

Berufsfachliche Kompetenzen von Auszubildenden des Zimmererhandwerks – Untersuchung der Kompetenzstruktur und zentraler Bedingungsfaktoren

Professional Competencies of Carpenter Apprentices – Analysis of Competence Structure and Predictors of Competence Development

KURZFASSUNG: Der vorliegende Beitrag fokussiert auf die berufsfachlichen Kompetenzen von Auszubildenden des Zimmererhandwerks, die im Rahmen zweier aufeinander aufbauender Forschungsprojekte (DFG Ni 606 7-1 sowie DFG Ni 606 7-2) untersucht wurden. Es werden Ergebnisse zu zwei Fragestellungen aus diesen Studien vorgestellt: (1) Welche berufsfachlichen Kompetenzstrukturen lassen sich zum Ende der Ausbildung identifizieren und (2) welche Bedeutung kommt verschiedenen potentiellen Prädiktoren für die Entwicklung der berufsfachlichen Kompetenzen zu. Zur Untersuchung dieser Fragestellungen wurden ein Längsschnitt über die gesamte Ausbildungsspanne (N = 129) und eine ergänzende Querschnittserhebung unter Einbezug eines zweiten Bundeslandes (N = 445) realisiert. Die Erfassung der berufsfachlichen Kompetenzen erfolgte mittels selbst entwickelter Papier- und Bleistifttests, die im Rückgriff auf latent trait bzw. itemresponse-theoretische Vorstellungen ausgewertet wurden. Die Ergebnisse zur Kompetenzstruktur am Ende der Ausbildung bestätigen bezogen auf das berufsfachliche Wissen die bereits am Ende der berufsfeldübergreifend angelegten Berufsgrundbildung identifizierte Struktur, die die klassische, vor der Einführung des Lernfeldunterrichts auch curricular verankerte Fachstruktur (Fachkunde, Fachzeichnen, Fachrechnen) widerspiegelt. Als prädiktiv für das berufsfachliche Problemlösen am Ende der Ausbildung erweisen sich u. a. die curricularen Schwerpunktsetzungen aus der Sicht der Auszubildenden, das Unterrichtserleben der Auszubildenden und die Testmotivation. Das ebenfalls prädiktiv werdende berufsfachliche Problemlösen am Ende des ersten Ausbildungsjahres erreicht in der Grundstufe Bautechnik eine geringere Effektstärke als in Berufen, in welchen das erste Ausbildungsjahr bereits stärker berufsbezogen gestaltet wird..

Schlagworte: Berufsfachliche Kompetenzen, Fachstufe Zimmerer, Kompetenzstruktur, Erklärungsmodell

ABSTRACT: The following chapter focuses on the professional competencies of carpenter apprentices. Its main objectives are (1) to examine the dimensional structure of the apprentices' professional competence at the end of their training and (2) to evaluate the contribution of several potential predictors to their professional competence development. For this purpose, empirical data from two successive studies (DFG Ni 606 7-1 and DFG Ni 606 7-2) were analysed. Two samples were included in the analyses, a longitudinal sample covering the entire appren-

ticeship (N = 129) and a cross-sectional sample drawing on data from apprentices of two federal states at the end of their training (N = 445). The apprentices' professional competencies were measured with paper-and-pencil tests; the cognitive data was scaled according to latent-trait and item response theory (IRT) models. Regarding professional knowledge results confirm a three-dimensional competence structure (technical drawing, technical mathematics, technical knowledge). Based on cross-sectional data, explanatory models show the predictive power of curricular content (as described by the apprentices), the apprentices' competence-related experiences during class and test motivation for professional problem-solving. Longitudinal data point to the predictive power of professional competence measures at the end of the first year of training, albeit at a lower level than when compared to study results of other occupations.

Keywords: Professional competencies, Carpenter Apprentices, Competence Structure, Explanatory Model

1. Theoretische Orientierung und Forschungsstand

Kompetenzstruktur: Nach vorliegenden Studien im Bereich der beruflichen Bildung (z. B. ABELE u. a. 2012; ACHTENHAGEN/WINTHER 2009; BECK/LANDENBERGER/OSER 2016; GEISSEL 2008; GSCHWENDTNER 2008; LEHMANN/SEEBER 2007; NICKOLAUS u. a. 2010, 2011, 2012; NICKOLAUS/BEHRENDT/ABELE 2016, ROSENDAHL/STRAKA 2011; SEEBER 2008, 2009; SEEBER/LEHMANN 2011; ZLATKIN-TROITSCHANSKAIA/SEIDEL 2011; WINTHER/ACHTENHAGEN 2009; WINTHER 2010) zeichnet sich domänenübergreifend ab, dass im Bereich der berufsfachlichen Kompetenz zumindest zwei Kompetenzdimensionen empirisch unterscheidbar sind: (1) eine Dimension, die konzeptuelles bzw. verstehensbasiertes (Fach-)Wissen' abbildet und (2) eine Dimension für die Fähigkeit, dieses Wissen in problemhaltigen Anforderungssituationen zu aktualisieren, die sogenannte fachspezifische Problemlösefähigkeit.² Eine derartige Zweiteilung in berufsfachliches Wissen und berufsfachliches Problemlösen zeigt sich grundsätzlich auch für die Grundstufe Bautechnik (PETSCH/NORWIG/NICKOLAUS 2015; NORWIG/PETSCH/NICKOLAUS 2017), die u. a. den Auszubildenden des Zimmererhandwerks eine berufsfeldübergreifende Grundbildung vermittelt.³ Domänenspezifisch zeigen sich

- 1 Die Begriffe Fachwissen und berufsfachliches Wissen werden im Folgenden synonym verwendet.
- 2 Mit hoher Wahrscheinlichkeit lässt sich bei entsprechender Testgestaltung eine dritte Dimension für manuelle Fertigkeiten nachweisen. Diese sind in Berufen wie dem des Zimmerers nach wie vor bedeutsam, bleiben in den hier vorgestellten Projekten jedoch unberücksichtigt.
- 3 In der Bauwirtschaft ist die berufliche Grundbildung berufsfeldübergreifend angelegt. Dies bedeutet, dass die Auszubildenden des Zimmererhandwerks im ersten Ausbildungsjahr im schulischen Teil der Ausbildung mit dem gleichen Curriculum konfrontiert werden wie Auszubildende zahlreicher anderer Ausbildungsberufe (z. B. Mauer, Stuckateure, Fliesenleger). Die betrieblichen Lern- und Arbeitskontexte unterscheiden sich zwischen den Bauberufen jedoch erheblich. Bezogen auf formale Bildungsvoraussetzungen sowie kognitive Grundfähigkeiten und innerhalb der Grundausbildung erreichte Kompetenzniveaus sind die angehenden Zimmerer im Vergleich zu den meisten anderen Berufsgruppen als überdurchschnittlich einzuschätzen (NORWIG/PETSCH/NICKOLAUS 2010; PETSCH/NORWIG/NICKOLAUS 2015; KRUG 2016).

weitere Ausdifferenzierungen der genannten Dimensionen, welche sich zumeist an inhaltlichen bzw. anforderungsbezogenen Gesichtspunkten orientieren.

Zur Struktur des Fachwissens zeigen sich im Bereich gewerblich-technischer Ausbildung bezogen auf das Ende des ersten Ausbildungsjahres je nach Untersuchung sowohl ein- als auch mehrdimensionale Kompetenzstrukturmodelle als passend (GEISSEL 2008; GSCHWENDTNER 2008; SCHMIDT u. a. 2014). Ein für die Grundstufe Bautechnik vorgelegtes Strukturmodell berufsfachlicher Kompetenz weist ebenfalls ein mehrdimensionales Modell als am besten auf die Daten passend aus (PETSCH/NORWIG/NICKOLAUS 2015; NORWIG/PETSCH/NICKOLAUS 2017). Dabei ist von starken Zusammenhängen ($,71 \leq r \leq ,84$) zwischen der dort unterschiedenen Dimension berufsfachlicher Problemlösekompetenz sowie den Subdimensionen des berufsfachlichen Wissens (technologisches Wissen, technische Mathematik, technisches Zeichnen) auszugehen (ebd.; vgl. auch die Modellierung in Abbildung 2).⁴ Für den Zeitraum nach der Grundbildung zeigen sich domänenübergreifend Ausdifferenzierungen des Fachwissens, die sich in Orientierung an den berufsfachlichen Strukturen (wie bspw. elektrotechnische Grundlagen, traditionelle Installationstechnik, Steuerungstechnik) vollziehen ab (vgl. z. B. GÖNNENWEIN/NITZSCHKE/SCHNITZLER 2011; GSCHWENDTNER 2011, NICKOLAUS u. a. 2011, 2012). Aussagen zu den Kompetenzstrukturen von Auszubildenden im Baubereich bzw. speziell des Zimmererhandwerks waren bisher für die Fachstufe nicht verfügbar. Zwei in der Fachstufe der Zimmerer angesiedelte Studien, die sich der Frage differentieller Effekte methodischer Entscheidungen widmen (BÜNNING 2008; WÜLKER 2004), implizieren zwar die Unterscheidung zwischen Fachwissen und berufsfachlichem Problemlösen, sind in der Testgestaltung jedoch nicht dazu angelegt, belastbare und valide Kompetenzstrukturmodellierungen durchzuführen (vgl. PETSCH/NORWIG/NICKOLAUS 2015).

Die hier referierten Ergebnisse zur Kompetenzstruktur bei Auszubildenden spiegeln nahezu ausschließlich die Differenzierung in Inhalts- bzw. Anforderungsbereiche wider. Denkbar sind jedoch ebenfalls kognitionstheoretische Ausdifferenzierungen nach Wissensformen. Notwendig sind für solche Prüfungen letztlich spezifisch zugeschnittene Tests, die die Möglichkeit eröffnen, theoretisch plausibel scheinende Strukturen einer empirischen Prüfung zu unterziehen. Als theoretische Bezugstheorien bieten sich dafür u. a. das kognitionstheoretische Modell von ANDERSON/KRATHWOHL (2001) sowie das Modell von SUN (2006) an. ANDERSON/KRATHWOHL unterscheiden die Wissensformen des deklarativen, prozeduralen, konzeptuellen und metakognitiven Wissens, mit jeweils einheitlichen Graduierungen, die weitgehend an BLOOM (1956) angelehnt sind. Das CLARION Modell von SUN (2006) ist eine kognitive Architek-

4 Die berufsfachliche Problemlösekompetenz wurde in dieser Studie über Aufgabenzuschnitte operationalisiert, die eine integrative Verarbeitung von zumindest zwei der genannten berufsfachlichen Wissensbereiche erfordert. Diese Modellierung unterscheidet sich von anderen gewerblich-technischen Berufen insoweit, als die in älteren Curricula üblicherweise domänenübergreifend ausgewiesenen „Unterrichtsfächer“ (Fachkunde, Fachrechnen, Fachzeichnen) als strukturbildend ausgewiesen wurden. In anderen Berufen wird das Fachwissen eher entlang von fachinhaltlichen Strukturierungen, wie sie auch in den korrespondierenden fachsystematischen Strukturierungen anzutreffen sind, ausdifferenziert.

tur, welche aus insgesamt vier Subsystemen besteht: (1) dem handlungsbezogenen Wissenssystem, (2) dem nicht-handlungsbezogenen Wissenssystem, (3) dem motivationalen System und (4) dem metakognitiven System. Während sich das handlungsbezogene Wissenssystem auf (motorische oder kognitive) Handlungen bezieht, sind im nicht-handlungsbezogenen Subsystem Wissensbausteine repräsentiert, welche keinen direkten Handlungsbezug aufweisen. Die Operationen der beiden genannten Wissenssysteme werden sowohl durch das motivationale Subsystem, welches z. B. die Intensität von Wahrnehmung, Kognition und Handlung bestimmt, als auch durch das metakognitive Subsystem beeinflusst, welches innerhalb der Architektur eine überwachende bzw. steuernde Funktion übernimmt (vgl. Abbildung 1).

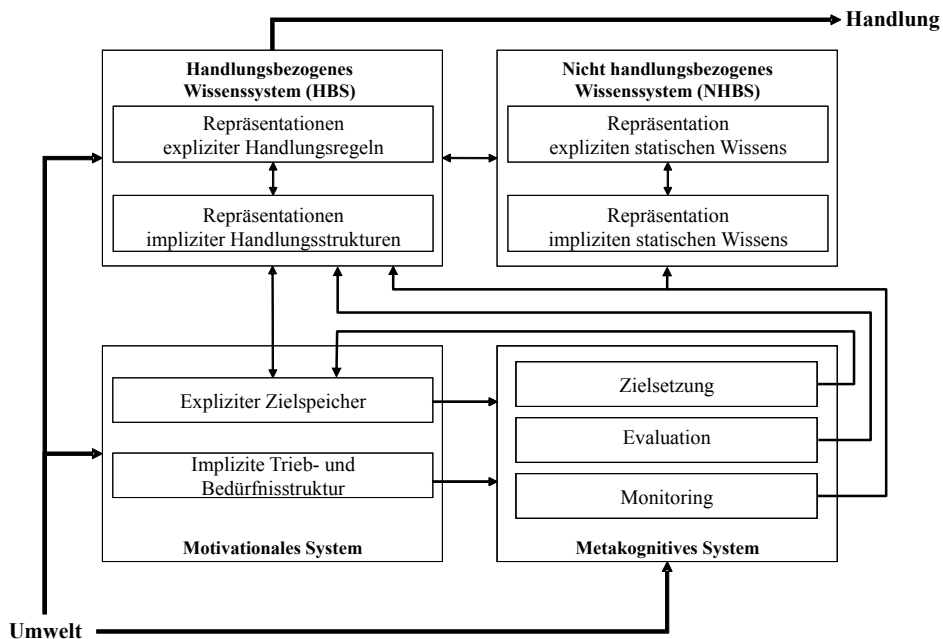


Abb. 1: CLARION-Modell (aus ABELE 2014, S. 37, im Anschluss an SUN 2006)

Für eine derartige Verknüpfung kognitiver und nicht-kognitiver Komponenten sprechen neben gängigen Definitionen auch Analysen, in welchen gezeigt wurde, dass mathematische Leistungsdaten bei Kontrolle kognitiver Grundfähigkeiten domänenübergreifend prognostische Validität für solche berufsfachliche Leistungen besitzen, in welchen keine mathematischen Anforderungen relevant sind (NICKOLAUS u. a. 2015). Interpretierbar ist dies in dem Sinne, dass in diesen Leistungsdaten Traitkomponenten der Motivation und gegebenenfalls der Metakognition enthalten sind, die fachübergreifend wirksam werden. Vor diesem Hintergrund scheint es angezeigt, neben den kognitiven Leistungsdaten auch motivationale und metakognitive Momente bei der Kompetenzmessung zu berücksichtigen. Dabei kommt nicht zuletzt die Testmotivation

in den Blick, die mehr oder weniger mit der Leistungsmotivation in anderen Anforderungskontexten assoziiert sein dürfte (Traitkomponente), jedoch vermutlich auch vom Testzuschnitt, der Testdauer, dem bei der Bearbeitung auftretenden Kompetenzerleben und gegebenenfalls äußeren Anreizstrukturen (Statekomponente) abhängig ist.⁵ Die valide Erfassung metakognitiver Momente scheint nur dann aussichtsreich, wenn deren Modellierung in engem Bezug zu den konkreten Anforderungsstrukturen erfolgt, was jedoch sehr aufwändige Feinanalysen zu den jeweiligen zu erwartenden Bearbeitungsprozessen voraussetzt.

Obwohl eine an den beschriebenen kognitionspsychologischen Merkmalen orientierte Ausdifferenzierung des Fachwissens sehr plausibel erscheint, ließen sich im Bereich der gewerblich-technischen Berufsausbildung die von ANDERSON/KRATHWOHL postulierten Wissensdimensionen des deklarativen und prozeduralen Wissens bislang nicht (GEISSEL 2008; GSCHWENDTNER 2008; GSCHWENDTNER/ABELE/NICKOLAUS 2009) bzw. nur mit Ausnahmen (PITTICH 2013) bestätigen. Dies könnte allerdings auch darauf zurückzuführen sein, dass im Fall des prozeduralen Wissens nicht das (nach dem CLARION-Modell) handlungsbezogene Fachwissen sondern primär das nicht-handlungsbezogene, wenngleich handlungsrelevante, fachsystematische Wissen erhoben wurde und sich dessen Struktur in der Kompetenzstruktur spiegelt. Es ist davon auszugehen, dass die Erfassung des handlungsbezogenen Wissens mit Hilfe von Papier- und Bleistifttests eine besondere Herausforderung darstellt, die bislang nur in wenigen Studien in den Blick genommen wurde. So wurden die Tests zur Erfassung des Fachwissens in den eingangs genannten Studien aus dem gewerblich-technischen Bereich zumeist so gestaltet, dass nicht-handlungsbezogenes Wissen im Sinne des CLARION-Modells erfasst wurde. Das fachspezifische Problemlösen, welches sich auf handlungsbezogenes Wissen stützt, wurde dagegen zumeist über Simulationen von Arbeitsaufträgen erfasst (GSCHWENDTNER/ABELE/NICKOLAUS 2009; NICKOLAUS u. a. 2010, 2011, 2012; WINTHER/ACHTENHAGEN 2008, 2009; im Überblick auch NICKOLAUS/SEEBER 2013). Dass jedoch auch nur mit Papier- und Bleistifttests eine empirische Trennung von handlungsbezogenem und nicht-handlungsbezogenem Wissen möglich ist, bestätigt sich beispielsweise in der ingenieurwissenschaftlichen Grundbildung (DAMMANN u. a. 2016).

Kompetenzentwicklung und relevante Prädiktoren: Zu den Einflüssen auf die fachliche Kompetenzentwicklung liegen Arbeiten aus verschiedenen disziplinären Kontexten vor. Im Rahmen der Investmenttheorie (z. B. CATTELL 1987; AMELANG u. a. 2006, im Überblick ABELE 2014) konnte bspw. gezeigt werden, dass neben der fluiden Intelligenz verschiedene Faktoren kristalliner Intelligenz (u. a. technische Fähigkeiten) unterschieden werden können, deren Erwerb nicht nur von der fluiden Intelligenz, sondern ebenso von der Dauer und Intensität der Auseinandersetzung mit den Gegenstandsbereichen

5 Vorteilhaft für die Aufrechterhaltung der Testmotivation erweisen sich beispielsweise simulationsbasierte Testvarianten zur Kompetenzerfassung (GSCHWENDTNER/ABELE/NICKOLAUS 2009); das Phänomen der mit der Testdauer nachlassenden Testmotivation wird üblicherweise über Rotationsdesigns bearbeitet.

abhängig ist und die für den berufsfachlichen Kompetenzerwerb vielfach als relevant ausgewiesen wurde. In der darauf aufbauenden PPIK-Theorie (kurz für „Intelligence as Process, Personality, Interests and Intelligence as Knowledge“; ACKERMAN 1992, siehe auch Abele 2014) steht die Entwicklung und Erklärung intellektueller Leistungsunterschiede im Erwachsenenalter im Vordergrund. Im Vergleich zur Investmenttheorie werden hier weitere potentielle Erklärungsfaktoren wie verschiedene Interessensfacetten und intellektuelles Engagement integriert (ACKERMAN 1992, 2000 ACKERMAN/ROLFHUS 1999; AMELANG u. a. 2006, im Überblick ABELE 2014), die ebenfalls als relevante Prädiktoren der Fachkompetenz bestätigt werden konnten. Relativ gut belegt sind auch die Annahmen Ackermans (z. B. ACKERMAN 1996), nach welchen sich der Fertigkeitserwerb in drei (kognitive, assoziative, automatisierte) Phasen vollzieht und den kognitiven Grundfähigkeiten vor allem in der ersten Erwerbsphase erhebliche Bedeutung zuzuschreiben ist. In den Arbeiten zum sog. Vier-Quellen-Modell konnten vor allem dem (deklarativen und prozeduralen) Vorwissen und der mit der fluiden Intelligenz assoziierten Verarbeitungsgeschwindigkeit prädiktive Kraft für den Kompetenzerwerb attestiert werden (KYLLOENEN/STEPHENS 1990; KYLLOENEN/WOLTZ 1989). Die hohe Bedeutung kognitiver Grundfähigkeiten bestätigt sich auch in der Berufseignungsforschung, aus der verschiedene Metastudien vorliegen (z. B. SCHMIDT 2002; SADALGO u. a. 2003; HÜLSEHEGER u. a. 2007), in welchen jedoch deutlich wurde, dass sich die prognostische Validität kognitiver Fähigkeiten als abhängig von den verwendeten beruflichen Leistungsmaßen erweist, deren Güte z. T. erheblich variiert (im Überblick ABELE 2014, insbes. S. 129 ff.).

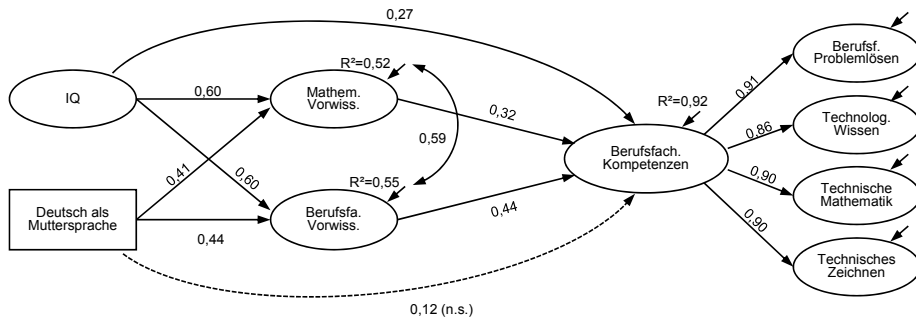
In den berufspädagogischen Untersuchungen zu Erklärungsmodellen der Fachkompetenz werden die kognitiven Voraussetzungen der Auszubildenden ebenfalls berufsübergreifend als besonders gewichtige Prädiktoren ausgewiesen (LEHMANN/SEEBER 2007; NICKOLAUS u. a. 2010, 2011, 2012, 2015; NICKOLAUS/GSCHWENDTNER/GEISSEL 2009). Insbesondere das fachspezifische Vorwissen, aber auch die Basiskompetenzen (Mathematik, Lesen) spielen eine wesentliche Rolle. Der IQ (bzw. die dadurch abgebildete fluide Intelligenz) weist insbesondere zu den Basiskompetenzen und dem fachspezifischen Vorwissen hohe Korrelationen auf; in die Erklärungsmodelle zur fachspezifischen Problemlösefähigkeit geht er z. T. auch direkt als Erklärungsfaktor ein (NICKOLAUS/KNÖLL/GSCHWENDTNER 2006; NICKOLAUS/GSCHWENDTNER/GEISSEL 2008; NICKOLAUS u. a. 2010).

Inzwischen liegen für einzelne Domänen des gewerblich-technischen Bereichs auch Erklärungsmodelle vor, die auf längsschnittlichen Analysen über die gesamte Ausbildungsspanne beruhen und neben relevanten kognitiven Eingangsvoraussetzungen (IQ, fachspezifisches Vorwissen, Mathematik, Lesen) auch Qualitätsmerkmale der Lehr-Lernprozesse, motivationale Merkmale und fachliche Leistungsdaten für weitere Messzeitpunkte einschließen (NICKOLAUS u. a. 2011, 2012, 2015). In den generierten Strukturgleichungsmodellen zeigen sich auch in diesen Fällen vor allem die kognitiven Voraussetzungen als starke Prädiktoren. Die Lernmotivation (in Schule und Betrieb) geht mit deutlich schwächerem Gewicht ein und die in Orientierung an der Forschungslage aufgenommenen Qualitätsmerkmale des Lehr-Lerngeschehens, in der

Regel auf der Basis des MIZEBA⁶ und einem in Anlehnung an PRENZEL u. a. (1996) entwickelten Instrument zur Erfassung motivationaler Bedingungsfaktoren erhoben, werden nicht oder mit sehr schwachem Gewicht bzw. moderiert über die Motivation integriert. Da den Qualitätsmerkmalen des Unterrichts auch in Metastudien (z. B. HELMKE/WEINERT 1997; HATTIE 2009) deutlich größere Erklärungskraft attestiert wird, liegt der Gedanke nahe, dass die Effekte der Qualitätsmerkmale in den im beruflichen Bereich durchgeführten Feldstudien unterschätzt werden. Ein Problem scheint darin zu bestehen, dass die Qualitätszuschreibungen zu den Lernmöglichkeiten an den Lernorten subjektiv geprägt sind und z. T. von den eingebrachten Kompetenzen beeinflusst werden. D. h., es ist von Wechselwirkungen zwischen den verfügbaren Kompetenzen und den Qualitätszuschreibungen auszugehen, wobei offen ist, ob die Zusammenhänge zwischen den Qualitätszuschreibungen und den zuvor oder danach erhobenen Kompetenzausprägungen gewichtiger ausfallen.

Ein für den Baubereich vorliegendes regressionsanalytisches Erklärungsmodell aus einer Interventionsstudie (BEST I, vgl. NORWIG/PETSCH/NICKOLAUS 2010) weist auf der Grundlage der Klassischen Testtheorie (KTT) gegen Mitte der Grundstufe den zu Beginn erhobenen mathematischen Fähigkeiten die größte prädiktive Kraft zu (27,6 % Varianzaufklärung). Daneben gehen das ebenfalls zu Beginn der Ausbildung erhobene fachspezifische Vorwissen (11,2 %), das retrospektiv erfasste Überforderungsempfinden (4,4 %) sowie der mit den mathematischen Fähigkeiten moderat korrelierte ($r = ,42$; $p < ,001$) IQ in das Modell ein (2,4 %). In der etwas breiter und ebenfalls längsschnittlich angelegten Studie zur Kompetenzmodellierung und Kompetenzentwicklung in der bautechnischen Grundbildung (DFG NI 606 7-1) erweisen sich die kognitiven Eingangsvoraussetzungen wiederum als starke Prädiktoren der zum Ende der Grundstufe erfassten berufsfachlichen Kompetenzen. Abweichend von den meisten domänenspezifischen Erklärungsmodellen im gewerblich-technischen Bereich wurde in dieser Studie für das erste Ausbildungsjahr dem IQ nicht nur vermittelt über die Basiskompetenzen und das berufsfachliche Vorwissen erhebliche prädiktive Kraft attestiert, sondern es wurde zusätzlich auch ein direkter Pfad deutlichen Gewichts signifikant (vgl. Abbildung 2).

6 Mannheimer Inventar zur Erfassung betrieblicher Ausbildungssituationen (ZIMMERMANN/MÜLLER/WILD 1999)



$n=301$; $\chi^2/df=1,07$; CFI = 0,93; TLI = 0,93; RMSEA = 0,02; WRMR = 1,0

Abb. 2: Erklärungsmodell der berufsfachlichen Kompetenz in der bautechnischen Grundstufe (PETSCH/NORWIG/NICKOLAUS 2015, S. 79)

Denkbar wäre, dass der direkte Einfluss des IQ bei dieser Berufsgruppe der Tatsache einer berufsübergreifenden Grundbildung geschuldet ist, in die Berufe bzw. Jugendliche mit stark unterschiedlichen Eingangsvoraussetzungen einbezogen sind. Überraschend hoch ist (auch) die aufgeklärte Varianz mit 92 %, die zudem ausschließlich auf kognitiven Faktoren basiert.⁷ In anderen Berufen liegen die erzielten Varianzaufklärungen bei Einbezug gleicher unabhängiger Variablen bei latenten Modellierungen mit Werten zwischen 50–65 % deutlich niedriger (Im Überblick z. B. ABELE 2014, NICKOLAUS/SEEBER 2013). Offen ist bislang die Frage, welche prädiktive Kraft die berufsfachlichen Kompetenzen am Ende des ersten Ausbildungsjahres für die Ausprägung der berufsfachlichen Kompetenzen am Ende der Ausbildung in einem Ausbildungsgang wie dem des Zimmerers erreichen, der in der Grundstufe berufsfeldübergreifend angelegt ist. Es ist zu prüfen, ob hier ähnliche Größenordnungen erreicht werden, wie sie bei enger geschnittenen Berufen beobachtet werden konnten.

Zu den Einflüssen weiterer, nicht-kognitiver Merkmale liegen für den gewerblich-technischen bzw. den Baubereich nur vereinzelte Erkenntnisse vor. Bezogen auf den prominenten Stellenwert der Überforderung, wie er in verschiedenen anderen Studien bestätigt wird (KNÖLL 2007; NICKOLAUS/KNÖLL/GSCHWENDTNER 2006; NICKOLAUS/GSCHWENDTNER/KNÖLL 2006; NORWIG/PETSCH/NICKOLAUS 2010), ist auch bei den Zimmerern während der Fachstufe ein signifikanter Einfluss des individuellen Überforderungsempfindens zu erwarten, sofern dasselbe in die Modellierung einbezogen wird. Zum Einfluss methodischer Entscheidungen (im Überblick NICKOLAUS 2010) sind im beruflichen Bereich widersprüchliche Befundlagen und in aller Regel le-

7 Eine gemeinsame Modellierung kognitiver und motivationaler Einflussfaktoren konnte nicht erfolgen, da sich hohe Abhängigkeiten zwischen den Motivationsvariablen und den als unabhängig modellierten kognitiven Faktoren abzeichneten, was letztendlich darauf hindeutet, dass bei der Erfassung der kognitiven Leistungen auch motivationale Merkmale mit erhoben wurden (vgl. dazu auch PETSCH/NORWIG/NICKOLAUS 2015).

diglich schwache Effekte dokumentiert. Speziell bei Zimmerern werden partiell Vorteile handlungsorientierten Unterrichts (WÜLKER 2004; BÜNNING 2008) und deutliche ATI-Effekte berichtet (WÜLKER 2004). Naheliegendermaßen scheinen auch Einflüsse von curricularen bzw. inhaltlichen Schwerpunktsetzungen⁸, die z. B. bei Mechatronikern einen höheren Beitrag zur Varianzaufklärung erbringen als motivationale Aspekte (NICKOLAUS u. a. 2015). Kaum untersucht wurde bisher, inwieweit schulische und betriebliche Schwerpunktsetzungen spezifische Erklärungskraft für die Kompetenzentwicklung besitzen. Vereinzelt durchgeführte Analysen legen den Gedanken nahe, dass der spezifische Beitrag schulischer vs. betrieblicher Lerngelegenheiten auch abhängig von den gewählten Kriteriumsvariablen ist (VAN WAVEREN/NICKOLAUS 2016).

2. Fragestellungen und Hypothesen

Wie eingangs bereits angedeutet, verfolgen wir mit diesem Beitrag primär zwei übergeordnete Fragestellungen: a) Welche berufsfachlichen Kompetenzstrukturen bei Zimmerern am Ende der Ausbildung beobachtet werden können und b) welche Prädiktoren für die Erklärung der erreichten Kompetenzen relevant werden.

Der theoretisch mögliche Raum für die Strukturmodellierung berufsfachlicher Kompetenz ist – wie im ersten Abschnitt dargestellt wurde – sehr groß und die Überprüfung spezifischer Modellierungsvarianten erfordert speziell zugeschnittene Tests, die die hypothetisch unterstellten Strukturen prinzipiell abzubilden vermögen. Infolge dessen ist es aus Praktikabilitätsgründen notwendig, die erste Fragestellung zu spezifizieren. In dieser Untersuchung soll zunächst der Frage nachgegangen werden, ob die am Ende der Grundstufe Bautechnik identifizierte berufsfachliche Kompetenzstruktur auch am Ende der Ausbildung von Zimmerern zu replizieren ist. Darüber hinaus nutzen wir das vorgestellte CLARION Modell als Ausgangspunkt und gehen der Frage nach, ob sich im Rückgriff auf Papier- und Bleistifttests ein handlungsbezogenes und ein nicht-handlungsbezogenes Fachwissen ausdifferenzieren lassen. Um die Gelingenswahrscheinlichkeit der Trennung von handlungsbezogenem und nicht-handlungsbezogenem Wissen in den verschiedenen potentiellen Subdimensionen des berufsfachlichen Wissens zu erhöhen, werden in den Subdimensionen jeweils spezifische Aufgabenschnitte generiert. Vor diesem Hintergrund unterstellen wir, (H₁) die fachspezifische Problemlösekompetenz ist auch in dieser Domäne empirisch vom Fachwissen unterscheidbar, weist jedoch enge Assoziationen zum Fachwissen auf. H₂: Als auch am Ende der Ausbildung ausdifferenzierbare Subdimensionen des berufsfachlichen Wissens erwarten wir die bereits am Ende der Grundausbildung identifizierten Subdimensionen des Technologischen Wissens, der Technischen Mathematik und des Technischen Zeichnens. H₃: Im Anschluss an das CLARION Modell nehmen wir des Weiteren an, dass in den potentiellen Subdimensionen des berufsfachlichen Wissens ein handlungs-

8 Erfasst zumeist über Einschätzungen von Auszubildenden, inwiefern bzw. mit welcher Intensität die in den Tests abgebildeten Inhalte in Schule und Betrieb tatsächlich behandelt wurden.

bezogenes und ein nicht-handlungsbezogenes Wissen als weitere Subdimensionen unterschieden werden können. (siehe zu H1 bis H3 das in Abbildung 3 dargestellte hypothetische Kompetenzstrukturmodell).

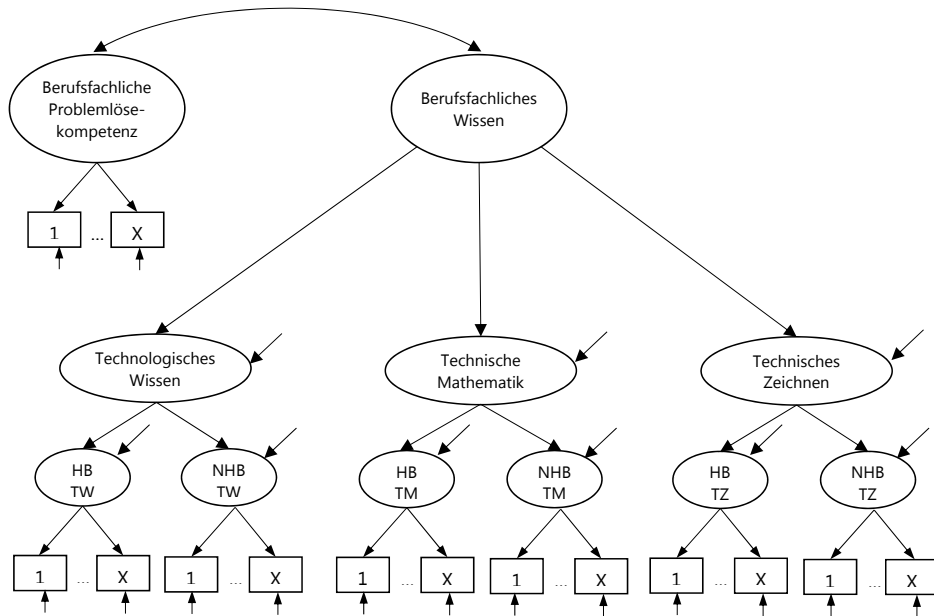


Abb. 3: Hypothetisches Kompetenzstrukturmodell der berufsfachlichen Kompetenz

Auch bezüglich der Frage nach den relevanten Prädiktoren ist aus Praktikabilitätsgründen eine Beschränkung erforderlich. Im Anschluss an den Forschungsstand beziehen wir einerseits jene (kognitiven) Merkmale ein, für die substantielle Beiträge zur Varianzaufklärung erwartet werden können, zum anderen berücksichtigen wir wichtige Momente, die einer Modifikation in pädagogischen Handlungsprogrammen zugänglich sind und zumindest indirekt mehr oder weniger gewichtige Beiträge erwarten lassen. In Anlehnung an den berichteten Forschungsstand wird im Einzelnen unterstellt:

H4: Die erfassten motivationalen Merkmale (Lernmotivation, unterrichtliche Mitarbeit und Anstrengungsbereitschaft sowie die Testmotivation) und die curricularen Schwerpunktsetzungen gehen sowohl direkt als auch indirekt, die schulischen und betrieblichen Qualitätsmerkmale der Lehr-Lernprozesse nur indirekt in die Erklärung der berufsfachlichen Leistung am Ende der Ausbildung ein.

H5: Die kognitiven Grundfähigkeiten, das mathematische und berufsfachliche Vorwissen zu Beginn der Ausbildung und die über die Muttersprache erfassten sprachlichen Voraussetzungen erweisen sich lediglich vermittelt über die berufsfachliche Kompetenz am Ende der Grundstufe als prädiktiv für die berufsfachliche Kompetenz am Ende der Ausbildung.

H6: Die Erklärungskraft der am Ende der berufsfeldbreiten Grundstufe erreichten Kompetenzausprägungen für die berufsfachliche Kompetenz am Ausbildungsende fällt für die Zimmerer geringer aus als bei anderen gewerblich-technischen Berufen, die bereits in der Grundausbildung berufsspezifisch zugeschnitten sind.

3. Untersuchungsanlage

Die im Weiteren berichteten Ergebnisse beruhen, wie bereits eingangs erläutert, auf zwei aufeinander aufbauenden Studien. Die erste, mit einem in Baden-Württemberg gewonnenen Sample durchgeführte Studie bezog sich auf die Grundstufe Bautechnik und war in der Stichprobenbildung bereits auf eine Fortführung mit den einbezogenen Zimmererauszubildenden angelegt. In die darauf folgende Studie wurden einerseits die Zimmererauszubildenden der Vorstudie einbezogen, um längsschnittliche Entwicklungen beobachten zu können, andererseits schien es für die Klärung der Fragen zu den Kompetenzstrukturen angezeigt, eine Stichprobenerweiterung vorzunehmen, was zugleich zu einer Erweiterung der Stichprobe um Auszubildende aus einem weiteren Bundesland (Niedersachsen) genutzt wurde. Insgesamt nahmen 445 Auszubildende aus 16 Klassen in Baden-Württemberg (BW) und 9 Klassen in Niedersachsen (NS) an dieser Folgestudie teil ($N_{BW} = 295$; $N_{NS} = 150$). Im Längsschnitt liegen Daten von 129 Auszubildenden vor; die Anzahl reduziert sich auf 118, bei Analysen, in die auch die Muttersprache und die kognitiven Grundfähigkeiten einbezogen wurden. Im Rahmen der Folgestudie wurden auch die Testentwicklungen für die Erfassung berufsfachlicher Kompetenzen am Ende der Ausbildung vorgenommen. Die Testentwicklung⁹ wurde so ausgerichtet, dass am Ausbildungsende folgende Tests verfügbar waren:¹⁰

(1) ein Test zur Erfassung des berufsfachlichen Problemlösens (PL), der so angelegt wurde, dass bei allen Aufgaben fachtheoretische, fachzeichnerische und/oder fachbe-

9 An dieser Stelle sei ausdrücklich DR. WÜLKER für seine tatkräftige und kompetente Unterstützung bei der Entwicklung der im folgenden beschriebenen Fachtests sowie der Organisation und Durchführung zahlreicher Erhebungstermine in Niedersachsen gedankt.

10 In eine Pilotierung der Tests, die Mitte des dritten Ausbildungsjahres an beruflichen Schulen in Hessen vorgenommen wurde, konnten 122 Auszubildende aus 8 Klassen einbezogen werden. Im Anschluss an die Pilotierung, die gemessen an den erzielten Reliabilitäten in den potentiellen Subdimensionen (EAP/PV Reliabilität: TW = ,66; TM = ,78; TZ = ,76; PL = ,49) sowie den erreichten mittleren Lösungsquoten (TW = 45,9 %; TM = 56,7 %; TZ = 51,3 %; PL = 33,2 %) Überarbeitungsbedarf der Tests zur Erfassung des technologischen Wissens und der berufsfachlichen Problemlösekompetenz anzeigte, wurden Optimierungen der Instrumente vorgenommen. Notwendig wurde im Bereich des PL-Tests vor allem die Entwicklung leichterer Ausgaben, da sich die von Seiten der Experten als anspruchsgerecht eingeschätzten Aufgaben zum Teil als zu schwer für die Probanden erwiesen. Mit der überarbeiteten Testversion wurde in der Hauptstudie eine höhere Reliabilität erzielt, da durch die ergänzende Administration von leichteren Testaufgaben auch die Problemlöseleistungen von leistungsschwächeren Probanden besser abgeschätzt werden konnten.

zogene mathematische Kenntnisse/Fähigkeiten (integriert) aktualisiert werden müssen, um die Anforderungen zu bewältigen (ein Beispiel zeigt Abbildung 4).¹¹

Aufgabe 8

Die Zeichnung zeigt den Schnitt durch die Außenwand eines denkmalgeschützten Fachwerkhauses. Der Bauherr wünscht eine nachträgliche Wärmedämmung der Außenwände. Das Fachwerk soll von außen sichtbar bleiben und die Dämmung soll keine ruhende Luftschicht enthalten.

a) **Skizzieren** Sie einen geeigneten Lösungsvorschlag zum Aufbau der Dämmung (inklusive raumseitige Bekleidung) in den Schnitt ein. **Schraffieren** Sie die eingezeichneten Schichten.

b) **Beschriften** Sie die Schichten. Geben Sie hierbei genau an, **welche Materialien** Sie verwenden würden.

Schnitt Fachwerkwand
(ohne Maßstab)

gar nicht sehr intensiv

Wie intensiv wurden die Inhalte dieser Aufgabe im Lernfeldunterricht der Schule behandelt?

Abb. 4: Beispielaufgabe aus dem PL-Test mit Fokus auf einen darstellend-konstruktiven Problemlösekontext

(2) drei Einzeltests zur Erfassung der angenommenen Subdimensionen des Fachwissens (Technologisches Wissen (TW), Technische Mathematik (TM), Technisches Zeichnen (TZ)), wobei sowohl das handlungsbezogene als auch das nicht-handlungs-

11 Der Test zum Problemlösen umfasst insgesamt 36 Items. Vor dem Hintergrund des verwendeten Multi-Matrix-Designs bearbeitete jeder Auszubildende in der zur Verfügung stehenden Zeit von 60 Minuten jedoch nur acht der vergleichsweise umfangreichen Aufgaben (siehe Abbildung 4).

bezogene Fachwissen in diesen Tests abgebildet wird (eine Beispielaufgabe zeigt Abbildung 5).¹²

Aufgabe 12

Bei der Erstellung von Niedrigenergiehäusern in Holzbauweise muss auf die Luftdichtheit der Gebäudehülle geachtet werden.

a) Welcher Bauschaden kann an der Außenwandkonstruktion des Gebäudes entstehen, wenn keine ausreichende Luftdichtheit gegeben ist?

b) Beschreiben Sie kurz, warum es bei mangelnder Luftdichtheit zu diesem Bauschaden kommen kann.

Abb. 5: Beispielaufgabe aus dem Test zum technologischen Wissen mit Fokus auf Verständnis- und Begründungswissen (nicht-handlungsbezogen)

Realisiert wurden im Längsschnitt über beide Projekte hinweg drei Messzeitpunkte (vgl. Abbildung 6). Erhoben wurden neben den berufsfachlichen Kompetenzen¹³ Qualitätsmerkmale der schulischen und betrieblichen Ausbildung, Motivationsausprägungen (Lernmotivation und motivationale Bedingungen im Anschluss an PRENZEL u. a. 1996), Anstrengungsbereitschaft im Unterricht (PEKRUN u. a. 2005), Mitarbeit im Unterricht (BOS u. a. 2005), die Testmotivation (KUNTER u. a. 2002) sowie die curricularen Schwerpunktsetzungen in Schule und Betrieb aus der Sicht der Auszubildenden und der Lehrkräfte (Eigenentwicklung). Die kognitive Grundfähigkeit wurde im Rückgriff auf den CFT 20-R erfasst (WEISS 2006). Bezogen auf die insgesamt recht umfangreichen Fachtests kam ein *Balanced Incomplete Block Design* zu Einsatz; die psychometrische Modellierung erfolgt im Rückgriff auf latent trait bzw. itemresponse-theoretische

- 12 Auch bei der Durchführung der Fachwissenstests kam das bereits genannte Multi-Matrix-Design zum Einsatz. Infolgedessen bearbeiteten die Auszubildenden in der jeweils halbstündigen Testzeit nur 12 der insgesamt 62 TW-Items (nach Selektion nicht trennscharfer Items verblieben davon 55 Items) bzw. 12 der insgesamt 28 TM-Items (nach Selektion verblieben davon 27 Items). Für den TZ-Test standen 25 Minuten zur Verfügung, in welchen die Auszubildenden jeweils 15 der insgesamt 33 Items (nach Selektion verblieben davon 27) zu lösen hatten. Sämtliche Tests wurden im Rahmen des schulischen Unterrichts unter Aufsicht der Forschergruppe nach standardisierten Vorgaben (Testdauer, Pausenzeiten, Instruktionen) durchgeführt.
- 13 Genaue Beschreibungen der in der Vorstudie (t_1 und t_2) eingesetzten Instrumente zur Erfassung der berufsfachlichen Kompetenzen sind bei PETSCH/NORWIG/NICKOLAUS 2015 zu finden.

Vorstellungen mit der Software ConQuest (WU u. a. 1998) und MPlus (MUTHÉN/MUTHÉN 1998–2016).

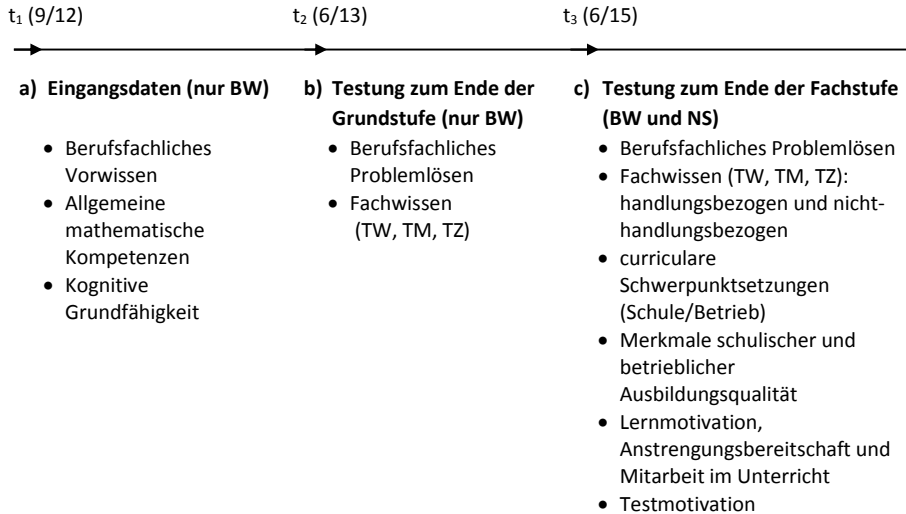


Abb. 6: Untersuchungsdesign des projektübergreifenden Längsschnitts

4. Ergebnisse

Wir berichten zunächst kurz Ergebnisse zur Güte der entwickelten Testinstrumente zur Erfassung der berufsfachlichen Kompetenzen am Ende der Fachstufe und der Güte der generierten Messmodelle für die Erfassung der Qualitätsmerkmale, Motivationsausprägungen und den curricularen Schwerpunktsetzungen. Anschließend gehen wir auf die Ergebnisse zu den Kompetenzstrukturen und den Erklärungsmodellen ein.

4.1 Güte der entwickelten Testinstrumente und Messmodelle

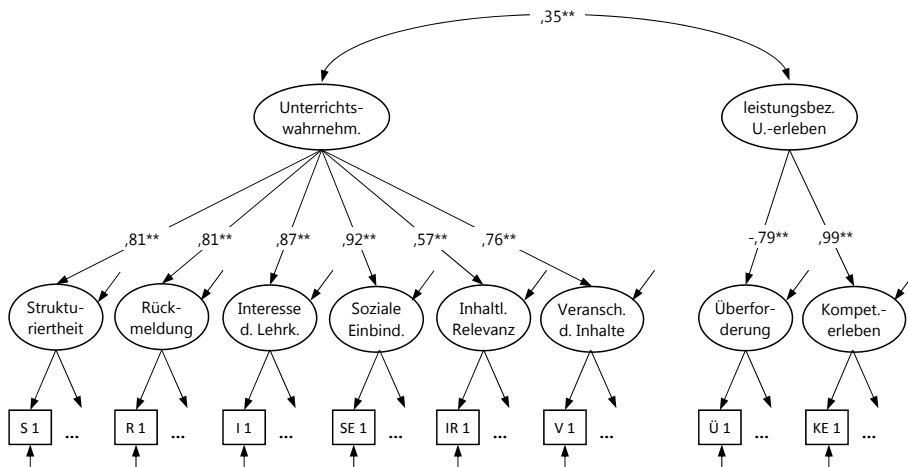
Die EAP/PV-Reliabilitäten der Testskalen zu den vier potentiellen Subdimensionen berufsfachlicher Kompetenz, deren faktorielle Validität durchgängig bestätigt werden konnte, bewegen sich im Spektrum von ,60 und ,79.¹⁴ Zum Teil führten die im Anschluss an die Pilotierung vorgenommenen Testmodifikationen zu einem Reliabilitätswachstum (z. B. beim berufsfachlichen Problemlösen), partiell jedoch auch zu Reliabilitätsreduktionen (z. B. beim technologischen Wissen).

14 Im Einzelnen wurden folgende EAP/PV-Reliabilitäten erzielt: PL = ,65; TW = ,60; TM = ,79; TZ = ,67.

Die Lernmotivation wurde im Anschluss an PRENZEL u. a. 1996 erhoben, allerdings reduziert auf eine vierdimensionale Struktur (amotiviert, extrinsisch, identifiziert und intrinsisch-interessiert); das dazu angenommene Modell zweiter Ordnung mit einem Generalfaktor Lernmotivation erreicht gute Fitwerte (RMSEA = ,04; CFI = ,98; SRMR = ,11), so dass die getroffenen strukturellen Annahmen beibehalten werden können.¹⁵ Als verwandte Konstrukte wurden die unterrichtliche Anstrengungsbereitschaft (im Anschluss an PEKRUN u. a. 2005) und Mitarbeit (in Anlehnung an die IGLU Studie; vgl. BOS u. a. 2005) sowie im Kontext der berufsfachlichen Kompetenztests jeweils die Testmotivation (mit einer Skala aus der DESI Studie; vgl. KUNTER u. a. 2002) erhoben. Bezogen auf die Testmotivation in den vier potentiellen Subdimensionen der Fachkompetenz erweisen sich separate eindimensionale Modellierungen insgesamt als am besten passend.¹⁶ D. h., in den Erklärungsmodellen kann mit Ausnahme des technischen Zeichnens jeweils auf die eindimensionalen Modelle in Orientierung an den einbezogenen Kriteriumsvariablen zurückgegriffen werden. Die Mittelwerte der Testmotivation liegen in allen Fällen auf einem ähnlichen Niveau und in einem recht positiven Bereich, d. h. die Auszubildenden haben nach eigener Aussage die Tests im Schnitt eher sorgfältig und konzentriert bearbeitet. Zur Erfassung der schulischen und betrieblichen Qualitätsmerkmale kamen Instrumente zum Einsatz, die an PRENZEL u. a. 1996 zur Erfassung motivationaler Bedingungen und dem MIZEBA (ZIMMERMANN/WILD/MÜLLER 1999) bzw. dem IBAQ (VELTEN/SCHNITZLER 2012) angelehnt waren. Zu den schulischen Qualitätsmerkmalen (bezogen auf den Lernfeldunterricht in der Fachstufe) erweist sich ein zweidimensionales Modell zweiter Ordnung als gut auf die Daten passend (vgl. Abbildung 7).

15 Die Faktorladungen sind in ihrer Richtung erwartungskonform und betragen im Einzelnen: $\beta_{i(\text{amot})} = -,57$; $\beta_{i(\text{extr})} = -,72$; $\beta_{i(\text{ident})} = ,81$; $\beta_{i(\text{intr/int})} = ,76$). Die Reliabilitäten in den Subdimensionen bewegen sich im Spektrum von Cronbachs $\alpha = ,70$ (extrinsisch) bis $\alpha = ,85$ (intrinsisch-interessiert).

16 Die Fitwerte der einzelnen Modelle sind bis auf die Testmotivation im technischen Zeichnen befriedigend: PL: RMSEA = ,08; CFI = ,99; SRMR = ,02; TW: RMSEA = ,06; CFI = ,99; SRMR = ,01; TM: RMSEA = ,08; CFI = ,99; SRMR = ,02; TZ: RMSEA = ,14; CFI = ,96; SRMR = ,03).



$n = 443$; χ^2 (df) = 500,85 (243); p (χ^2) < ,01; χ^2 /df = 2,06; RMSEA = ,05 [0,04 0,06]; CFI = ,95; SRMR = 0,06

Abb. 7: Zweidimensionales Strukturmodell 2. Ordnung der schulischen Unterrichtsqualität

Es zeichnet sich ab, dass sich jene Qualitätsmerkmale, die theoretisch eine engere Assoziation zu den gezeigten Leistungen erwarten lassen (Kompetenzerleben, Überforderung) und als leistungsbezogene Merkmale individueller Verarbeitungsprozesse der Lernsituation gedeutet werden können, als eigene Subdimension ausdifferenzieren und damit recht deutlich von jenen Qualitätsmerkmalen abgrenzen lassen, die eher die Wahrnehmung der Unterrichtsgestaltung repräsentieren. Zur betrieblichen Ausbildungsqualität erweist sich ebenfalls ein zweidimensionales Modell zweiter Ordnung (ohne Abbildung) als gut auf die Daten passend (RMSEA = ,04; CFI = ,98; SRMR = ,03), wobei auf einem der Generalfaktoren primär Merkmale der in der betrieblichen Ausbildung angetroffenen Aufgaben laden (Aufgabenrelevanz, Aufgabenvielfalt, Aufgabenpassung) und auf dem anderen eher Merkmale der betrieblichen Organisations- und Unterstützungsqualität (Rückmeldung, Fachliche Unterstützung, Soziale Einbindung, Strukturiertheit). Die curricularen Schwerpunktsetzungen wurden wie oben bereits angemerkt sowohl aus der Perspektive der Lernenden als auch der Lehrenden jeweils bezogen auf die Subtests berufsfachliches Problemlösen und technologisches Wissen erhoben. Da aufgrund anzunehmender klassen- bzw. betriebsbezogener inhaltlicher Schwerpunktsetzungen intraindividuelle Unterschiede in diesen Zuschreibungen zu erwarten waren und somit nicht von einem homogenen, latenten Konstrukt auszugehen ist, wurde hier auf eine latente Modellierung verzichtet.



4.2 Ergebnisse zur Kompetenzstruktur (Hypothesen 1 bis 3)

Der Aufbau des in Abbildung 3 dargestellten hypothetischen Kompetenzmodells legt eine Prüfung der oben beschriebenen Hypothesen 1 bis 3 in umgekehrter Reihenfolge nahe. So wurde zunächst geprüft, ob sich in den potentiellen Subdimensionen des berufsfachlichen Wissens die Subdimensionen des handlungsbezogenen und nicht-handlungsbezogenen Wissens unterscheiden lassen (H_3). Diese Annahmen werden lediglich im Fall der technischen Mathematik gestützt, in allen anderen Fällen lassen sich auf der Basis der eingesetzten Papier- und Bleistifttests die beiden Subdimensionen nicht trennen, obgleich bei der Konstruktion der Aufgaben systematisch versucht wurde, die Handlungsbezüge zu variieren. Bezogen auf die technische Mathematik erweist sich das zweidimensionale Modell dem eindimensionalen Modell als signifikant überlegen (Chi-Quadrat-Differenztest: $\chi^2_{[1]} = 45,62$; $p < ,01$); die Korrelation zwischen dem handlungsbezogenen und dem nicht-handlungsbezogenen Wissen erreicht hier einen Wert von $r = ,71$ ($p < ,01$). Am besten auf die Daten passend (RMSEA = ,03; CFI = ,96; WRMR = ,98) zeigt sich jedoch eine weitere, zusätzliche Ausdifferenzierung nach mathematischen Inhaltsbereichen und Aufgabenstellungen, so dass insgesamt fünf Dimensionen (vier nicht-handlungsbezogene und eine handlungsbezogene) zu unterscheiden sind: Rechnen mit Maßeinheiten, Prozentrechnung, Winkelfunktionen, nicht-handlungsbezogene Textaufgaben und handlungsbezogene Textaufgaben.¹⁷ Eine aufgrund der mittleren bis sehr starken Korrelationen ($,49 \leq r \leq ,84$) zwischen den fünf Subdimensionen angemessen erscheinende Modellierung unter einen Generalfaktor (technische Mathematik) ergibt ebenfalls zufriedenstellende Fitwerte (RMSEA = ,03; CFI = ,95; WRMR = 1,02), so dass in Folge dieses Modell präferiert wird (vgl. auch Abbildung 8).

H_2 , nach der sich die in der beruflichen Grundbildung identifizierten Subdimensionen berufsfachlichen Wissens (d. h. technologisches Wissen, technische Mathematik und technisches Zeichnen) auch am Ende der Ausbildung bestätigen lassen, wird ebenfalls gestützt. Das unterstellte dreidimensionale Modell passt besser auf die Daten als alternativ gerechnete ein- und zweidimensionale Modelle (Chi-Quadrat-Differenztest: $\chi^2_{[3]} = 22,26$; $p < ,01$ bzw. $\chi^2_{[1]} = 8,56$; $p < ,01$). Präferiert wird hier aufgrund der recht hohen latenten Korrelationen ($,69 \leq r \leq ,80$) zwischen den drei übergeordneten Faktoren wiederum die Zusammenfassung unter einen Generalfaktor (berufsfachliches Wissen; vgl. Abbildung 8).

Zur Prüfung von H_1 , nach der zwischen dem berufsfachlichen Problemlösen und dem berufsfachlichen Wissen zwar enge Bezüge bestehen, beide Konstrukte jedoch empirisch unterscheidbar sind, nutzen wir das Generalfaktormodell des berufsfachlichen Wissens und prüfen den Zusammenhang zum berufsfachlichen Problemlösen. Verwiesen sei an dieser Stelle auf die obigen Ausführungen zur Operationalisierung des berufsfachlichen Problemlösens, die über Aufgabenstellungen erfolgte, die eine in-

17 Eine weitere Aufgliederung der Textaufgaben nach Inhalten konnte aufgrund der für diese Analyse zu geringen Itemzahl nicht geprüft werden.

tegrative Verarbeitung technologischen, technisch-mathematischen und fachzeichnerischen Wissens erforderten.¹⁸ Die latente Modellierung des Zusammenhangs zwischen dem Generalfaktor des berufsfachlichen Wissens und der berufsfachlichen Problemlösekompetenz dokumentiert ein Zusammenfallen der beiden Konstrukte (vgl. Abbildung 8).

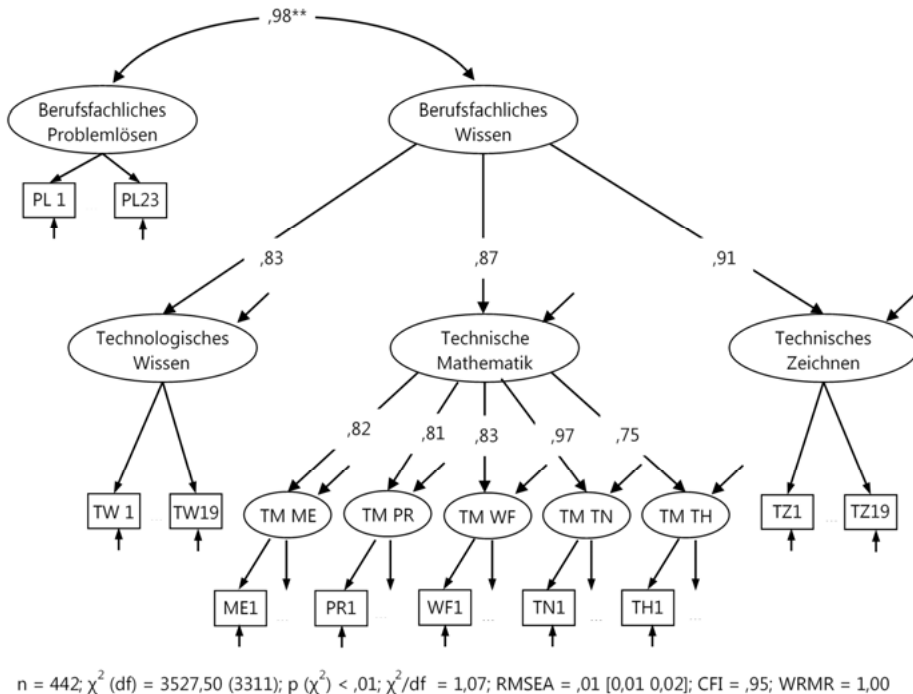


Abb. 8: Zweidimensionales Strukturmodell der berufsfachlichen Kompetenz 3. Ordnung

Die Fitwerte des Modells fallen durchgängig gut aus. Das Ergebnis selbst überrascht auf den ersten Blick; wird allerdings berücksichtigt, dass das latente Konstrukt des berufsfachlichen Wissens eine integrative Abbildung der einzelnen Subdimensionen darstellt und somit die Operationalisierung, d. h. den Zuschnitt der Aufgaben der berufsfachlichen Problemlösefähigkeit widerspiegelt, ist das Ergebnis durchaus plausibel. Bezogen auf H₁ bleibt festzuhalten, beide Konstrukte sind bei einer latenten Modellierung des berufsfachlichen Wissens als Generalfaktor auf der Basis der eingesetzten Papier- und Bleistifttests nicht trennbar, die Bezüge fallen letztlich höher aus als erwartet.¹⁹

18 Zum Teil wurde auch nur die integrative Verarbeitung von zwei Wissensdimensionen eingefordert.

19 Eine wie für die Grundstufe vorgenommene gemeinsame Modellierung aller vier Subdimensionen unter einen Generalfaktor „Berufsfachliche Kompetenz“ erscheint vor diesem Hintergrund zunächst ebenfalls sinnvoll, jedoch weist die hohe Faktorladung des berufsfachlichen Problemlösens ($\beta_1 = ,98$) eher auf eine

4.3 Zusammenhangsanalysen und Erklärungsmodelle (Hypothesen 4 bis 6)

Wir präsentieren hier in einem ersten Schritt ein Erklärungsmodell, das auf den querschnittlich vorliegenden Daten basiert und vor allem dem Zweck dient, zunächst ohne die Einbindung des berufsfachlichen Vorwissens eine erste Abschätzung vorzunehmen, welche der erhobenen Qualitätsmerkmale und motivationalen Variablen mit der berufsfachlichen Kompetenz am Ende der Ausbildung assoziiert sind. Wir nutzen angesichts der oben berichteten Ergebnisse zur berufsfachlichen Kompetenzstruktur die fachspezifische Problemlösekompetenz als Kriteriumsvariable. Das in Abbildung 9 dargestellte Modell zeigt eine aus Gründen der Sparsamkeit präferierte Variante, in welche nach einer ersten Modellprüfung nur jene unabhängigen Variablen, Pfade und Zusammenhänge einbezogen wurden, die direkt oder auch indirekt signifikante Beiträge erbringen.²⁰

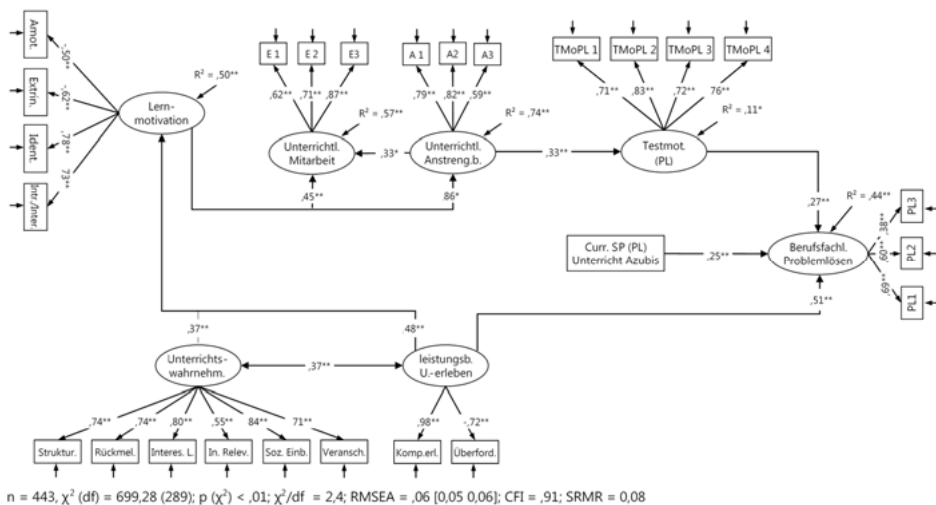


Abb. 9: Erklärungsmodell der berufsfachlichen Problemlösekompetenz (Querschnitt)

Die errechnete Modellgüte ist akzeptabel. Die schulischen Qualitätsmerkmale erbringen für die schulische Lernmotivation eine Varianzaufklärung von 50 % und gehen über

einfaktorielle Lösung hin, d. h. der Generalfaktor wird nahezu vollständig durch das berufsfachliche Problemlösen repräsentiert.

²⁰ Anmerkung: Es wurde zunächst stets das theoretisch unterstellte Modell gerechnet und geprüft. Im Falle nicht akzeptabler Fitwerte wurden allerdings post hoc Veränderungen entsprechend theoretisch ebenfalls plausibler Variablenzusammenhänge vorgenommen. Zudem wurden entsprechend des Postulats des Einfachheitskriteriums einer Theorie (vgl. ROST 2004) die nicht signifikanten Pfade des theoretisch unterstellten Modells sukzessive entfernt (vgl. zum Vorgehen auch BYRNE 2012). Die daraus resultierenden Modelle besitzen somit streng genommen explorativen Charakter und wären in weiteren Studien erneut zu prüfen. Das Konstrukt der unterrichtlichen Mitarbeit erbringt ebenfalls keinen signifikanten Beitrag zur Varianzaufklärung, wurde jedoch im Modell belassen, da dessen Einbezug das Zusammenspiel der verschiedenen Motivationsmomente erhellt.

das latent modellierte Unterrichtserleben (Kompetenzerleben, Überforderung) auch direkt als Prädiktoren der fachlichen Problemlösekompetenz ein. Weitere, wenngleich schwächere Erklärungsbeiträge für die fachliche Problemlösekompetenz erbringen die curricularen Schwerpunktsetzungen im Lernfeldunterricht (Einschätzung durch die Auszubildenden selbst) und die Testmotivation. Die auf den Lernfeldunterricht bezogene Lernmotivation wird indirekt über die unterrichtliche Anstrengungsbereitschaft und die Testmotivation erklärungsrelevant. D. h., jene Motivationsausprägung, die direkt auf die Leistungssituation (d. h. den Test) bezogen ist, geht direkt und alle anderen Motivationsindikatoren nur indirekt in das Erklärungsmodell ein. Die betrieblichen Qualitätsmerkmale liefern ebenso wie die inhaltlichen Schwerpunktsetzungen im Betrieb (wiederum eingeschätzt durch die Auszubildenden) keine signifikanten Erklärungsbeiträge. Bezogen auf H4 bedeutet dies, dass der angenommene direkte Einfluss der curricularen Schwerpunktsetzungen im Lernfeldunterricht und der Testmotivation für die fachliche Problemlösekompetenz am Ende der Ausbildung bestätigt wird. Im Falle der schulischen Qualitätsmerkmale wird H4 bezogen auf die Unterrichtswahrnehmung ebenfalls gestützt. Dass die als leistungsbezogenes Unterrichtserleben bezeichnete Variable direkten Einfluss auf die berufsfachliche Problemlösekompetenz nimmt, widerspricht jedoch den in H4 geäußerten Erwartungen. Nicht erwartungskonform ist zudem, dass die weiteren erfassten motivationalen Merkmale (Lernmotivation sowie unterrichtliche Mitarbeit und Anstrengung) nur indirekt und die betrieblichen Qualitätsmerkmale gar nicht in die Erklärung eingehen.

Die längsschnittliche Modellierung kann nur für jene Probandengruppe ($N = 112$) erfolgen, die bereits in der Vorstudie während des ersten Ausbildungsjahres begleitet wurde. Wie bereits dargestellt (vgl. Abbildung 6) wurden in dieser vorausgegangenen Studie als kognitive Eingangsmerkmale das berufsfachliche Vorwissen, allgemeine mathematische Kompetenzen und die kognitiven Grundfähigkeiten erhoben; sprachliche Kompetenzen konnten wegen zeitlicher Restriktionen lediglich in einer groben Näherung über die Muttersprache erfasst werden. Ebenso wie das berichtete Querschnittsmodell wurden die Längsschnittmodelle auf die Erklärung der berufsfachlichen Problemlösekompetenz ausgerichtet. Aufgrund der relativ kleinen Fallzahl waren lediglich reduzierte Modelle rechenbar, d. h., es konnten nicht alle theoretisch relevanten und verfügbaren unabhängigen Variablen in ein Modell einbezogen werden. Geprüft wurden deshalb Modelle, in welche neben den kognitiven Merkmalen, die erfahrungsgemäß besonders große Erklärungsbeiträge erbringen, sukzessive die curricularen Schwerpunktsetzungen, motivationale Merkmale und Qualitätsmerkmale des Unterrichts eingebunden wurden. Präsentiert wird hier unter Einbezug der curricularen Schwerpunktsetzungen im Lernfeldunterricht jenes Modell, das den größten Anteil der Varianz der berufsfachlichen Problemlösekompetenz erklärt (42 %).



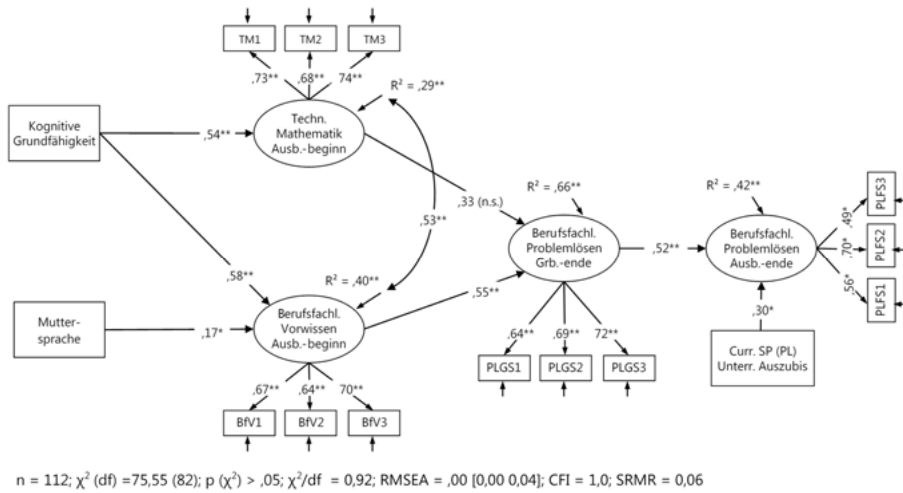


Abb. 10: Erklärungsmodell berufsfachlicher Kompetenz (Längsschnitt) unter Berücksichtigung der curricularen Schwerpunktsetzungen

Wie aus Abbildung 10 ersichtlich, erklärt das berufsfachliche Problemlösen am Ende der Grundbildung den größten Anteil der berufsfachlichen Problemlösekompetenz. Die Prädiktionskraft der curricularen Schwerpunktsetzungen im Lernfeldunterricht aus der Sicht der Schülerinnen und Schüler ist jedoch ebenfalls beachtlich. Im Vergleich zu dem in Abbildung 2 präsentierten Modell zur Erklärung der berufsfachlichen Kompetenz am Ende der Grundstufe zeigen sich einige bemerkenswerte Unterschiede, die vor allem auf zwei Ursachen zurückzuführen sein dürften: (1) bezieht das in Abbildung 10 dargestellte Längsschnittmodell nur die zum Ende der Grundstufe erfassten berufsfachlichen Problemlösekompetenzen und nicht wie in Abbildung 2 den Generalfaktor der berufsfachlichen Kompetenzen inklusive der weiteren Subdimensionen ein; (2) beschränkt sich der Längsschnitt bis zum Ende der Fachstufe auf die Auszubildenden des Zimmererhandwerks. In die der Abbildung 2 zugrundeliegenden Stichprobe wurden hingegen auch Auszubildende der Berufe Fliesenleger und Stuckateure einbezogen, die sich nicht nur in ihren kognitiven Eingangsvoraussetzungen deutlich von den Zimmerern unterscheiden (bspw. kognitive Grundfähigkeiten $d = ,61; p < ,001$; vgl. NORWIG/PETSCH/NICKOLAUS 2017), sondern ebenso in ihren sozialen Merkmalen, wie z. B. in den Anteilen der Jugendlichen mit Migrationshintergrund, die in der Gruppe der Zimmerer deutlich niedriger ausfallen (ebd.). Vergleicht man vor diesem Hintergrund die beiden Modelle in Abbildung 2 und Abbildung 10 miteinander, so sind vor allem zwei Momente auffällig: Zum einen gehen die kognitiven Grundfähigkeiten nicht direkt in die Erklärung der berufsfachlichen Problemlösekompetenz am Ende des ersten Ausbildungsjahres ein, zum anderen verliert die Muttersprache ihren signifikanten Einfluss auf die mathematischen Kompetenzen am Ausbildungsbeginn und wird nur noch mit einem deutlich geringeren Gewicht für das berufsfachliche Vorwissen prädiktiv. Bezo-

gen auf das berufsfachliche Problemlösen – welches im Anschluss an die Ergebnisse zu H₃ als repräsentativ für die hier erfasste berufsfachliche Kompetenz betrachtet werden kann – stützen diese Ergebnisse H₅, wonach erwartet wurde, dass die Eingangsvoraussetzungen zu Beginn der Grundstufe nur über die berufsfachliche Problemlösekompetenz am Ende der Grundstufe prädiktive Kraft für das berufsfachliche Problemlösen am Ende der Ausbildung entfalten.

Alternativ gerechnete Erklärungsmodelle (hier nicht dargestellt) unter Einbezug der auf das Problemlösen bezogenen Testmotivation bzw. dem „leistungsbezogenen Unterrichtserleben“ als Ausschnitt schulischer Qualitätsmerkmale erbringen etwas geringere Anteile an erklärter Varianz (im Falle der Testmotivation von 40 %, im Falle des Unterrichtserlebens von 32 %) und weisen vergleichsweise schlechtere bzw. ungenügende Fitwerte (Modell_{T-Mot}: RMSEA = ,05; CFI = ,93; SRMR = 0,10; Modell_{U-Erleb}: RMSEA = ,09; CFI = ,83; SRMR = 0,18) auf. Ursächlich hierfür zeigen sich stärkere Zusammenhänge mit den in der Grundstufe erfassten kognitiven Voraussetzungen und Kompetenzmaßen. Eine ergänzende Modellierung unter Einbezug des Unterrichtserlebens, in der berücksichtigt wurde, dass das Unterrichtserleben seinerseits von den vorgängigen kognitiven Voraussetzungen bestimmt wird, passt dementsprechend deutlich besser auf die Daten (vgl. Abbildung 11). Augenfällig wird der sehr hoch ausfallende standardisierte Pfadkoeffizient von der berufsfachlichen Problemlösekompetenz am Ende des ersten Ausbildungsjahres auf das „Unterrichtserleben“.²¹ Jene Merkmale, die im Qualitätsfaktor „Unterrichtswahrnehmung“ zusammengefasst sind (bspw. Feedbackqualität, Klarheit) sind selbst nur indirekt über die Motivation für die Problemlösekompetenz mit einem geringen Beitrag relevant und korrelativ auch vergleichsweise schwach mit dem Unterrichtserleben ($r = ,37$) assoziiert (vgl. Abbildung 9). Aus pädagogischer Sicht kann der Befund in einer ersten Interpretationsvariante als Hinweis auf einen wenig adaptiven Unterricht gedeutet werden, d. h. es gelingt im Unterricht nicht (z. B. durch Binnendifferenzierung) für die unterschiedlichen Leistungsgruppen eine Lernumgebung zu schaffen, die auch den Leistungsschwächeren Kompetenzerleben oder ein Ausbleiben von Überforderung ermöglicht. In einer zweiten Interpretationsvariante wäre auch denkbar, die hohe prädiktive Kraft des berufsfachlichen Problemlösens für das Unterrichtserleben als Indikator dafür zu deuten, dass dieses Unterrichtserleben durch generelle Merkmale bzw. durch vorgängige Dispositionen der Person geprägt ist und nur wenig Information zur Unterrichtssituation selbst enthält. Welche dieser Interpretationen eher angemessen ist, wäre in weiteren Analysen zu prüfen. Die am vorliegenden Datensatz vorgenommene Prüfung des Zusammenhangs des Unterrichtserlebens mit

21 Dieser hohe Effekt ist zugleich ursächlich dafür, dass der direkte Effekt des berufsfachlichen Problemlösens zum Ende der Grundbildung auf die berufsfachliche Problemlösekompetenz am Ausbildungsende unter Einfluss des leistungsbezogenen Unterrichtserlebens vergleichsweise geringer ausfällt und die Signifikanzgrenze deutlich verfehlt ($p < ,05$). Ebenso schwächt dieser starke Zusammenhang die Erklärungskraft des Unterrichtserlebens für die berufsfachliche Problemlösekompetenz am Ende der Ausbildung, dessen Erklärungsbeitrag zwar betragsmäßig als bedeutsam, jedoch ebenfalls als nicht signifikant ausgewiesen wird (vgl. Abbildung 11).

den kognitiven Grundfähigkeiten bestätigt einen signifikanten Zusammenhang ($r = ,71$; $p < ,001$), der jedoch in beide Interpretationsvarianten plausibel integrierbar ist.

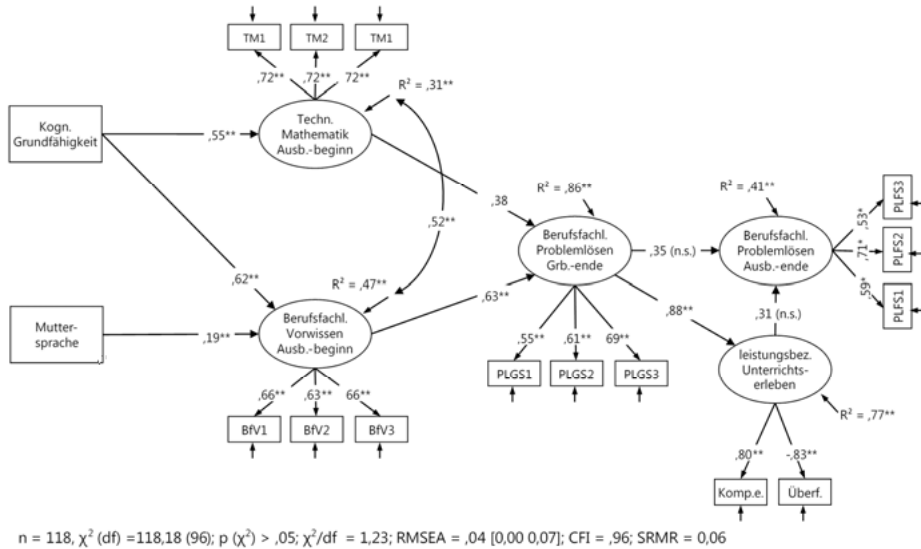


Abb. 11: Erklärungsmodell berufsfachlicher Kompetenz (Längsschnitt) unter Berücksichtigung des leistungsbezogenen Unterrichtserlebens

Bezogen auf H6, in der eine im Vergleich zu Monoberufen geringere prädiktive Kraft der fachlichen Kompetenzausprägung für deren Ausprägung am Ende der Ausbildung unterstellt wurde, sind die Implikationen der Modellierungsvarianten im Auge zu behalten. Vergleichbar sind letztlich lediglich Modellierungen, in welchen die gleichen Variablensets²² einbezogen wurden und diese ebenfalls als latente Konstrukte abgebildet werden konnten. Dies gilt beispielsweise für die Berufe des Mechatronikers und des Fachinformatikers. Im Falle der Mechatroniker wird wie unterstellt eine deutlich höhere prädiktive Kraft der berufsfachlichen Kompetenzausprägung, die in der Mitte des zweiten Ausbildungsjahres erhoben wurde, bescheinigt.²³ Selbst das berufsfachliche Vorwissen zu Beginn der Ausbildung erreicht eine höhere prädiktive Kraft als die fachliche Problemlösekompetenz am Ende des ersten Ausbildungsjahres bei den Zimmerern (NICKOLAUS u. a. 2015b). Gleiches gilt auch für den Ausbildungsgang des Fachinforma-

- 22 Die Vergleichbarkeit der hier für das berufsfachliche Problemlösen durchgeführten Analysen mit Studien, die mit übergeordneten Konstrukten wie der berufsfachlichen Kompetenz (unter Einbezug des berufsfachlichen Wissens) operieren ist aufgrund der unter H3 dargestellten engsten Bezüge der hier einbezogenen Dimensionen unserer Ansicht nach gegeben.
- 23 Im Falle der Mechatroniker berichten NICKOLAUS u. a. 2015b etwa doppelt so starke Pfadkoeffizienten zwischen dem Fachwissen zum Zeitpunkt der Zwischenprüfung und der Problemlösekompetenz am Ende der Ausbildung (NICKOLAUS u. a. 2015b, S. 352) als in Abbildung 11 ausgewiesen.

tikers (NITZSCHKE u. a. 2016). In anderen längsschnittlichen Untersuchungen wurden die Modellierungen, soweit wir das übersehen, mit manifesten Werten vorgenommen, was in der Regel zu Unterschätzungen führen dürfte und einen direkten Vergleich erschwert. Insgesamt erachten wir die Ergebnisse zwar im Einklang mit der theoretischen Ausgangsüberlegung, wonach berufsspezifischen fachlichen Leistungsindikatoren eine höhere prädiktive Kraft als berufsfeldübergreifenden Leistungsindikatoren unterstellt werden kann. Wünschenswert wären allerdings wesentlich breitere Absicherungen, die ausschließlich in aufwändigen Längsschnittstudien möglich sind.

5. Diskussion

Die Ergebnisse zur Kompetenzstruktur am Ende der Ausbildung bestätigen zunächst bezogen auf das berufsfachliche Wissen die bereits am Ende der berufsfeldübergreifend angelegten Berufsgrundbildung identifizierte Struktur, die die klassische, vor der Einführung des Lernfeldunterrichts auch curricular verankerte Fachstruktur (Fachkunde, Fachzeichnen, Fachrechnen) widerspiegelt. Die Assoziation dieser Subdimensionen fällt geringer aus als am Ende der Grundstufe, d. h. es kommt im Laufe der Ausbildung trotz des (formell implementierten) Lernfeldansatzes zu keiner stärkeren integrativen Verarbeitung der Wissensbereiche.²⁴ Sofern das berufsfachliche Wissen im Rückgriff auf die Subdimensionen als Generalfaktor modelliert wird, fallen die fachliche Problemlösekompetenz, die in dieser Untersuchung als Fähigkeit operationalisiert wurde, die verschiedenen Wissensbereiche integrativ zu verarbeiten, und das Fachwissen zusammen. In einer forschungsmethodischen Perspektive öffnet das die Option, fachliche Problemlösekompetenzen, wie sie hier adressiert wurden, über die Ausprägungen der Fachwissenskomponenten abzuschätzen. Der Versuch, über Papier- und Bleistifttests das fachsystematische (nicht-handlungsbezogene) und handlungsbezogene Wissen als empirisch unterscheidbare Subdimensionen des Fachwissens zu erheben, ist lediglich im Bereich des Fachrechnens gelungen. Denkbar wäre in Folgeuntersuchungen, das Handlungswissen im Bereich des Fachzeichnens mit einem stärkeren Bezug zu den einschlägigen Fertigkeiten zu erheben. Als eine in anderen Domänen erprobte Variante käme dazu beispielsweise der Einsatz von Videovignetten in Frage, die gegebenenfalls auch im Bereich des technologischen Wissens eine gangbare Option darstellen könnten.

Erwähnenswert scheinen in einer strukturellen Perspektive auch die Ergebnisse zu den Messmodellen schulischer und betrieblicher Ausbildungsqualität sowie der Lernmotivation. Die Ausdifferenzierung des Konstrukts schulischer Unterrichtsqualität in (1) die Wahrnehmung der Unterrichtsgestaltung und (2) die eher auf einer leistungsbezogene Verarbeitungsebene angesiedelten Qualitätsfacetten des Kompetenzerle-

24 Aus Gründen der curricularen Validität wurden am Ende der Grund- bzw. Fachstufe unterschiedliche Itemsets eingesetzt, was Aussagen, die auf einen direkten Vergleich der jeweils ermittelten Korrelationen abzielen, in ihrer Belastbarkeit einschränkt.

bens und der Überforderung scheint theoretisch plausibel. Mit dem zur betrieblichen Ausbildungsqualität generierten Messmodell liegt erstmals eine Variante vor, die den üblichen Gütekriterien genügt. Sowohl für das Instrument IBAQ als auch das MIZE-BA wurden bislang Fitwerte berichtet, die für eine unbefriedigende Passung der dort vorgestellten Modelle sprechen (VELTEN/SCHNITZLER 2012; ZIMMERMANN/WILD/MÜLLER 1999). Auch das zur Lernmotivation generierte Messmodell stützt die Grundannahmen von PRENZEL u. a. (1996).

Die Ergebnisse zu den untersuchten Erklärungsmodellen fügen sich einerseits in die Befundlage ein, bieten allerdings auch einige Hinweise, die für die künftige Forschung in diesem Feld und die Interpretation der auch an anderer Stelle berichteten Ergebnisse bedeutsam scheinen.

Das mit den Querschnittsdaten gerechnete Erklärungsmodell kann einerseits als Hinweis auf die hohe prädiktive Kraft der Unterrichtswahrnehmung und des Unterrichtserlebens für die motivationalen Prozesse gedeutet werden, die auch in Längsschnittstudien verschiedentlich bestätigt wurde. Zum anderen wird deutlich, dass die unterrichtsnah erhobenen Motivationsmerkmale (besonders die unterrichtliche Anstrengungsbereitschaft) moderiert über die Testmotivation leistungsrelevant werden. Ob die retrospektiven Angaben zur testbezogene Leistungsmotivation auch durch die subjektiv wahrgenommene Leistungserbringung in der Testsituation beeinflusst sind, wäre zu prüfen.

Bezogen auf die längsschnittliche Modellierung werden die Aussagemöglichkeiten zu den relevanten Prädiktoren durch die relativ kleine Stichprobe des Längsschnitts restringiert, die letztlich dazu führt, dass nicht alle potentielle Prädiktoren zugleich einbezogen werden konnten. Die größte Erklärungskraft (42 % Varianzaufklärung) kommt dem in Abbildung 10 präsentierten Modell zu, in welches die curricularen Schwerpunktsetzungen aus der Sicht der Auszubildenden eingebunden wurden. Die alternativ gerechneten Modelle unter Einbezug der Testmotivation bzw. des Unterrichtserlebens passen weniger gut auf die Daten und erbringen etwas niedrigere Varianzaufklärungen (Testmotivation 40 %, Unterrichtserleben 32 %), verweisen jedoch prinzipiell auch auf deren Erklärungsrelevanz. Bezogen auf die Testmotivation könnte dieses Ergebnis Anlass geben, deren Ausprägung in einschlägigen Untersuchungen künftig zu kontrollieren. Bemerkenswert scheint, dass die Erklärungskraft der am Ende der Grundstufe mit einem berufsfeldübergreifend ausgerichteten Kompetenztest erhobenen Leistungen weit geringer ausfällt, als dies in Berufen der Fall ist, in welchen bereits in der Grundstufe eine stärkere Ausrichtung des Curriculums an den berufsspezifischen Anforderungen erfolgt. In Verbindung mit den an anderer Stelle dokumentierten negativen motivationalen Effekten berufsfeldaffiner, jedoch ausbildungsberufsspezifisch fremder Lernfelder (PETSCH/NORWIG/NICKOLAUS 2015), könnte das auch Anlass geben, die berufsfeldübergreifende Grundausbildung zu überdenken, die bei einer ohnehin eher leistungsschwächeren Klientel die verfügbare Unterrichtszeit für berufsspezifische Lerninhalte begrenzt. Dass die curricularen Gewichte offensichtlich für die berufsfachliche Kompetenz mit bemerkenswertem Gewicht erklärungsrelevant werden, stützt diesen Gedanken.

Für die weitere Forschung zur Erklärungskraft von Qualitätsmerkmalen der pädagogischen Handlungsprogramme ist u. E. der in Abbildung 11 dokumentierte Einfluss der vorgängigen berufsfachlichen Leistungen auf die Zuschreibungen der Auszubildenden von besonderem Interesse. Üblicherweise wird unterstellt, dass die Qualitätsmerkmale für die Leistungsentwicklung prädiktiv werden. Sofern deren Erfassung über Zuschreibungen der Auszubildenden erhoben wird, muss nach den vorgelegten Analysen jedoch damit gerechnet werden, dass die umgekehrte Wirkungsrichtung stärker ist als in der üblicherweise unterstellten Form. Das gilt insbesondere für die leistungsnahen Merkmale des Kompetenzerlebens und die Überforderung. Für die Unterrichtswahrnehmungen ergeben sich deutlich geringere Assoziationen zu den erzielten berufsfachlichen Leistungen; sie zeigen allenfalls marginal (und nicht signifikante) prädiktive Kraft für die Problemlöseleistungen am Ende der Ausbildung ($\beta_1 = ,19$; $p > ,05$). Der Pfadkoeffizient zwischen den Problemlöseleistungen am Ende der Grundstufe und den in der Fachstufe erhobenen Unterrichtswahrnehmungen fällt noch geringer und ebenfalls nicht signifikant aus ($\beta_1 = ,14$; $p > ,05$).²⁵ Die stark ausgeprägten Zusammenhänge zwischen dem leistungsbezogenen Unterrichtserleben, und den gezeigten Problemlöseleistungen legen den Gedanken nahe, dass keine (effektiven) Anstrengungen unternommen werden, um den Unterricht für die verschiedenen Leistungsgruppen adaptiv zu gestalten. Interessant scheinen diese Ergebnisse auch im Hinblick auf die Aussagekraft von Selbsteinschätzungen zu eigenen Leistungen. Während im Mittel zwischen Testleistungen und Selbsteinschätzungen lediglich Korrelationen in der Größenordnung von $r = ,2$ berichtet werden (VOLLMERS/KINDERVATER 2010), werden in dieser Untersuchung über die leistungsbezogenen Maße des Unterrichtserlebens wesentlich bessere Annäherungen an die tatsächlichen Leistungsmerkmale erreicht. Ob dies perspektivisch ein brauchbares Verfahren in anderen Kontexten darstellen könnte, wäre zu prüfen. Wie bereits angemerkt, sind bei der Interpretation der hier berichteten Ergebnisse die Einschränkungen aufgrund der vergleichsweise kleinen Stichprobe zu berücksichtigen, die auch für die fehlende Signifikanz der Pfadkoeffizienten in Abbildung 11 ursächlich sein dürften.

Literatur

- ABELE, S. (2014): Modellierung und Entwicklung berufsfachlicher Kompetenz in der gewerblich-technischen Ausbildung. Stuttgart: Steiner.
- ABELE, S. / GREIFF, S. / GSCHWENDTNER, T. / WÜSTENBERG, S. / NICKOLAUS, R. / NITZSCHKE, A. / FUNKE, J. (2012): Dynamische Problemlösekompetenz. Ein bedeutsamer Prädiktor von Problemlöseleistungen in technischen Anforderungskontexten? In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 15 (2), S. 363–391.

25 Die angegebenen Werte basieren auf einer Modellierung, die nur die drei genannten Konstrukte umfasst ($n = 129$; $RMSEA = ,08$; $CFI = ,92$; $SRMR = ,07$).

- ACHTENHAGEN, F. / WINTHER, E. (2009): Konstruktvalidität von Simulationsaufgaben: Computergestützte Messung berufsfachlicher Kompetenz – am Beispiel der Ausbildung von Industriekaufleuten. Bericht an das Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- ACKERMAN, P. L. (1992): Predicting individual differences in complex skill acquisition: Dynamics of ability determinants. In: *Journal of Applied Psychology*, 77 (5), S. 598–614.
- ACKERMAN, P. L. (1996): A theory of adult intellectual development: Process, personality, interests, and knowledge. In: *Intelligence*, 22 (2), S. 227–257.
- ACKERMAN, P. L. (2000): Domain-specific knowledge as the „dark matter“ of adult intelligence: Gf/Gc, personality and interests correlates. In: *Journal of Gerontology: Psychological Science*, 55 (2), S. 69–84.
- ACKERMAN, P. L. / ROLFHUS, E. L. (1999): The locus of adult intelligence: Knowledge, abilities, and non-ability traits. In: *Psychology and Aging*, 14 (2), S. 314–330.
- AMELANG, M. / BARTUSSEK, D. / STEMLER, G. / HAGEMANN, D. (2006): *Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung* (6. Vollständig überarbeitet Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.
- ANDERSON, L. W. / KRATHWOHL, D. R. (Hrsg., 2001): *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- BECK, K. / LANDENBERGER, M. / OSER, F. (2016): Technologiebasierte Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung. Ergebnisse aus der BMBF-Förderinitiative ASCOT. Bielefeld: W. Bertelsmann.
- BLOOM, B. (Hrsg., 1956): *Taxonomy of Educational Objectives. The classification of Educational Goals, Handbook I: Cognitive Domain*. 1st ed. New York: Longmans Green.
- BOS, W. / LANKES, E.-M. / PRENZEL, M. / SCHWIPPERT, K. / VALTIN, R. / VOSS, A. / WALTHER, G. (2005): *IGLU – Skalenhandbuch zur Dokumentation der Erhebungsinstrumente*, Münster: Waxmann.
- BÜNNING, F. (2008): *Experimentierendes Lernen in der Bau- und Holztechnik. Entwicklung eines fachdidaktisch begründeten Experimentalkonzepts als Grundlage für die Realisierung eines handlungsorientierten Unterrichts für die Berufsfelder der Bau- und Holztechnik*. Magdeburg (Habilitationsschrift).
- BYRNE, B. M. (2012): *Structural equation modeling with Mplus*. New York [u. a.]: Routledge.
- CATTELL, R. B. (1987): *Intelligence: Its structure, growth and action*. Amsterdam: North-Holland.
- DAMMANN, E. / BEHRENDT, S. / ȘTEFĂNICĂ, F. / NICKOLAUS, R. (2016): Kompetenzniveaus in der ingenieurwissenschaftlichen akademischen Grundbildung – Analysen im Fach Technische Mechanik. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 19 (2), S. 351–374.
- GEISSEL, B. (2008): Ein Kompetenzmodell für die elektrotechnische Grundbildung: Kriteriumsorientierte Interpretation von Leistungsdaten. In: R. NICKOLAUS / H. SCHANZ (Hrsg.): *Didaktik gewerblich-technischer Berufsbildung*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, S. 121–142.
- GÖNNENWEIN, A. / NITZSCHKE, A. / SCHNITZLER, A. (2011): Fachkompetenzerfassung in der gewerblichen Ausbildung am Beispiel des Ausbildungsberufs Mechatroniker/-in. Entwicklung psychometrischer Fachtests. In: *Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis – BWP*, 5, S. 14–18.
- GSCHWENDTNER, T. (2008): Raschbasierte Modellierung berufsfachlicher Kompetenz in der Grundbildung von KraftfahrzeugmechatronikerInnen. In: K. BREUER / T. DEISSINGER / D. MÜNK (Hrsg.): *Probleme und Perspektiven der Berufs- und Wirtschaftspädagogik aus nationaler und internationaler Sicht*. Opladen: Budrich, S. 21–30.
- GSCHWENDTNER, T. / ABELE, S. / NICKOLAUS, R. (2009): Computersimulierte Arbeitsproben: Eine Validierungsstudie am Beispiel der Fehlerdiagnoseleistung von KFZ-Mechatronikern. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 105 (4), S. 557–578.
- GSCHWENDTNER, T. (2011). *Die Ausbildung zum Kraftfahrzeugmechatroniker im Längsschnitt. Analysen zur Struktur von Fachkompetenz am Ende der Ausbildung und Erklärung von Fach-*

- kompetenzentwicklungen über die Ausbildungszeit. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, Beiheft 25, 55–76.
- HATTIE, J. (2009): *Visible Learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge.
- HELMKE, A. / WEINERT, F. E. (1997): Bedingungsfaktoren schulischer Leistung. In: F. E. WEINERT (Hrsg.): *Psychologie des Unterrichts und der Schule*. Göttingen u. a.: Hogrefe, S. 71–176.
- HÜLSHEGER, U. R. / MAIER, G. W. / STUMPP, T. (2007): Validity of general mental ability for the prediction of job performance and training success in Germany: A meta-analysis. In: *International Journal of Selection and Assessment*, 15 (1), S. 3–18.
- KNÖLL, B. (2007): *Differenzielle Effekte von methodischen Entscheidungen und Organisationsformen beruflicher Grundbildung auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung in der gewerblich-technischen Erstausbildung*. Stuttgart (Dissertationsschrift). Aachen: Shaker.
- KUNTER, M. / SCHÜMER, G. / ARTELT, C. / BAUMERT, J. / KLIEME, E. / NEUBRAND, M. / PRENZEL, M. / SCHIEFELE, U. / SCHNEIDER, W. / STANAT, P. / TILLMANN, K.-J. / WEISS, M. (2002): *PISA 2000: Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. In: M. KUNTER / G. SCHÜMER / C. ARTELT / J. BAUMERT / E. KLIEME / M. NEUBRAND / M. PRENZEL / U. SCHIEFELE / W. SCHNEIDER / P. STANAT / K.-J. TILLMANN / M. WEISS (Hrsg.): *Materialien aus der Bildungsforschung (72)*. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- KYLLONEN, P. C. / WOLTZ, D. J. (1989): Role of cognitive factors in the acquisition of cognitive skill. In: R. KANFER / P. L. ACKERMAN / R. CUDECK (Hrsg.): *Abilities, motivation, and methodology. The Minnesota symposium on learning and individual differences*. Hillsdale NJ: Erlbaum, S. 239–280.
- KYLLONEN, P. C. / STEPHENS, D. L. (1990): Cognitive abilities as determinants of success in acquiring logic skill. In: *Learning and Individual Differences*, 2 (2), S. 129–160.
- LEHMANN, R. / SEEGER, S. (2007): *Untersuchungen von Leistungen, Motivation und Einstellungen der Schülerinnen und Schüler in den Abschlussklassen der Berufsschulen (ULME III)*. Behörde für Bildung und Sport, Hamburg.
- MUTHÉN, L. K. / MUTHÉN, B. O. (1998–2016): *Mplus User's Guide*. Sixth Edition. Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- NICKOLAUS, R. / KNÖLL, B. / GSCHWENDTNER, T. (2006): Methodische Präferenzen und ihre Effekte auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung – Ergebnisse aus Studien in anforderungsdifferenten elektrotechnischen Ausbildungsberufen in der Grundbildung. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 102 (4), S. 552–577.
- NICKOLAUS, R. / GSCHWENDTNER, T. / KNÖLL, B. (2006): Handlungsorientierte Unterrichtskonzepte als Schlüssel zur Bewältigung problemhaltiger Aufgaben?. In: G. MINNAMEIER / E. WUTTKE: *Berufs- und wirtschaftspädagogische Grundlagenforschung – Lehr-Lern-Prozesse und Kompetenzdiagnostik*. Festschrift für Klaus Beck. Frankfurt a. M. u. a.: Lang, S. 209–224.
- NICKOLAUS, R. / GSCHWENDTNER, T. / GEISSEL, B. (2008): Entwicklung und Modellierung beruflicher Fachkompetenz in der gewerblich-technischen Grundbildung. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 104 (1), S. 48–73.
- NICKOLAUS, R. / GSCHWENDTNER, T. / GEISSEL, B. (2009): Betriebliche Ausbildungsqualität und Kompetenzentwicklung. In: *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online*, Ausgabe 17. Abrufbar unter: http://www.bwpat.de/ausgabe17/nickolaus_etal_bwpat17.pdf (17.07.2013).
- NICKOLAUS, R. / ROSENDAHL, J. / GSCHWENDTNER, T. / GEISSEL, B. / STRAKA, G. A. (2010): Erklärungsmodelle zur Kompetenz- und Motivationsentwicklung bei Bankkaufleuten, Kfz-Mechatronikern und Elektronikern. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, Beiheft 23, S. 73–87.
- NICKOLAUS, R. (2010): Einflüsse der Methodenwahl auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung – eine Übersicht zu Ergebnissen empirischer Untersuchungen. In: *Lehren und Lernen*, 25 (98), S. 56–61.

- NICKOLAUS, R. / GEISSEL, B. / ABELE, S. / NITZSCHKE, A. (2011): Fachkompetenzmodellierung und Fachkompetenzentwicklung bei Elektronikern für Energie- und Gebäudetechnik im Verlauf der Ausbildung – Ausgewählte Ergebnisse einer Längsschnittstudie. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Beiheft 25, S. 77–94.
- NICKOLAUS, R. / ABELE, S. / GSCHWENDTNER, T. / NITZSCHKE, A. / GREIFF, S. (2012): Fachspezifische Problemlösefähigkeit in gewerblich-technischen Ausbildungsberufen – Modellierung, erreichte Niveaus und relevante Einflussfaktoren. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), 108 (2), S. 243–272.
- NICKOLAUS, R. / MAIER, A. / NITZSCHKE, A. / SCHNITZLER, A. / VELTEN, S. / DIETZEN, A. (2015): Zur Relevanz mathematischer Kompetenzen für die Entwicklung berufsfachlicher Kompetenzen bei Auszubildenden der Mechatronik und der Fachinformatik. In: Unterrichtswissenschaft, 43. Jg. H. 3, S. 263–281
- NICKOLAUS, R. / NITZSCHKE, A. / MAIER, A. / SCHNITZLER, A. / VELTEN, S. / DIETZEN, A. (2015b): Einflüsse schulischer und betrieblicher Ausbildungsqualitäten auf die Entwicklung des Fachwissens und die fachspezifische Problemlösekompetenz. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), 111 (3), S. 333–358
- NICKOLAUS, R. / SEEBER, S. (2013): Berufliche Kompetenzen: Modellierungen und diagnostische Verfahren In: A. FREY / U. LISSMANN / B. SCHWARZ (Hrsg.): Handbuch berufspädagogischer Diagnostik. Weinheim: Beltz (im Druck).
- NICKOLAUS, R. / BEHRENDT, S. / ABELE, S. (2016): Kompetenzstrukturen bei KFZ-Mechatronikern und die Erklärungskraft des fachsystematischen Wissens für berufsfachliche Kompetenzen. Unterrichtswissenschaft, 44 (2), S. 114–130.
- NITZSCHKE, A. / NICKOLAUS, R. / VELTEN, S. / MAIER, A. / SCHNITZLER, A. / DIETZEN, A.: Kompetenzstrukturen im Ausbildungsberuf Fachinformatiker/-in. In: R. WEISS / A. DIETZEN / R. NICKOLAUS / B. RAMMSTEDT (Hrsg.): Kompetenzorientierung. Berufliche Kompetenzen entwickeln, messen und anerkennen. Bielefeld: Bertelsmann, 2016, S. 189–208
- NORWIG, K. / PETSCH, C. / NICKOLAUS, R. (2010): Förderung lernschwacher Auszubildender – Effekte des berufsbezogenen Strategietrainings (BEST) auf die Entwicklung der bautechnischen Fachkompetenz. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), 106 (2), S. 220–239.
- NORWIG, K. / PETSCH, C. / NICKOLAUS, R. (2017): Professional Competencies of Building Trade Apprentices After Their First Year of Training. In: D. LEUTNER / J. FLEISCHER / J. GRÜNKORN / E. KLIEME (Hrsg.): Competence Assessment in Education: Research, Models and Instruments. Cham: Springer International, S. 203–220.
- PEKRUN, R. / JULLIEN, S. / LICHTENFELD, S. / FRENZEL, A. / GÖTZ, T. / VOM HOFE, R. / BLUM, W. (2005): Skalenhandbuch PALMA 4. Messzeitpunkt. München: Universität, Institut für Pädagogische Psychologie
- PETSCH, C. / NORWIG, K. / NICKOLAUS, R. (2015): Berufsfachliche Kompetenzen in der Grundstufe Bautechnik. Strukturen, erreichte Niveaus und relevante Einflussfaktoren. In: A. RAUSCH / J. WARWAS / J. SEIFRIED / E. WUTTKE (Hrsg.): Konzepte und Ergebnisse ausgewählter Forschungsfelder der beruflichen Bildung. Festschrift zum 65. Geburtstag von Detlef Sembill. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, S. 59–88.
- PITTICH, D. (2013). Diagnostisch fachlich-methodischer Kompetenzen. Dissertation an der TU Darmstadt. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- PRENZEL, M. / KRISTEN, A. / DENGLER, P. / ETTLE, R. / BEER, T. (1996): Selbstbestimmt motiviertes und interessiertes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW); Beiheft 13, S. 108–127.
- ROSENDAHL, J. / STRAKA, G. A. (2011): Kompetenzmodellierung zur wirtschaftlichen Fachkompetenz angehender Bankkaufleute. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), 107 (2), S. 190–217.

- ROST, J. (2004): Lehrbuch Testtheorie – Testkonstruktion. 2. Aufl. Bern [u. a.]: Huber.
- SADALGO, J. F. / ANDERSON, N. / MOSCOSO, S. / BERTUA, C. / DE FRUYT, F. / ROLLAND, J. P. (2003): A meta-analytic study of general mental ability validity for different occupations in the European Community. In: *Journal of Applied Psychology*, 88 (6), S. 1068–1081.
- SCHMIDT, F. L. (2002): The role of general cognitive ability and job performance: Why there cannot be a debate. In: *Human Performance*, 15 (1–2), S. 187–210.
- SCHMIDT, T. / NICKOLAUS, R. / WEBER, W. (2014): Modellierung und Entwicklung des fachsystematischen und handlungsbezogenen Fachwissens von Kfz-Mechatronikern. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 110 (4), S. 549–574.
- SEEBER, S. (2008): Ansätze zur Modellierung beruflicher Fachkompetenz in kaufmännischen Ausbildungsberufen. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 104 (1), 274–97.
- SEEBER, S. (2009): Ökonomisches Verständnis. In: R. LEHMANN / E. HOFFMANN (Hrsg.): BELLA: Berliner Erhebung der Lernausgangslagen arbeitsrelevanter Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit Förderbedarf „Lernen“. Münster: Waxmann, S. 197–208.
- SEEBER, S. / LEHMAN, R. (2011): Determinanten der Fachkompetenz in ausgewählten gewerblich-technischen Berufen. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, Beiheft 25, S. 95–111.
- SUN, R. (2006): The CLARION cognitive architecture: Extending cognitive modeling to social simulation In: R. SUN (Hrsg.): *Cognition and Multi-Agent Interaction*. Cambridge University Press, New York.
- VAN WAVEREN, L. / NICKOLAUS, R. (2016): Einflüsse der Vermittlungsintensität von Schule und Betrieb auf das Fachwissen bei Elektronikern für Automatisierungstechnik. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 112 (3), S. 382–405.
- VELTEN, S. / SCHNITZLER, A. (2012): Inventar zur betrieblichen Ausbildungsqualität (IBAQ). In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 108 (4), S. 511–524.
- VOLLMERS, B. / KINDERVATER, A. (2010): Sozialkompetenzen in simulierten Berufssituationen von Auszubildenden mit Lernschwierigkeiten: Ein empirischer Vergleich von Beobachterurteilen und Selbsteinschätzungen im Modellversuch VAmB. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 106 (4), S. 517–533.
- WEISS, R. (2006): CFT 20-R. Grundintelligenztest Skala 2. Revision. Manual. Göttingen: Hogrefe.
- WINTHER, E. / ACHTENHAGEN, F. (2008): Kompetenzstrukturmodell für die kaufmännische Bildung – Adaptierbare Forschungslinien und theoretische Ausgestaltung. In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 104 (4), S. 511–538.
- WINTHER, E. / ACHTENHAGEN, F. (2009). Skalen und Stufen kaufmännischer Kompetenz. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 105(4), 521–556.
- WINTHER, E. (2010): *Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung*. Bielefeld: W. Bertelsmann.
- WU, M. L. / ADAMS, R. J. / WILSON, M. R. / HALDANE, S. A. (1998): ACER ConQest. Generalised Item Response Modelling Software. Melbourne: Camberwell.
- WÜLKER, W. (2004): Differenzielle Effekte von Unterrichtskonzeptionsformen in der gewerblichen Erstausbildung in Zimmererklassen – eine empirische Studie. Hannover (Dissertationschrift). Aachen: Shaker.
- ZIMMERMANN, M. / WILD, K.-P. / MÜLLER, W. (1999): Das „Mannheimer Inventar zur Erfassung betrieblicher Ausbildungssituationen“. (MIZEBA) In: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 95 (3), S. 373–402.
- ZLATKIN-TROITSCHANSKAIA, O. / SEIDEL, J. (2011): Kompetenz und ihre Erfassung – das neue „Theorie-Empirie-Problem“ der empirischen Bildungsforschung? In: O. ZLATKIN-TROITSCHANSKAIA (Hrsg.): *Stationen Empirischer Bildungsforschung. Traditionslinien und Perspektiven*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 218–233.

KERSTIN NORWIG

Geschwister-Scholl-Str. 24D, 70174 Stuttgart, norwig@bwt.uni-stuttgart.de

CORDULA PETSCH

Geschwister-Scholl-Str. 24D, 70174 Stuttgart, petsch@bwt.uni-stuttgart.de

REINHOLD NICKOLAUS

Geschwister-Scholl-Str. 24D, 70174 Stuttgart, nickolaus@bwt.uni-stuttgart.de



This material is under copyright. Any use outside of the narrow boundaries of copyright law is illegal and may be prosecuted.

This applies in particular to copies, translations, microfilming as well as storage and processing in electronic systems.

© Franz Steiner Verlag, Stuttgart 2017