). Zur Rolle von Schülervorstellungen im Unterricht. *geographie heute*, 29 (265), S. 2-6.

van Es, E. A. & Sherin, M. G. (2009). Effects of Video Club Participation on Teachers' Professional Vision. *Journal of Teacher Education*, 60 (1), S. 20-37.

Friesen, M., Kuntze, S. & Vogel, M. (2015). Fachdidaktische Analysekompetenz zum Umgang mit Darstellungen - Vignettenbasierte Erhebung mit Texten, Comics und Videos. In F. Caluori, H. Linneweber-Lammerskitten & C. Streit (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2015*. Münster: WTM.

Geißel, B. & Gschwendtner, T. (Hrsg.). (2016). *Forschungsarbeiten und unterrichtspraktische Beispiele* (Beiträge zur Technikdidaktik, Bd. 1). Berlin: Logos.

Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical Content Knowledge: An Introduction and Orientation. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Hrsg.), *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education* (Science & Technology Education Library, Bd. 6, 3-17). Published in cooperation with the Association for the Education of Teachers in Science. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Goreth, S. (2015). Testinstrumententwicklung zur Erfassung fachdidaktischer Lehr-

kompetenz im technikbezogenen Unterricht der Sekundarstufe. In W. Bienhaus & C. Wiesmüller (Hrsg.), Technische Bildung und MINT. Chance oder Risiko? 16. Tagung der DGTB in Oldenburg vom 26. - 27 September 2014 (1. Aufl., S. 173-187). Karlsruhe: DGTB.

Goreth, S., Geißel, B. & Rehm, M. (2015). Erfassung fachdidaktischer Lehrkompetenz im technikbezogenen Unterricht der Sekundarstufe 1. Instrumentenkonstruktion und erste Befunde. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 3 (1), S. 13-38.

Goreth, S., Schray, H., Rehm, M. & Geißel, B. (2016). Die Entwicklung einer technikdidaktischen Expertennorm als Referenzkriterium zur Auswertung von Unterrichtsvignetten. In B. Geißel & T. Gschwendtner (Hrsg.), *Forschungsarbeiten und unterrichtspraktische Beispiele (Beiträge zur Technikdidaktik, Bd. 1, S. 33-61)*. Berlin: Logos.

Goreth, S. (2017, in Vorbereitung). Erfassung und Modellierung professioneller Unterrichtswahrnehmung angehender Lehrkräfte im naturwissenschafts- und technikbezogenen Unterricht. *Beiträge zur Technikdidaktik*. Berlin: Logos.

Hartmann, E., Kussmann, M. & Scherweit, S. (2008). *Technik und Bildung in Deutschland. Technikunterricht in den Lehrplänen allgemeinbildender Schulen. Eine Dokumentation und Analyse (VDI Beruf und Gesellschaft, Bd. 38)*. Düsseldorf: VDI Verein Deutscher Ingenieure.

Hattie, J. (2013). *Lernen sichtbar machen. Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von "Visible Learning" besorgt von Wolfgang Beywl und Klaus Zierer*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Hüttner, A. (2009). *Technik unterrichten. Methoden und Unterrichtsverfahren im Technikunterricht (3. Aufl.)*. Haan-Gruiten: Europa-Lehrmittel.

Hynes, M. M. (2012). Middle-school teachers' understanding and teaching of the engineering design process: a look at subject matter and pedagogical content knowledge. *International Journal of Technology and Design Education*, 22 (3), S. 345-360.

Inaltun, H. & Ateş, S. (2015). Investigating Relationships among Pre-Service Science Teachers' Conceptual Knowledge of Electric Current, Motivational Beliefs and Self-Regulation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11 (6), S. 1657-1676.

Kanert, G. & Resch, M. (2014). Erfassung geschichtsdidaktischer Wissensstrukturen von Geschichtslehrkräften anhand eines vignettengestützten Testverfahrens. *Zeitschrift für Geschichtsdidaktik*, 13, S. 15-31.

Kersting, N. (2008). Using Video Clips of Mathematics Classroom Instruction as Item Prompts to Measure Teachers' Knowledge of Teaching Mathematics. *Educational and Psychological Measurement*, 68 (5), S. 845-861.

Kersting, N. B., Givvin, K. B., Sotelo, F. L. & Stigler, J. W. (2009). Teachers' Analyses of Classroom Video Predict Student Learning of Mathematics: Further Explorations of a Novel Measure of Teacher Knowledge. *Journal of Teacher Education*, 61, S. 172-181.

Kersting, N. B., Givvin, K. B., Thompson, B. J., Santagata, R. & Stigler, J. W. (2012). Measuring Usable Knowledge: Teachers' Analyses of Mathematics Classroom Videos Predict Teaching Quality and Student Learning. *American Educational Research Journal*, 49 (3), S. 568-589.

Kircher, E. (2015). Modellbegriff und Modellbildung in der Physikdidaktik. In E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik. Theorie und Praxis* (3. Aufl., S. 783-807). Berlin: Springer Spektrum.

Kleickmann, T., Großschedl, J., Harms, U., Heinze, A., Herzog, S., Hohenstein, F. et al. (2014). Professionswissen von Lehramtsstudierenden der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer - Testentwicklung im Rahmen des Projekts KiL. *Unterrichtswissenschaft*, 42 (3), S. 280-288.

KMK (2016). Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RiSU). Empfehlung der Kultusministerkonferenz (Beschluss der KMK vom 09.09.1994 i. d. F. vom 26. Februar 2016).

Koller, D., Waltner, C. & Wiesner, H. (2008). Zur Einführung von Stromstärke und Spannung. *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule*, 57 (6), S. 6-18.

König, J. (2012). Die Entwicklung von pädagogischem Unterrichtswissen: Theoretischer Rahmen, Testinstrument, Skalierung und Ergebnisse. In J. König & A. Seifert (Hrsg.), *Lehramtsstudierende erwerben pädagogisches Professionswissen. Ergebnisse der Längsschnittstudie LEK zur Wirksamkeit der erziehungswissenschaftlichen Lehrerbildung* (S. 143-182). Münster: Waxmann.

Krauss, S., Blum, W., Brunner, M., Neubrand, M., Baumert, J., Kunter, M. et al. (2011). Konzeptualisierung und Testkonstruktion zum fachbezogenen Professionswissen von Mathematiklehrkräften. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 135-161). Münster: Waxmann.

Kunter, M. & Voss, T. (2011). Das Modell der Unterrichtsqualität in COACTIV: Eine multikriteriale Analyse. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 85-113). Münster et al.: Waxmann.

Lee, E. & Luft, J. A. (2008). Experienced Secondary Science Teachers' Representation of Pedagogical Content Knowledge. *International Journal of Science Education*, 30 (10), S. 1343-1363.

Lindmeier, A. (2011). Modeling and Measuring Knowledge and Competencies of Teachers. A Threefold Domain-Specific Structure Model for Mathematics (*Empirische Studien zur Didaktik der Mathematik*, Bd. 7). Münster: Waxmann.

Lindmeier, A. M., Heinze, A. & Reiss, K. (2013). Eine Machbarkeitsstudie zur Operationalisierung aktionsbezogener Kompetenz von Mathematiklehrkräften mit videobasierten Maßen. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 34 (1), S. 99-119.

- Lipowsky, F., Rakoczy, K., Pauli, C., Drollinger-Vetter, B., Klieme, E. & Reusser, K. (2009). Quality of geometry instruction and its short-term impact on students' understanding of the Pythagorean Theorem. *Learning and Instruction*, 19 (6), S. 527-537.
- Löwen, K., Baumert, J., Kunter, M., Krauss, S. & Brunner, M. (2011). Methodische Grundlagen des Forschungsprogramms. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 69-84). Münster et al.: Waxmann.
- Meschede, N., Steffensky, M.; Wolters, M. & Möller, K. (2015). Professionelle Wahrnehmung der Lernunterstützung im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 43 (4), S. 317-335.
- Meschede, N. (2014). Professionelle Wahrnehmung der inhaltlichen Strukturierung im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. Theoretische Beschreibung und empirische Erfassung (Studien zum Physik- und Chemielernen, Bd. 163). Berlin: Logos.
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg (2010). Handreichung zu Sicherheitsfragen im NwT Unterricht. Bereich Technik. URL: http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/nwt/hilf/hilfe4/101015_Hand_Tech_gesamt.pdf (Stand: 19.10.2016).
- Neuweg, G. H. (2010). Grundlagen und Dimensionen der Lehrerkompetenz. In R. Nickolaus, G. Pätzold, H. Reinisch & T. Tramm (Hrsg.) *Handbuch Berufs- und Wirtschaftspädagogik* (S. 26-30). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Oser, F. & Blömeke, S. (2012). Überzeugungen von Lehrpersonen. Einführung in den Thementeil. *Zeitschrift für Pädagogik*, 58 (4), S. 415-421.
- Oser, F., Heinzer, S. & Salzmann, P. (2010). Die Messung der Qualität von professionellen Kompetenzprofilen von Lehrpersonen mit Hilfe der Einschätzung von Filmvignetten. Chancen und Grenzen des advokatorischen Ansatzes. *Unterrichtswissenschaft*, 38 (1), S. 5-28.
- Pahl, J.-P. (2013). *Ausbildungs- und Unterrichtsverfahren. Ein Kompendium für den Lernbereich Arbeit und Technik (Berufsbildung, Arbeit und Innovation - Studententexte, Bd. 6, 3. aktualisierte und erweiterte Auflage)*. Bielefeld: W. Bertelsmann.
- Park, S. & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Research in Science Education*, 38 (3), S. 261-284.
- Piaget, J. (2003). *Meine Theorie der geistigen Entwicklung*. Weinheim, Basel & Berlin: Beltz.
- Plöger, W. & Scholl, D. (2014). Analysekompetenz von Lehrpersonen – Modellierung und Messung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 17 (1), S. 85-112.
- Rajh, T. (2015). Überlegungen zur Technikdidaktik in Fächerverbänden – Systematisierung Interdisziplinäre Ansätze – Erster Teil. *Zeitschrift für Technik im Unterricht* 157, S. 12-21.

- Rauscher, W. (2011). The technological knowledge used by technology education students in capability tasks. *International Journal of Technology and Design Education*, 21 (3), S. 291-305.
- Rehm, M. & Bölsterli, K. (2014). Entwicklung von Unterrichtsvignetten. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 213-225). Berlin: Springer Spektrum.
- Rehm, M., Bündler, W., Haas, T., Buck, P., Labudde, P., Brovelli, D. et al. (2008). Legitimationen und Fundamente eines integrierten Unterrichtsfachs Science. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, S. 99-124.
- Riese, J. & Reinhold, P. (2010a). Empirische Erkenntnisse zur Struktur professioneller Handlungskompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, S. 167-187.
- Riese, J. & Reinhold, P. (2010b). Empirische Erkenntnisse zur Wirksamkeit der universitären Lehrerbildung. Tagungsbeitrag *Didaktik der Physik (Frühjahrstagung)*. Hannover, S. 1-8.
- Riese, J. & Reinhold, P. (2012). Die professionelle Kompetenz angehender Physiklehrkräfte in verschiedenen Ausbildungsformen. Empirische Hinweise für eine Verbesserung des Lehramtsstudiums. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15 (1), S. 111-143.
- Rohaam, E. J., Taconis, R. & Jochems, W. M. G. (2009). Measuring teachers' pedagogical content knowledge in primary technology education. *Research in Science & Technological Education*, 27 (3), S. 327-338.
- Rohaam, E. J., Taconis, R. & Jochems, W. M. G. (2011). Exploring the Underlying Components of Primary School Teachers' Pedagogical Content Knowledge for Technology Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 7 (4), S. 293-304.
- Rohaam, E. J., Taconis, R. & Jochems, W. M. G. (2012). Analysing teacher knowledge for technology education in primary schools. *International Journal of Technology and Design Education*, 22 (3), S. 271-280.
- Rohaam, E. J. (2009). *Testing Teacher Knowledge for Technology Teaching in Primary Schools*. Eindhoven: University of Technology.
- Roth, K. J., Garnier, H. E., Chen, C., Lemmens, M., Schwille, K. & Wickler, N. I. Z. (2011). Videobased Lesson Analysis: Effective Science PD for Teacher and Student Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 48 (2), S. 117-148.
- Sachs, B. (2015). Technische Bildung in der Naturwissenschaftsfalle?! *Zeitschrift für Technik im Unterricht* 156, S. 5-18.
- Santagata, R. & Guarino, J. (2011). Using video to teach future teachers to learn from teaching. *ZDM Mathematics Education*, 43 (1), S. 133-145.
- Santagata, R., Zannoni, C. & Stigler, J. W. (2007). The role of lesson analysis in pre-service teacher education: an empirical investigation of teacher learning from a virtual video-based

field experience. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10 (2), S. 123-140.

Schlüter, H. (2002). Sicherheit im Technikunterricht. *Technik im Unterricht*, 27 (103), S. 22-26.

Schmayl, W. (1994). Medien des Technikunterrichts. Begriff und Ordnung. *Technik im Unterricht*, 19 (72), S. 5-19.

Schmelzing, S., van Driel, J. H., Jüttner, M., Brandenbusch, S., Sandmann, A. & Neuhaus, B. J. (2013). Development, evaluation, and validation of a paper-and-pencil test for measuring two components of biology teachers' pedagogical content knowledge concerning the "cardiovascular system". *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11 (6), S. 1369-1390.

Schmelzing, S., Wüsten, S., Sandmann, A. & Neuhaus, B. (2010). Fachdidaktisches Wissen und Reflektieren im Querschnitt der Biologielehrerbildung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, S. 189-207.

Schwindt, K. (2008). Lehrpersonen betrachten Unterricht. Kriterien für die kompetente Unterrichtswahrnehmung (Empirische Erziehungswissenschaft, Bd. 10). Münster: Waxmann.

Seidel, T., Blomberg, G. & Stürmer, K. (2010). "Observer" - Validierung eines videobasierten Instruments zur Erfassung der professionellen Wahrnehmung von Unterricht. Projekt OBSERVE. *Zeitschrift für Pädagogik*, 56 (Beiheft 56), S. 296-306.

Seidel, T. & Prenzel, M. (2008). Wie Lehrpersonen Unterricht wahrnehmen und einschätzen - Erfassung pädagogisch-psychologischer Kompetenzen mit Videosequenzen. In M. Prenzel, I. Gogolin & H.-H. Krüger (Hrsg.), *Kompetenzdiagnostik (Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. Sonderheft, Bd. 8, S. 201-216)*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Seidel, T. & Stürmer, K. (2014). Modeling and Measuring the Structure of Professional Vision in Preservice Teachers. *American Educational Research Journal*, 51 (4), S. 739-771.

Seifert, A. & König, J. (2012). Pädagogisches Unterrichtswissen - bildungswissenschaftliches Wissen: Validierung zweier Konstrukte. In J. König & A. Seifert (Hrsg.), *Lehramtsstudierende erwerben pädagogisches Professionswissen. Ergebnisse der Längsschnittstudie LEK zur Wirksamkeit der erziehungswissenschaftlichen Lehrerausbildung (S. 215-233)*. Münster: Waxmann.

Seifert, A. & Schaper, N. (2012). Die Entwicklung von bildungswissenschaftlichem Wissen: Theoretischer Rahmen, Testinstrument, Skalierung und Ergebnisse. In J. König & A. Seifert (Hrsg.), *Lehramtsstudierende erwerben pädagogisches Professionswissen. Ergebnisse der Längsschnittstudie LEK zur Wirksamkeit der erziehungswissenschaftlichen Lehrerausbildung (S. 183-214)*. Münster: Waxmann.

Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), S. 4-14.

Shulman, L. S. (1987). *Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform*. Harvard

Educational Review, 57 (1), S. 1-22.

Steffensky, M., Gold, B., Holdynski, M. & Möller, K. (2015). Professional Vision of Classroom Management and Learning Support in Science Classrooms - Does Professional Vision Differ Across General and Content-Specific Classroom Interactions? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13 (2), S. 351-368.

Stürmer, K. & Seidel, T. (2015). Assessing Professional Vision in Teacher Candidates. *Zeitschrift für Psychologie*, 223 (1), S. 54-63.

Sun, Y. & Strobel, J. (2014). From Knowing-About To Knowing-To: Development Of Engineering Pedagogical Content Knowledge By Elementary Teachers Through Perceived Learning And Implementing Difficulties. *American Journal of Engineering Education*, 5 (1), S. 41-60.

Tenberg, R. (2011). Vermittlung fachlicher und überfachlicher Kompetenzen in technischen Berufen. *Theorie und Praxis der Technikdidaktik (Berufspädagogik)*. Stuttgart: Franz Steiner.

Tepner, O., Borowski, A., Dollny, S., Fischer, H. E., Jüttner, M., Kirschner, S. et al. (2012). Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, S. 7-28.

Tepner, O. & Dollny, S. (2014). Entwicklung eines Testverfahrens zur Analyse fachdidaktischen Wissens. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 311-323). Berlin: Springer Spektrum.

Theuerkauf, W. E. (2013). *Prozessorientierte Technische Bildung. Ein transdisziplinäres Konzept*. Frankfurt am Main: Peter Lang Edition.

Unfallkasse Nordrhein-Westfalen (2008). *Sichere Schule. Technik*.

Unfallkasse Schleswig-Holstein (2004). *Empfehlungen zur Sicherheit im Technikunterricht* (überarbeitete 2. Auflage).

Van Driel, J. H., Verloop, N. & Vos, W. de. (1998). Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (6), S. 673-695.

Van Es, E. A. & Sherin, M. G. (2002). Learning to Notice: Scaffolding New Teachers' Interpretations of Classroom Interactions. *Journal of Technology and Teacher Education*, 10 (4), S. 571-596.

Voss, T., Kunter, M., Seiz, J., Hoehne, V. & Baumert, J. (2014). Die Bedeutung des pädagogisch-psychologischen Wissens von angehenden Lehrkräften für die Unterrichtsqualität. *Zeitschrift für Pädagogik*, 60 (2), S. 184-201.

Voss, T., Kunina-Habenicht, O., Hoehne, V. & Kunter, M. (2015). Stichwort Pädagogisches Wissen von Lehrkräften. *Empirische Zugänge und Befunde. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 18 (2), S. 187-223.

Voss, T., Kunter, M. & Baumert, J. (2011). Assessing teacher candidates' general pedagogical/psychological knowledge: Test construction and validation. *Journal of Educational Psychology*, 103 (4), S. 952-969.

Wagner, W., Göllner, R., Werth, S., Voss, T., Schmitz, B., & Trautwein, U. (2016). Student and teacher ratings of instructional quality: Consistency of ratings over time, agreement, and predictive power. *Journal of Educational Psychology*, 108(5), S. 705-721.

Walker, F. (2013). Das technische Experiment - Ein Vergleich von Schüler-, Demonstrationsexperiment und dem lesenden Bearbeiten eines Experiments. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 1 (1), S. 75-97.

Werner, S., Förtsch, C., Jüttner, M., & Neuhaus, B. J. (eingereicht). Eine Videostudie zur Professionalität von Biologielehrkräften (ProwiN). Posterpräsentation auf der 19. Tagung der Fachsektion Didaktik der Biologie (FDdB) im VBiO 2013.

Werner, S., Förtsch, C., Jüttner, M., & Neuhaus, B. J. (2013). Eine Videostudie zur Professionalität von Biologielehrkräften (ProwiN). Präsentation auf der 15. Frühjahrsschule der Didaktik der Biologie (FDdB) 2013, Leipzig.

Wiesner, H. (2008). Physikunterricht - an Schülervorstellungen orientiert. *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule*, 57 (6), 4-5.

Yoon, S. Y., Diefes-Dux, H. & Strobel, J. (2013). First-Year Effects Of An Engineering Professional Development Program On Elementary Teachers. *American Journal of Engineering Education*, 4 (1), S. 67-84.

Autoren

Sebastian Goreth, M.A.

Pädagogische Hochschule Ludwigsburg

Institut für Naturwissenschaften und Technik

Reuteallee 46, D-71634 Ludwigsburg

goreth@ph-ludwigsburg.de

Prof. Dr. Markus Rehm

Pädagogische Hochschule Heidelberg

Institut für Naturwissenschaften, Geographie und Technik

Im Neuenheimer Feld 561, D-69120 Heidelberg

rehm@ph-heidelberg.de

Prof. Dr. Bernd Geißel

Pädagogische Hochschule Ludwigsburg

Institut für Naturwissenschaften und Technik

Reuteallee 46, D-71634 Ludwigsburg

geissel@ph-ludwigsburg.de

Zitieren dieses Beitrages:

Goreth, S., Rehm, M. & Geißel, B. (2016). Richtig Handeln in Entscheidungssituationen des Technikunterrichts - Instrumentenkonstruktion und empirische Befunde professioneller Unterrichtswahrnehmung. Journal of Technical Education (JOTED), Jg. 4 (Heft 2), S. 13-40.