

MATTHIAS WYRWAL (Universität Stuttgart)

**Das berufsfachliche Wissen von Schülerinnen und Schülern in der
Fachschule Bautechnik**

Herausgeber

BERND ZINN

RALF TENBERG

DANIEL PITTICH

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

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

MATTHIAS WYRWAL

Das berufsfachliche Wissen von Schülerinnen und Schülern in der Fachschule Bautechnik

ZUSAMMENFASSUNG: Im Beitrag werden Schüler*innen ($N = 503$) der nur wenig erforschten postsekundären Berufsbildung fokussiert. Die längsschnittlich angelegte Untersuchung mit drei Messzeitpunkten liefert eine anschlussfähige Skalierung und Strukturmodellierung des berufsfachlichen Wissens zu Beginn, während und zum Ende der fachschulischen Weiterbildung von Lernenden an bautechnischen Fachschulen der Fachrichtung Hochbau in den Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern und Hessen. Hierfür wurden paper-pencil basierte Testinstrumente entwickelt, pilotiert und eingesetzt. Die Auswertung der Daten erfolgte mittels multivariaten statistischen und IRT-basierten Methoden. Die Untersuchung liefert ein empirisches Beschreibungs- und Erklärungswissen zum berufsfachlichen Wissen von Lernenden an Fachschulen. Das Fachwissen lässt sich in der Grund- und Fachstufe jeweils dreidimensional modellieren. Es werden Zusammenhänge und auf das Fachwissen relevante Einflussfaktoren sowie bundeslandübergreifende und vergleichende Analysen präsentiert, diskutiert und Limitationen angesprochen.

Schlüsselwörter: Postsekundäre Weiterbildung, berufsfachliches Beschreibungs- und Erklärungswissen, Techniker, Fachschule

The professional knowledge of students at the technical school for civil engineering

ABSTRACT: The article focuses on students ($N = 503$) of the only little-researched post-secondary continuing training. The longitudinal study with three measuring points provides a connectable scaling and structural modeling of the professional knowledge at the beginning, during and at the end of the further education of students at technical schools for civil engineering in the federal states of Baden-Württemberg, Bavaria and Hesse. For this purpose paper-pencil based test instruments were developed, piloted and applied. The data was evaluated using multivariate statistical and IRT-based methods. The study provides an empirical description and explanation of the vocational knowledge of learners at technical schools. The specialized knowledge can be modeled three-dimensionally in the basic and specialized levels. Interrelationships and factors of influence relevant to specialist knowledge as well as interstate and comparative analyses are presented, discussed and limitations are addressed.

Keywords: post-secondary continuing training, professional descriptive and explanatory knowledge, technician/engineer, technical school

1 Einleitung

Im Kontext des lebenslangen Lernens gewinnt die berufliche Weiterbildung, bedingt durch den anhaltenden technologischen Fortschritt, gepaart mit der Wissensorientierung immer mehr an Bedeutung. Insbesondere die fachschulische Weiterbildung, eingerahmt in die postsekundäre Berufsbildung, wird als ein Königsweg der beruflichen Weiterbildung angesehen. Sie baut auf die berufliche Erstausbildung auf, bietet eine Reihe von beruflichen Aufstiegsmöglichkeiten, wirkt dem branchenübergreifenden Fachkräftemangel praktisch entgegen und findet somit Anerkennung bei vielfältigen Stakeholdern der Wirtschaft, Politik, Arbeitgebern und bei den Teilnehmenden selbst (Wyrwal 2020, Müller & Wenzelmann 2018; Dietzen & Wünsche 2012, S. 1). Der erfolgreiche staatlich geprüfte Abschluss ermöglicht vielfältige Karrierewege vom betrieblichen Aufstieg über akademische Weiterbildungsmöglichkeiten bis hin zur beruflichen Selbstständigkeit. Die beruflichen Profilierungen von Fachschulabsolvierenden werden, geprägt durch eine berufliche Erstausbildung, oft mehrjährige Berufspraxis und tiefgreifendem berufspraktischem Wissen durch die Fachschulweiterbildung, als innovativ angesehen. Techniker*innen können in einem breiten beruflichen Einsatzfeld flexibel und kompetent agieren und gehen oft denselben Aufgaben wie die Berufsgruppe der Ingenieure nach (u. a. Pahl 2010, Syben 2012, S. 8). Es verwundert daher, dass von Seiten der Berufsbildungsforschung wenig belastbare und evidenzbasierte Aussagen über die vermittelten Kompetenzen sowie den Ertrag des besagten Weiterbildungsformates vorliegen (Wyrwal 2020; Siegel, Wyrwal & Zinn 2018). „Es ist daher zu klären, welche fachlichen Kompetenzen Fachschüler*innen mit der Weiterbildung erlangen, ob es fachschul- und bundeslandübergreifende Unterschiede gibt und welchen Einfluss weitere Prädiktoren haben, um einen erfolgreichen beruflichen Wiedereinstieg bzw. eine akademische Weiterbildung forcieren zu können“ (Wyrwal 2020, S. 20).

Der seit mehreren Jahren anhaltende Fachkräftemangel, bedingt durch Wohnungsknappheit in Großstädten und einer seit Jahren anhaltend guten konjunkturellen Lage im Baugewerbe, hält das Interesse an Absolvierenden von (hoch)bautechnischen Fachschulen permanent aufrecht (Dorffmeister 2019, Wyrwal 2020). Informelle Gespräche mit Lehrpersonen und Schulleitungen bautechnischer Fachschulen zeigen, dass die Nachfrage von Arbeitgeberseite die Zahl der Absolvierenden übersteigt, weshalb sich die vorliegende Untersuchung auf jene Kohorte beschränkt. Meist unklar sind dabei die Anforderungen die Arbeitgeber an Techniker*innen stellen, wohlwissentlich, dass jene über heterogene berufliche Vorbildungen und diverse allgemeine Bildungsabschlüsse verfügen. Unterstrichen wird dies durch die Ergebnisse eigener Untersuchungen, wonach Fachschüler*innen diverse Ausbildungsberufe im Bauhaupt-, Baunebengewerbe und außerhalb des Baugewerbes aufweisen, die Arbeitserfahrung im Baugewerbe mit einem Range von 0 bis 33 Jahren streut, die allgemeine Schulbildung vom abgebrochenen Studium bis hin zum Hauptschulabschluss reicht und unterschiedliche individuelle Interessensbekundungen vorliegen (Wyrwal 2020). Die Varianz zeigt sich zudem im sozialen Status der Fachschüler*innen, die sich bedingt durch die Altersstreuung in unterschiedlichen Lebensabschnitten befinden, familiäre Pflichten haben oder die Weiterbildung durch Umschulungsmaßnahmen notgedrungen absolvieren (müssen). Doch alle Lernenden verbindet ein Ziel: Der erfolgreiche Abschluss der fachschulischen Weiterbildung, was mit dem Erreichen gleicher Lernziele einhergeht und die Lehrperson vor eine scheinbar unüberwindbare Herausforderung stellt (Wyrwal 2020). Zur inhaltlichen qualitativen Absicherung fachschulischer Weiterbildung und zur Weiterentwicklung des fachschulischen Angebots in Form von adaptiven Weiterbildungsmaßnahmen ist es daher unumgänglich mit einer validierten Eingangsdiagnostik das Vorwissen und damit den fachlichen Leistungsstand der Einmündenden zu eruieren. Es liegt auf der Hand, dass heterogene fachliche Leistungen zu Weiterbildungsbeginn

sich im weiteren Fachschulverlauf verfestigen und sich nur bedingt homogenisieren lassen. Ein systematisch erhobenes Beschreibungs- und Erklärungswissen kann hier Aufschluss über die Leistungsentwicklung geben und zeigt transparent die fachlichen Fähigkeiten der angehenden Techniker*innen auf, lässt aber gleichwohl Ansatzpunkte zur Optimierung des Weiterbildungsformates an die Bildungspolitik zu (Wyrwal 2020).

Mit der steigenden Durchlässigkeit zwischen beruflicher und akademischer Bildung ist es den Absolvierenden der postsekundären Berufsbildung möglich, eine akademische Weiterbildung anzustreben, die jedoch (noch) vielfach ungenutzt bleibt (z. B. Nickel & Schulz 2017, Frommberger 2012). Ungeklärt bleibt in diesem Zusammenhang die Frage, ob die beruflich erworbenen Kompetenzen für einen erfolgreichen Hochschulabschluss befähigen, da gerade im ingenieurwissenschaftlichen Bereich die mathematischen und physikalischen Kompetenzen als nicht ausreichend angesehen werden (z. B. Lohrengel, Müller & Wallat 2019).

Nach umfassenden Recherchen zeigen sich in der postsekundären Weiterbildung vielfältige Forschungsdesiderate. Die weit gefasste Rahmenvereinbarung für Fachschulen (KMK 2013) mit einem dezentral geregelten Curriculum und Prüfungswesen, lassen auf schul- und bundeslandübergreifende differente fachliche Kompetenzen schließen (Fazekas & Field 2013). Mit der zunehmenden Bedeutung der beruflichen Weiterbildung werden von mehreren Seiten klare evidenzbasierte Aussagen zu den fachschulisch erworbenen fachlichen Kompetenzen und zum Nutzen bzw. dem Ertrag der Technikerweiterbildung gefordert (z. B. Gillen & Meyer 2010, Fazekas & Field 2013, Wyrwal 2020). Es liegen für bautechnische Fachschulen bislang keine Studien zu den beruflichen und soziodemografischen Eingangsvoraussetzungen, zu den fachschulisch erworbenen berufsfachlichen Kompetenzen und zur Modellierung des fachbezogenen Wissens vor.

Aufbauend auf diesen kurzen Problemaufriss geht der Beitrag, welcher eine Synopse der Dissertationsschrift von Wyrwal 2020 darstellt, der Frage nach, wie sich das fachschulische Wissen von Schülerinnen und Schülern an bautechnischen Fachschulen in der Vertiefungsrichtung Hochbau darstellen lässt. Hierfür sind in einer Vorstudie die fachschulischen Curricula und damit inhaltliche Überschneidungen analysiert und an Techniker*innen adressierte Stellenanzeigen näher betrachtet worden. Darauf aufbauend wurden valide Testinstrumente zur Erfassung des berufsfachlichen Vorwissens und des fachschulischen Wissens entwickelt, um damit in den Studien 1 bis 3 mit einem Erklärungs- und Beschreibungswissen das berufsfachliche Wissen empirisch zu untersuchen. In der Studie 1 werden darüber hinaus die soziodemografischen, motivationalen, kognitiven, schulischen und berufsfachlichen Voraussetzungen erfasst, um weitreichende Aussagen zu Fachschulbeginn treffen zu können. Die Studie 2 betrachtet das berufsfachliche Wissen nach Abschluss der Grundstufe, wohingegen mit der Studie 3 das berufsfachliche Wissen zum Abschluss der Weiterbildung dargestellt wird. Die Zusammenhänge und Dimensionierung des berufsfachlichen Wissens werden in den Studien ebenso betrachtet, wie bundeslandspezifische Unterschiede. Aufbauend auf die Befundlage der Kompetenzmessung und -modellierung in der beruflichen Erstausbildung und akademischen Weiterbildung, bildet die theoretische Fundierung dabei neben der beruflichen Handlungskompetenz (KMK 2007) das CLARION-Modell (Abele 2014, Sun 2006), die Investmenttheorie nach Cattell (1987) und die PPIK-Theorie nach Ackerman (1996).

2 Theoretischer Hintergrund

Mit dem theoretischen Hintergrund erfolgt zum einen die Einordnung der Fachschule in das deutsche Bildungssystem, zum anderen werden der theoretische Rahmen der Arbeit und die zugrundeliegenden Modelle angerissen. Abschließend wird der Forschungsstand im Bezugsfeld verdichtet dargestellt.

2.1 Die Fachschule – Verankerung im deutschen Bildungssystem

Fachschulen werden als Einrichtungen der postsekundären Berufsbildung gesehen und fallen unter den Bereich der beruflichen Weiterbildung (Pahl 2010, S. 51). Mit 2 % weisen Sie die geringste Teilnahmequote aller Weiterbildungsbeteiligten auf (Pahl 2010, S. 51). Die schulische Weiterbildung zur/zum „Staatlich geprüfte*n Techniker*in“ schließt an eine einschlägig abgeschlossene berufliche Erstausbildung und hinreichend erworbener Berufspraxis an und ist in der Regel in 2-jähriger Voll- oder in 4-jähriger Teilzeitform zu absolvieren (KMK 2013). Staatliche als auch private Fachschulen, die der staatlichen Aufsichtspflicht unterliegen, werden in die fünf Bereiche Agrarwirtschaft, Gestaltung, Sozialwesen, Technik und Wirtschaft untergliedert, wobei die Ergebnisse dieser Arbeit sich ausschließlich auf bautechnische Fachschulen mit der Vertiefung Hochbau des Fachbereichs Technik beziehen. Der fachschulische Abschluss ist auf dem DQR Niveau 6 mit ingenieurwissenschaftlichen Bachelorabschlüssen gleichzusetzen (Syben 2012). Der übergreifende Fokus der fachschulischen Inhalte liegt zum einen in der Befähigung von Fachpersonal zur Übernahme von betrieblichen Führungsaufgaben, zum anderen öffnet die fachschulische Weiterbildung den Weg zur beruflichen Selbstständigkeit (KMK 2013, S. 4). Mit der Öffnung der Hochschulen für beruflich Qualifizierte besteht für die Absolvierenden die Möglichkeit der akademischen Qualifizierung. Neben der Zusammenführung basaler Inhalte der beruflichen Erstausbildung werden weitere Vertiefungen bereichsspezifischer und mathematischer Inhalte fokussiert. Die Teilnehmenden der fachschulischen Weiterbildung belegen neben Kern- auch Wahlfächer zur individuellen Spezialisierung (KMK 2013). Der erfolgreiche Fachschulabschluss erhöht damit das formale Qualifikationsniveau durch Erweiterung von wissens- und erfahrungsbasierten Kompetenzen und ermöglicht, bei guten Wettbewerbschancen, einen beruflichen Aufstieg (vgl. z. B. Fazekas & Field 2013; Siegel, Wyrwal & Zinn 2018).

2.2 Theoretischer Rahmen und Modelle zum berufsfachlichen Wissen

Der theoretische Rahmen der Untersuchung geht zurück auf die berufliche Handlungskompetenz, mit der Unterscheidung in Fach-, Selbst- und Sozialkompetenz (KMK 2007). Die vielfach zitierte Definition der beruflichen Handlungskompetenz mit der „Bereitschaft und Fähigkeit des Einzelnen, sich in gesellschaftlichen, beruflichen und privaten Situationen sachgerecht, durchdacht sowie individuell und sozial verantwortlich zu verhalten“ (KMK 2007, S. 10), ist ganzheitlich mit der empirischen, hypothesengeleiteten Bildungsforschung nur schwer einzulösen. Um möglichst realitätsnahe und dennoch valide und reliable Messungen vornehmen zu können, wird die Kompetenz in jener Form operationalisiert, sodass die Konstrukte jeweils getrennt voneinander und getrennt von motivationalen und affektiven Elementen gemessen werden (z. B. Abele 2014, Klieme, Maag-Merki & Hartig 2007). Bezugnehmend auf die Definition von Bader (1989) wird daher nur das Verständnis der Dimension der Fachkompetenz, mit der „Fähigkeit und Bereitschaft,

Aufgabenstellungen selbstständig, fachlich richtig, methodengeleitet [...] bearbeiten und das Ergebnis [...] beurteilen“ zu können in das Zentrum gerückt (Bader 1989, S. 75, Wyrwal 2020, S. 40).

Ungeachtet bleiben bei der berufsfachlichen Kompetenz die personenbezogenen Ausprägungen in Form von psychischen Prozessen, die das Verständnis des berufsfachlichen Handelns prägen. Unter Berücksichtigung von personenbezogenen Einflüssen wird in der Fachwissensmodellierung auf das von Abele (2014) modifizierte CLARION-Modell (Sun 2006) zurückgegriffen. Das CLARION-Modell unterscheidet zwischen einem handlungsbezogenen und einem nichthandlungsbezogenen Wissen. Beide Wissensformen kommen in expliziter oder impliziter Form vor und stehen in wechselseitiger Abhängigkeit zueinander (Abele 2014, Sun 2006). Reicht für die Lösung einer Aufgabenstellung das handlungsbezogene Wissen nicht aus, wird auf das nichthandlungsbezogene Wissen zurückgegriffen, um sich durch bereits bekannte bzw. ähnliche, aber handlungsferne Muster der Aufgabenlösung anzunähern. Durch diesen Prozess wird neues handlungsbezogenes Wissen generiert. Dabei werden die zentralen Denkprozesse durch das metakognitive Subsystem beeinflusst und durch das motivationale Subsystem überwacht (Wyrwal 2020, S. 43).

Zur Prüfung von theoretisch als auch empirisch fundierten Kompetenzmodellen in der postsekundären Bildung bedarf es neben der Kompetenztheorie auch theoretisches Wissen über die Modellierung von kognitiven Leistungen und personenbezogenen Prädiktoren wie dem Alter und der Berufserfahrung, welche zur Erklärung des Fachwissens beitragen können (Wyrwal 2020, S. 50). Um die Altersheterogenität an Fachschulen zu berücksichtigen, werden mit der Investmenttheorie nach Cattell (1963) und der PPIK-Theorie nach Ackerman (1996) weitere theoretische Grundannahmen getroffen. Nach Cattell (1963) lässt sich die kognitive Leistungsfähigkeit mit der kristallinen und fluiden Intelligenz in zwei Intelligenzfaktoren unterteilen. Ist die fluide Intelligenz von kognitiven Anstrengungen, der Lernbereitschaft und äußeren Umweltfaktoren größtenteils losgelöst, so misst die kristalline Intelligenz die durch Lernen und Umweltfaktoren beeinflussbaren intellektuellen Fähigkeiten. Um Verzerrungen entgegen zu wirken, wird zur Messung der fluiden Intelligenz auf kulturfreie und nonverbale Instrumente zurückgegriffen (Wyrwal 2020). Im Rückgriff auf die Investmenttheorie wird mit der PPIK-Theorie die intellektuelle Entwicklung einer Person unter Berücksichtigung von Prozess-, Persönlichkeits-, Interessens- und Wissenskomponenten theoretisch beschrieben. Je älter das Individuum ist, desto ausdifferenzierter sind die beruflichen Interessens- und Wissensprofile, wodurch der kristallinen Kompetenz ein höherer Stellenwert eingeräumt wird. Zurückzuführen auf die theoretischen Überlegungen ist der fluiden Intelligenz der Probanden einen direkten und einen indirekten Einfluss auf das fachbezogene Wissen zu unterstellen, wobei das Alter und die Berufserfahrung zu berücksichtigen sind (Wyrwal 2020, S. 56f.).

2.3 Der Forschungsstand im Bezugsfeld

Ausgehend von den theoretischen Vorüberlegungen soll nun in aller Kürze der Forschungsstand im Bezugsfeld dargestellt werden.¹ Zum einen wird ein Abriss über den Forschungsstand zur Kompetenzmodellierung gegeben, zum anderen werden die Forschungsbemühungen in der postsekundären Berufsbildung, insbesondere von Fachschulen dargestellt. Der Forschungsstand zu den Fachschulen lässt sich grob in fünf Bereiche untergliedern: (1) Curriculare Studien und Berufsfeldanalysen, (2) Studien zu pädagogischen Handlungsprogrammen, (3) Studien zum Übergang

¹ Für einen umfassenden Einblick in den derzeitigen Forschungsstand sei auf das Kapitel 4 der Dissertationsschrift von Wyrwal 2020 verwiesen.

zwischen beruflicher und akademischer Weiterbildung, (4) Domänenübergreifende deskriptive Studien und (5) Studien zur Kompetenzmodellierung in der Fachschule Elektrotechnik (vgl. Wyrwal 2020, Zinn & Wyrwal 2014a, 2014b, Wyrwal & Zinn 2017a, 2017b, Siegel, Wyrwal & Zinn 2018). Zu (1): Studien liegen in allen fünf Fachbereichen der Technikerweiterbildung vor. Bei Betrachtung von curricularen Studien und Berufsfeldanalysen zeigt sich quantitativ die größte Forschungsleistung. Hervorzuheben sind hier Schmierl (2016) mit der Betrachtung des Berufsbildes des Technikers im öffentlichen Dienst, Schaper, Sonntag und Benz (1997), die sich mit dem Ziel der Optimierung des Curriculums in der Fachschule Maschinentechnik beschäftigten, Syben (2012) mit einer explorativen Studie zu Kompetenzprofilen, Bedarfen und Tätigkeiten von Bautechnikerinnen und Bautechnikern, sowie Biber et al. (2010) mit der Entwicklung von lernfeldbezogenen Lehrplänen in diversen Fachbereichen des Maschinenbaus. Zu (2): Mit den Studien zu pädagogischen Handlungsprogrammen erfolgt eine Fokussierung auf die Gestaltung von Lehr-Lernarrangements u. a. zu handlungsorientierten Lehrformen (vgl. Betzler 2006), selbstgesteuertem Lernen (vgl. Martin 2008), Blended-Learning-Szenarien (vgl. Schleifer & Strunk 2006), Lernortkooperationen (vgl. Grywatsch & Hering 2010) und der Konzipierung von E-Learning-Einheiten im Facility-Management (vgl. Schad 2015). Zu (3): Einer der dynamischsten Forschungsstränge ist der Übergang zwischen der beruflichen und akademischen Weiterbildung. Zu nennen sind hier die BMBF-Initiativen „Anrechnung beruflicher Kompetenzen auf Hochschulstudiengänge (ANKOM)“ (vgl. Freitag et al. 2011), „Aufstieg durch Bildung“ (vgl. BMBF 2009) und „Aufstieg durch Bildung: offene Hochschule“ (vgl. BMBF 2014), die auf die Optimierung der Anrechnung von beruflichen Kompetenzen auf eine akademische Weiterbildung zielen. Im Fokus steht dabei die Erhöhung der Durchlässigkeit von erworbenen Kompetenzen zur Angleichung der beruflichen und akademischen Bildung, die durch die formale Einordnung der Techniker- und Meisterabschlüsse in den Deutschen (DQR) und Europäischen Qualifikationsrahmen (EQR) auf Stufe 6 einzuordnen sind und damit auf einem Niveau mit akademischen Bachelorabschlüssen liegen (vgl. Bund-Länder-Koordinierungsstelle für den DQR 2013). Auf Basis dieser formalrechtlichen Einordnung, zielen Studien vermehrt auf die Beschreibung und Erklärung von Kompetenzfacetten und Faktoren der Weiterbildung von beruflich Qualifizierter im Studium (vgl. z. B. Wolter 2010; Zinn & Jürgens 2010; Zinn 2012, Jürgens 2017). In eigenen Untersuchungen wurden das Weiterbildungsverhalten von Fachschülerinnen und Fachschülern und deren beruflicher Wiedereinstieg näher eruiert. Demnach nimmt nur eine niedrige einstellige Prozentzahl aller befragten Fachschulabsolvierenden im unmittelbaren Anschluss eine akademische Weiterbildung auf (Hihn, Wyrwal & Zinn 2020). Zu (4): Domänenübergreifende deskriptive Studien liegen im Bereich der Maschinentechnik mit der Erstellung und Pilotierung von Testinstrumenten zur Messung des berufsfachlichen Wissens zum Ende der Grund- und Fachstufe vor (vgl. Gebert 2015; Bentele 2016). Tutschner und Strauß (2010) geben in ihrer Studie einen Überblick über die Strukturen, Arbeitsmarktsituationen und die Entwicklung der fachschulischen Weiterbildung in der Maschinen- und Elektrotechnik. Ebenso liegen Studien vor, die die Fachschulen aus bildungsstruktureller und bildungsökonomischer Perspektive rein deskriptiv betrachten (vgl. z. B. Pahl 2010, Fazekas & Field 2013). Zu (5): Zeitgleich zu den eigenen Forschungen im Bereich der Bautechnik, wurden ebenfalls an der Universität Stuttgart die berufsfachlichen Kompetenzen in der Fachschule Elektrotechnik erfasst und letztlich zu Beginn und am Ende der Weiterbildung dreidimensional (Dimensionen: Grundlagen Elektrotechnik, Anlagen und System sowie Steuerungs- und Regelungstechnik) modelliert (vgl. Velten et al. 2018, Nitzschke et al. 2017).

In Ermangelung an empirischen Untersuchungen, die die Struktur des Fachwissens und die Fachwissensentwicklung an Fachschulen fokussieren, lehnt sich die Fachwissensmessung an Erfahrungswerten der beruflichen Ausbildung und der akademischen Weiterbildung an. Es zeigen

sich hauptsächlich zwei Wege auf. Zum einen kann das Fachwissen über die curricularen Inhalte und Strukturierungen (z. B. Winther 2010) operationalisiert werden, zum anderen über das Abbilden von tätigkeitsbezogenen Arbeitsprozessen (Becker & Spöttl 2015). Ein weiterer Ansatzpunkt besteht neben der Messung von Kompetenzen auch in der Betrachtung der zugehörigen Performanz (Pittich 2014). Die Messung der berufsfachlichen Kompetenzen ist bei allen Ansätzen jeweils domänenbezogen und kann nicht bzw. nur bedingt verallgemeinert werden. Der in der gewerblich-technischen Ausbildung präferierte Ansatz, des Abbildens der Fachkompetenz entlang der curricularen Strukturierung, lässt sich domänenübergreifend mit dem Fachwissen und der Erklärung des Fachwissens in problemhaltigen Anforderungssituationen modellieren (z. B. Abele 2014). Ist die Struktur des berufsfachlichen Wissens am Ende des 1. Ausbildungsjahres lediglich meist eindimensional modellierbar, so zeigen sich im weiteren Ausbildungsverlauf, bedingt durch die Trennmöglichkeit von deklarativem und prozeduralem Wissen, mehrdimensionale Ausprägungen, die bislang mittels Simulationen und Paper-Pencil-Tests erfasst wurden (z. B. Abele 2014, Nickolaus & Seeber 2013, Geißel 2008). Im Baubereich zeigt sich hingegen zum Ende des ersten Ausbildungsjahres eine vierdimensionale Struktur (Fachspezifische Problemlösefähigkeit, Fachwissen, Fachrechnen und Fachzeichnen), die auch zum Ende der Ausbildung replizierbar ist und sich an die Fächerstrukturierung der Wissensdimensionen anlehnt (z. B. Petsch et al. 2015, Norwig et al. 2017).

Als elaboriert kann die Befundlage zur Erklärung und Modellierung des berufsfachlichen Wissens und die Entwicklung des fachbezogenen Wissens, v. a. in der gewerblich-technischen Bildung, erachtet werden (z. B. Abele 2014, Zinn et al. 2015). Vorhandene, theoretisch fundierte Erklärungsmodelle umfassen, je nach Domäne, mit den Basiskompetenzen Mathematik und Lesen, der kognitiven Leistungsfähigkeit, der Motivation, dem Fachinteresse, dem berufsfachlichen Vorwissen, kognitive, situationsspezifische, motivationale, emotionale und volitionale Aspekte, die das Fachwissen beeinflussen können (z. B. Nickolaus et al. 2013, S. 40, Norwig et al. 2017). Ähnlich zeigt sich das Bild in der, noch rudimentär untersuchten, akademischen Kompetenzmodellierung, die sich an die Modellierung in der beruflichen Ausbildung anlehnt, bislang aber nur domänenspezifische Ausschnitte der fachspezifischen Kompetenz operationalisiert anhand der curricularen Kerninhalte, beleuchtet (Kuhn et al. 2016).

Summa summarum scheint es im Rückgriff auf die Fachwissensmodellierung in der beruflichen Ausbildung und der akademischen Weiterbildung zielführend, für eine empirisch valide Messung die Fachinhalte der fachschulischen Weiterbildung in Form eines Beschreibungs- und Erklärungswissens entlang der curricularen Kernaspekten und unter dem Einbezug von kognitiver, volitionaler sowie berufsbezogener Aspekte, auszudifferenzieren (Wyrwal 2020).

3 Anlage der empirischen Untersuchung

Mit der Anlage der empirischen Untersuchung werden neben den Zielsetzungen der Forschungsleistung die Stichprobe näher beschrieben sowie die berücksichtigte Methodik und die organisatorische Umsetzung transparent dargestellt.

3.1 Forschungszielsetzung

Die Untersuchung mit einer Vorstudie und den Studien 1 bis 3 fokussiert das übergeordnete Ziel der Messung und Darstellung des fachbezogenen Wissens von Schülerinnen und Schülern an staatlichen Fachschulen in der Vertiefungsrichtung Hochbautechnik. Die in der Vorstudie untersuchten bundeslandübergreifenden curricularen Kerninhalte und der Analyse von bundesweiten Stellenanzeigen dienen als grundlegende Vorarbeit für die drei Studien. Mit der Studie 1 sind die beiden zentralen Forschungsziele verbunden, (1) das Wissen der soziodemografischen, motivationalen, kognitiven, schulischen und fachlichen Ausgangsbedingungen, mit welchen angehende Techniker*innen die Fachschule für Bautechnik beginnen, empirisch darzustellen und (2) mit der Dimensionierung und strukturellen Modellierung des fachspezifischen Vorwissens ein Erklärungswissen zu Weiterbildungsbeginn zu prüfen. Im Fokus der Studie 2 stehen die Forschungsziele der validen Testerstellung zur Messung des fachbezogenen Wissens nach der Grundstufe, der Dimensionsprüfung des bis dato erworbenen berufsfachlichen Wissens und der Messung von Leistungsunterschieden hinsichtlich der betrachteten Bundesländer (Baden-Württemberg, Bayern und Hessen). Analog dazu zielt die Studie 3 auf das Erstellen valider Testinstrumente zur Messung des fachbezogenen Wissens und der Dimensionsprüfung nach der Fachstufe sowie der Analyse von bundeslandspezifischen Fachwissensunterschieden ab (Wyrwal 2020, S. 103). Die Forschungsziele wurden hypothesenprüfend ausgewertet.

3.2 Stichprobenbeschreibung

Aus Gründen der allgemein geringen Lernendenzahlen an bautechnischen Fachschulen und unter Berücksichtigung von unterrichtspraktischen Aspekten konnten die Probandinnen und Probanden nicht nach einem Stichprobenplan ausgesucht werden. Die Teilnahme an der Untersuchung wurde determiniert durch die Kooperationsbereitschaft der Fachschule und der freiwilligen Einwilligung der Lernenden. Angefragt wurden alle staatlichen Fachschulen der Fachrichtung Bautechnik der Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern und Hessen, mit 2-jährigem Vollzeitangebot. Die Teilnahmequote zu Beginn der Studie 1 liegt je nach Bundesland im Bereich zwischen 82 % und 94 %. Insgesamt flossen zu Weiterbildungsbeginn (Studie 1, Erhebungszeitraum Sep. 2013 – Feb. 2014) Daten von N = 503 Schülerinnen und Schülern (Haupterhebung: n = 271; Nacherhebung: n = 232) in die Auswertung ein. Bedingt durch diverse Dropouts zu den Studien 2 und 3 sank die Zahl an Lernenden auf N = 428 (Studie 2, Erhebungszeitraum Jul. 2014 – Feb. 2015) und N = 267 (Studie 3, Erhebungszeitraum Mai 2015 – Nov. 2015). Insgesamt konnten Schüler*innen von 16 Schulen aus Baden-Württemberg (8 Schulen), Bayern (5 Schulen) und Hessen (3 Schulen) befragt werden. In die Auswertung wurden nur jene Fachschüler*innen aufgenommen, die die Befragung nicht vorzeitig abgebrochen oder anderweitig verweigert haben (Wyrwal 2020).

3.3 Methode und Umsetzung

Die Untersuchungsmethode umfasst eine längsschnittlich angelegte quantitative Vorgehensweise mit drei Messzeitpunkten (1. MZP: Weiterbildungsbeginn = Studie 1, 2. MZP: Ende der Grundstufe = Studie 2, 3. MZP: Ende der Fachstufe = Studie 3) verteilt über den kompletten fachschulischen Weiterbildungsverlauf in den besagten Bundesländern. Mit einer Vorstudie wurden des Weiteren relevante Grundlagen für die Erhebungsinstrumente eruiert. Im vorliegenden Beitrag

sind die zentralen Ergebnisse der Vorstudie und den Studien 1 bis 3 dargestellt. Mit der Vorstudie wurden die relevanten curricularen Kerninhalte der fachschulischen Curricula der betrachteten Bundesländer zusammengetragen, um daraus valide und reliable Paper-Pencil-Tests zur Erhebung des berufsfachlichen Wissens zu erstellen. Die empirische Auswertung der Daten erfolgte querschnittlich je Studie, da eine längsschnittliche Auswertung über den kompletten Fachschulverlauf auf Grund der geringen studienübergreifenden Probandenzahl nicht zu realisieren war. Die Auswertung, der je Studie erhobenen Daten, fußt im Rückgriff an die PPIK-Theorie (Ackerman 1996), die Investmenttheorie (Cattell 1987) und an das CLARION-Modell (Abele 2014; Sun 2006). Die Analyse der erhobenen Daten erfolgte mithilfe von klassischen und probabilistischen Testverfahren unter Zuhilfenahme der Statistiksoftware IBM SPSS 20, Acer ConQuest 3.01 und MPlus 7.

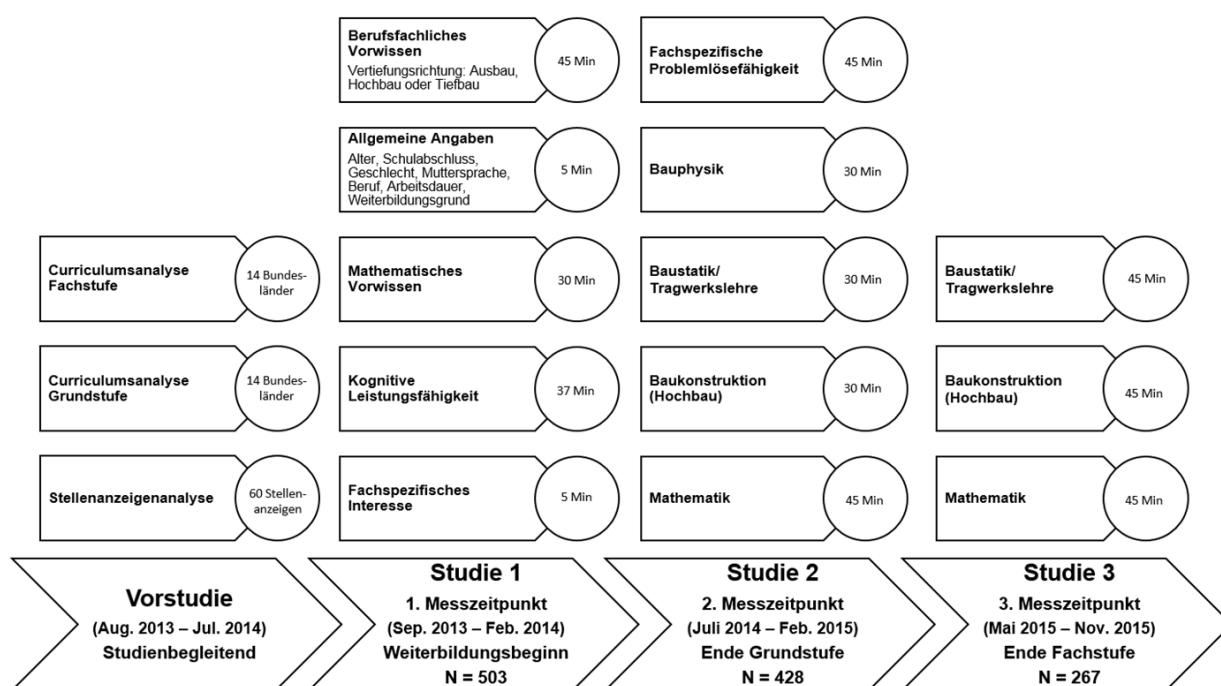


Abb. 1: Anlage und zeitliche Abfolge der Untersuchung (Wyrwal 2020, S. 105)

Die Anlage und zeitliche Abfolge der Untersuchung kann der Abbildung 1 entnommen werden. Zur Erfassung des berufsfachlichen Vorwissens in der Studie 1 wurde ein Testinstrument² mit 59 Items zu den Bereichen *bautechnische Grundlagen* und den jeweiligen Vertiefungsrichtungen *Ausbau, Hochbau und Tiefbau* erstellt. Darüber hinaus wurden neben allgemeinen personenbezogenen Angaben das mathematische Vorwissen (in Anlehnung an Hinze & Probst 2012 sowie SLHAM 10/11), die kognitive Leistungsfähigkeit mit dem CFT 20-R (Weiß 2006) und das fachspezifische Interesse FSI (in Anlehnung an Schiefel et al. 1993) erhoben. Im Rahmen der Studie 2 erfolgte mit der Mathematik (25 Items), der Baukonstruktion (25 Items), der Baustatik/Tragwerkslehre (19 Items), der Bauphysik (20 Items) und der fachspezifischen Problemlösefähigkeit

2 Für weitere Informationen, Legitimationen und Hintergründe zur Testerstellung, Korrektur und Auswertung, sowie zu den Kenn- und Fit-Werten aller skalierten und eigens erstellten Testinstrumente sei auf die Dissertationsschrift von Wyrwal 2020 verwiesen.

(23 Items) der Einsatz von fünf validierten eigenentwickelten Testinstrumenten. Mit der Mathematik (25 Items), der Baukonstruktion (27 Items) und der Baustatik/Tragwerkslehre (19 Items) wurden für die Studie 3 weitere Testinstrumente erstellt und validiert (Wyrwal 2020).

4 Ergebnisse

Der Ergebnisteil gliedert sich in vier Abschnitte. Im ersten Abschnitt werden zunächst die wesentlichen Punkte der Vorstudie vorgestellt. Der Abschnitt 4.2 fokussiert die zentralen Ergebnisse zu Beginn der fachschulischen Weiterbildung (Studie 1), bevor anschließend mit den Studien 2 (Abschnitt 4.3) und 3 (Abschnitt 4.4.) die Befunde nach Abschluss der Grund- bzw. Fachstufe berichtet werden.

4.1 Vorstudie – Analyse der Tätigkeitsbereiche und der fachschulischen Curricula

Zur validen Testerstellung sind vorab 60 Stellenausschreibungen verschiedenster Onlineportale mittels MAXQDA 10 analysiert und die curricularen Schnittmengen der fachschulischen Curricula aus 14 Bundesländern in der Grund- und Fachstufe, vertiefend jedoch nur für die relevanten Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern und Hessen, zusammengetragen worden.

Die Analysen der Stellenanzeigen machen deutlich, dass sich die Branchen der untersuchten Stellen von Firmen auf das Bauhauptgewerbe (43.3 %), Architektur- und Ingenieurbüros (16.7 %), den öffentlichen Dienst (13.3 %), das Gebäudemanagement (10.0 %), Zeitarbeitsfirmen der Baubranche (6.3 %) und das Baunebengewerbe (3.3 %) verteilen. Die ausgeschriebenen Stellen richten sich formal an Bautechniker*innen, jede dritte Stelle aber auch an Meister*innen, Bauingenieurinnen und -ingenieure, Architektinnen und Architekten. Beruflich qualifizierte Personen stehen demnach in direkter Konkurrenz mit akademisch qualifiziertem Personal. Die Tätigkeitsmerkmale lassen sich zu 78.1 % in die neun Leistungsphasen der „Honorarverordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)“ eingliedern, wobei in Ingenieurbüros Tätigkeiten der Phasen 1-5 und im Bauhauptgewerbe Tätigkeiten der Phasen 6-8 gefordert werden. Weitere Nennungen fallen auf die Projektleitung, das Projektmanagement, die Beratung und Personalführung. Die Erwartungen von Seiten der Firmen (5.3 je Stellenausschreibung) fokussieren neben den beruflichen Erfahrungen und Qualifikationen, Organisationsvermögen, Kommunikations- und Teamfähigkeit, Selbstständigkeit sowie den sicheren Umgang mit Software wie Office- und CAD-Programmen. Bezugnehmend auf die pluralistischen Aufgaben und Tätigkeiten lässt sich auf Basis der Tätigkeitsbereiche und -merkmale die Wissensbeschreibung nur schwer realisieren, weshalb der Fokus auf den fachschulischen Curricula liegt (Wyrwal 2020, S. 113 ff.).

Mit der Analyse der fachschulischen Lehrpläne lassen sich curriculare Kernbereiche im 1. und 2. Fachschuljahr identifiziert, die für den Aufbau des fachbezogenen Wissens essentiell sind. In der Fachstufe sind bundesländerübergreifende Überschneidungen in den Kernbereichen der Mathematik (80 – 200 h), der Bauphysik (60 – 200 h), der Baukonstruktion (80 – 320 h) und der Baustatik/Tragwerkslehre (80 – 300 h) festzustellen, die rund 48 % der fachwissenschaftlichen Inhalte im 1. Fachschuljahr abdecken. Die Streuungen der Zeitrichtwerte (Angaben in Unterrichtsstunden) sind allerdings erheblich, ebenso die zugrundeliegende Konzeption des Curriculums (Fächerprinzip vs. Lernfeldkonzept), die bedingt durch eine offen formulierte Rahmenvereinbarung für Fachschulen (KMK 2013) den Bundesländern Spielraum überlässt. Verschärft wird die Iden-

tifikation von berufsfachlichen Gemeinsamkeiten in der Fachstufe, bedingt durch teils schulspezifische Wahl-, Spezialisierungs- und Vertiefungsmöglichkeiten. Folglich lässt sich mit der Mathematik, der Baukonstruktion und der Baustatik/Tragwerkslehre nur eine geringe Schnittmenge an Kernbereichen finden.

Mit diesen Vorarbeiten und Herausforderung werden die identifizierten Kernbereiche der Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern und Hessen tiefgehend, auf Basis von Stoffverteilungsplänen, Klassenarbeiten, Gesprächen mit Lehrkräften und Unterrichtsmitschriften analysiert, die inhaltlichen Schnittmengen zusammengetragen und darauf aufbauend valide Erhebungsinstrumente, die in den Studien 1 bis 3 zum Einsatz kamen, erstellt und pilotiert.

4.2 Studie 1 – Das Fachwissen zu Beginn der Fachschule

Im Rahmen der Studie 1 wurden Daten von Schüler*innen ($w = 10.4\%$; $m = 89.6\%$) zu Beginn der fachschulischen Weiterbildung erhoben. An der Haupterhebung nahmen 271 Lernende aus 2 Schulen in Hessen und 8 Schulen in Baden-Württemberg, an der Nacherhebung³ 232 Lernende aus 6 Schulen in Bayern teil. Die allgemein erhobenen Daten lassen eine deskriptive Beschreibung der Stichprobe und bundeslandspezifische Teilstichproben zu. Zu Beginn der fachschulischen Weiterbildung sind die Fachschüler*innen im Mittel 25.9 Jahre ($SD = 5.9$ Jahre; $Min = 19$ Jahre; $Max = 52$ Jahre) alt. 75 % beginnen die Weiterbildung innerhalb der ersten fünf Arbeitsjahre, wobei 39 % die Weiterbildung nach maximal zweijähriger Berufspraxis im Anschluss an die abgeschlossene Ausbildung beginnen. Als höchsten allgemeinbildenden Schulabschluss können 10.1 % eine allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife vorweisen, 57.1 % verfügen über einen mittleren Bildungsabschluss und knapp jede dritte Person (32.2 %) weist lediglich einen Hauptschulabschluss auf (keine Angaben = 0.6 %). Als Weiterbildungsgrund geben 70 % ein Aufstiegsinteresse an, wobei jede 6. Person gesundheitsbedingt umschult. Bessere Verdienstmöglichkeiten (10.9 %), die Vorbeugung einer Arbeitslosigkeit (0.7 %) oder eine anschließende Aufnahme einer akademischen Weiterbildung (1.7 %) spielen nur eine untergeordnete Rolle. Die beruflichen Vorerfahrungen verteilen sich auf 43 verschiedene abgeschlossene Berufsausbildungen, wovon 88.8 % dem Bauhauptgewerbe, 5.7 % dem Baunebengewerbe und 5.5 % nicht dem Baugewerbe zuzuordnen sind. 75.6 % der beruflichen Vorerfahrung lassen sich dem Schwerpunktbereich Hochbau, 12.6 % dem Ausbau und 11.8 % dem Tiefbau zuordnen. Die durchschnittliche kognitive Leistungsfähigkeit liegt mit einem Wert von 106.1 ($SD = 16.7$; $Min = 68$; $Max = 153$) im erwartungskonformen mittleren Bereich, lässt aber eine erhebliche Varianz erkennen. Varianzen, bezogen auf die präsentierten allgemeinen Angaben, zeigen sich hinsichtlich der betrachteten Bundesländer. In Baden-Württemberg sind die Fachschüler*innen bei Einmündung mit durchschnittlich 27.7 Jahren deutlich älter als in Hessen (26.1 Jahre) und Bayern (24.3 Jahre). Der Altersschnitt spiegelt sich zudem in der mittleren berufspraktischen Erfahrung in Jahren (Baden-Württemberg = 5.8 Jahre, Bayern = 3.8 Jahre, Hessen = 5.2 Jahre) wider. Während in Bayern nur 3.5 % eine allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife haben, so kann in Hessen das (Fach)Abitur von 21.8 % der Lernenden vorgelegt werden. Den mittleren Schulabschluss besitzen in Baden-Württemberg und Bayern rund 61 %, in Hessen hingegen nur 42 %. Um gut 8 Prozentpunkte ist die Quote an Hauptschulabschlüssen in Baden-Württemberg gegenüber den anderen Bundesländern niedriger (Wyrwal 2020).

3 Da die Nacherhebung zeitversetzt erfolgte, wurden hier lediglich soziodemografische Daten der bayrischen Fachschüler*innen erhoben.

Das fachspezifische Interesse, erhoben über eine Likert-Skala (von 0 = trifft nicht zu bis 4 = trifft völlig zu) mit den drei Dimensionen (1) gefühlsbezogene Valenz (MW = 2.87; SD = 0.42), (2) persönlich-wertbezogene Valenz (MW = 3.16; SD = 0.43) und (3) dem intrinsischen Charakter (MW = 2.95; SD = 0.49) zeigt ein ausgeprägtes Fachinteresse mit geringen Varianzen. Die Skalenkennwerte sind, analog zu vergleichbaren Studien (z. B. Jürgens 2017), verbesserungswürdig. Die mathematischen Kompetenzen zu Beginn der Fachschulweiterbildung scheinen mit einer Lösungsquote von 72.3 % und einem Cronbachs Alpha-Wert von .741 bei 22 Items als sehr gut. Die Items der Inhaltsbereiche Geometrie, Algebra und Arithmetik basieren allerdings auf curricularen Anforderungen zum Ende der Klassenstufe 9 und zeigen daher ein allenfalls befriedigendes Ergebnis, bei welchem kein Proband die Maximalpunktzahl erreicht (Wyrwal 2020).

Das berufsfachliche Wissen wurde mit der Erwartungshaltung der heterogenen beruflichen Erfahrungen und in Ermangelung fehlender Hintergründe zu den bisherigen Tätigkeitsanforderungen, mittels vier verschiedener Messinstrumentarien in Form von offenen und geschlossenen, sowie Multiple-Choice Items erhoben. Neben einem von allen zu bearbeitenden Testinstrument zu den bautechnischen Grundlagen (10 Items zu den Bereichen Fachwissen, -rechnen und -zeichnen) ist zur Berücksichtigung der beruflichen Vorbildung je ein Testinstrument für die Vertiefungsrichtung Hochbau (16 Items), Tiefbau (17 Items) und Ausbau (16 Items) entwickelt und je nach beruflicher Vorbildung eingesetzt worden. Die Einteilung in die Vertiefungsrichtungen ist zurückzuführen auf die länderspezifischen fachschulischen Spezialisierungsmöglichkeiten, basierend auf der Rahmenvereinbarung für Fachschulen (KMK 2013). Die erhobenen Daten der bautechnischen Grundlagen und des Hochbaus sind gemäß des Rasch-Modells IRT-skaliert, wohingegen aufgrund der geringen Stichproben die Instrumente der Vertiefung Ausbau und Tiefbau nach klassischen Methoden ausgewertet wurden. Letztlich konnten in den bautechnischen Grundlagen 9 Items mit einer Lösungsquote von 60 %, bei einer EAP-PV-Reliabilität von .63 (WLE-Reliabilität = .59) und einer mittleren Itemschwierigkeit von -0.462, ein tendenziell eher zu leichtes Testinstrument, skaliert werden. Das Instrument des Hochbaus deutet mit einer Lösungsquote von 48 % bei einer EAP-PV-Reliabilität von .77 (WLE-Reliabilität = .59) und einer mittleren Itemschwierigkeit von 0.133 bei 16 Items auf ein passendes Testinstrument hin. Die Kennwerte des Ausbaus (12 Items; Lösungsquote = 60 %; Cronbachs Alpha = .692) und Tiefbaus (15 Items; Lösungsquote = 48 %; Cronbachs Alpha = .819) sind aufgrund der geringen Probandenzahl ($n \sim 32$) nur bedingt zu interpretieren (Wyrwal 2020). Analysen der Subgruppen auf mögliche bundeslandspezifische Unterschiede der Daten, zeigen bei den Personenfähigkeiten der bautechnischen Grundlagen und des Hochbaus signifikante Unterschiede zugunsten der Lernenden aus Baden-Württemberg (siehe Tabelle 1 in Adaption aus Wyrwal 2020, S. 166).

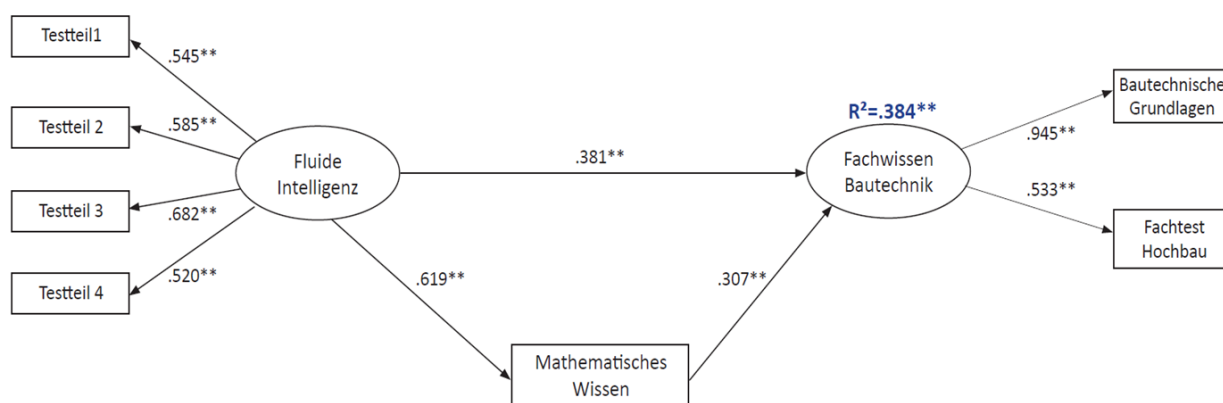
Tab. 1: Bundeslandspezifische Fachwissensunterschiede auf Basis der Personenfähigkeiten

	Baden-Württemberg		Hessen		U (n_1, n_2)	Cohens d
	Median	Q ₂₅₋₅₀	Median	Q ₂₅₋₅₀		
Grundlagen	0.034	0.992	-0.204	0.955	6743.5* (96,174)	0.323
Hochbau	0.056	1.571	-0.257	1.745	3953.0* (78,126)	0.333

* = signifikant auf dem 5 %-Niveau

Ziel der Studie 1 ist neben der Beschreibung der soziodemografischen, motivationalen, kognitiven, schulischen und fachlichen Ausgangsbedingungen, mit der Dimensionierung und strukturellen Modellierung des fachspezifischen Vorwissens ein Erklärungswissen zu Weiterbildungsbeginn zu

prüfen. Anlehnen lässt sich die Modellierung an den zu Beginn dieses Beitrags dargelegten empirischen Forschungsstand zur Wissensmodellierung. Aufbauend auf theoretischen Überlegungen und vorab durchgeführten Zusammenhangs- und Unterschiedsanalysen wird unterstellt, dass neben der kognitiven Leistungsfähigkeit und der mathematischen Kompetenz möglicherweise auch dem Alter, der Berufspraxis und dem fachspezifischen Interesse Erklärungskraft hinsichtlich des Fachwissens beizumessen ist. Keinen Einfluss hat der allgemeinbildende Schulabschluss, unklar bleibt aufgrund der Stichprobengröße der Einfluss des Geschlechts, der Muttersprache und des erlernten Berufes. Aufbauend auf vorab überprüfte Messmodelle mit der Statistik Software MPlus 7 (Muthen & Muthen 2012) wurden verschiedene Strukturmodelle mit dem robusten MLR-Schätzer unter Berücksichtigung von Modellvergleichsparemetern zur Erklärung des Fachwissens zu Weiterbildungsbeginn gerechnet. Die Daten der Modellierung inkludieren nur Schüler*innen der Vertiefungsrichtung Hochbau ($n = 204$). Um das Modell nicht zu überparametrisieren, sind die Variablen des mathematischen Wissens, der bautechnischen Grundlagen und des Hochbaus lediglich als manifeste Prädiktoren berücksichtigt. Letztlich ist, gemäß Abbildung 2, das Fachwissen zu Weiterbildungsbeginn zweidimensional über die bautechnischen Grundlagen und den Hochbau modellierbar. Das Fachwissen ist zu 38.4 % direkt über die fluide Intelligenz ($\beta = .381$) und über die Mediatorvariable des mathematischen Wissens ($\beta = .307$), welches wiederum von der fluiden Intelligenz ($\beta = .616$) beeinflusst wird, zu erklären. Keinen Einfluss haben das Alter, die Berufspraxiserfahrung und das fachspezifische Interesse (Wyrwal 2020).



** signifikant auf dem 1 % - Niveau

Abb. 2: Strukturmodell zur Erklärung des Fachwissens zu Weiterbildungsbeginn (Wyrwal 2020, S. 174)

Das Strukturgleichungsmodell zeigt hinsichtlich der erzielten Fit-Werte eine gute Modellpassung ($n = 204$; $\chi^2 = 10.45$; $df = 12$; $p(\chi^2) = .577$; CFI = 1.00; RMSEA (90 %) = 0.00; SRMR = 0.030; $R^2 = 38.4$ %) und kann die Daten zuverlässig abbilden.

4.3 Studie 2 – Das Fachwissen nach der Grundstufe

Mit der Studie 2 wird das Fachwissen zum Ende des ersten Fachschuljahres und damit nach der Grundstufe erhoben und modelliert. In die Auswertung flossen die Daten von Lernenden der Bun-

desländer Baden-Württemberg ($n = 156$), Bayern ($n = 203$) und Hessen ($n = 69$), die den Fachbereich Hochbau vertiefen. Zurückzuführen auf die curricularen Analysen sind zum Ende der Grundstufe fünf Testinstrumente in den Bereichen Mathematik, Baukonstruktion (Hochbau), Bauphysik, Baustatik/Tragwerkslehre und der fachspezifischen Problemlösefähigkeit entwickelt und eingesetzt worden. Mit den Daten der einzelnen Instrumente erfolgte analog zur Studie 1, auf Basis des Rasch-Modells, eine IRT-Skalierung, wobei nicht Rasch-konforme Items exkludiert wurden. Mit einer Itemanzahl von 17 bzw. 18 je Testinstrument, einer EAP-PV-Reliabilität im Bereich von .71 bis .83 (WLE-Reliabilität im Bereich von .67 bis .82), einer mittleren Lösungsquote zwischen 39 % und 65 %, einer mittleren Item-Rest-Korrelation von $.28 \geq r_{it} \leq .33$ und einer mittleren Itemschwierigkeit im Bereich von -0.696 und 0.506 können die Messinstrumente das Fachwissen in den genannten Bereichen zuverlässig erfassen. Zwischen den einzelnen Fachwissensinstrumenten lassen sich signifikante Zusammenhänge in der Größenordnung von $.327 \geq r \leq .601$ identifizieren. Aufgrund der inhaltlichen Überschneidungen der Dimensionen Baukonstruktion (Hochbau) und Bauphysik, zeigt die Dimensionsprüfung das Zusammenfallen jener getrennt erfassten Konstrukte mit latenten Korrelationswerten von $r = .847$ (Wyrwal 2020).

Mittels varianzanalytischer Analysen (Varianzhomogenität wurde bestätigt) sind auf Basis der skalierten Daten die mittleren WLE-Personenfähigkeiten zwischen den einzelnen Bundesländern auf Unterschiede je Dimension hin überprüft worden (siehe Tabelle 2). Die Berechnungen zeigen in allen angenommenen Subdimensionen ein signifikant schlechteres Abschneiden der Lernenden im Bundesland Hessen. Liegen im Bereich der Mathematik die Personenfähigkeiten zwischen den Bundesländern Baden-Württemberg und Hessen auf einem Niveau, so zeigen die bayrischen Schüler*innen signifikant höhere Personenfähigkeiten. Die Personenfähigkeiten der hessischen Fachschüler*innen in der Baukonstruktion/Tragwerkslehre sind signifikant schlechter als die Fähigkeiten der Lernenden aus Baden-Württemberg, die wiederum signifikant schlechtere Personenfähigkeiten aufweisen als Schüler*innen bayrischer Fachschulen (Wyrwal 2020).

Tab. 2: Bundeslandspezifische Fachwissensunterschiede nach der Grundstufe (Wyrwal 2020, S. 208)

	Bundesland			F	Cohens d
	Baden-Württemberg (n = 158)	Bayern (n = 203)	Hessen (n = 69)		
Mathematik	-0.221 ^a	0.339 ^b	-0.381 ^a	23.469**	0.470
Baustatik/ Tragwerkslehre	-0.235 ^a	0.405 ^b	-0.693 ^c	33.523**	0.648 ^{ab} 0.425 ^{ac} 0.963 ^{bc}
Baukonstruktion (Hochbau)	0.095 ^a	0.121 ^a	-0.641 ^b	22.781**	0.654
Bauphysik	0.148 ^a	0.115 ^a	-0.733 ^b	29.424**	0.743
Baukonstruktion/ Bauphysik	0.115 ^a	0.116 ^a	-0.705 ^b	35.999**	0.822
Fachspezifische Problemlösefähigkeit	0.012 ^a	0.263 ^a	-0.643 ^b	17.212**	0.543

** = signifikant auf dem 1 %-Niveau
Anmerkung: Subgruppen mit unterschiedlichen Kennzahlen (a, b, c) unterscheiden sich signifikant.

Die Veranschaulichung der Abbildung 3, unter Abtragung der Personenfähigkeit und Standardabweichung je angenommener Subdimension und Bundesland, macht die bundeslandspezifischen

Unterschiede unter Fixierung der mittleren Personenfähigkeit auf 0 deutlich, die sich teilweise um fast eine Standardabweichung unterscheiden.

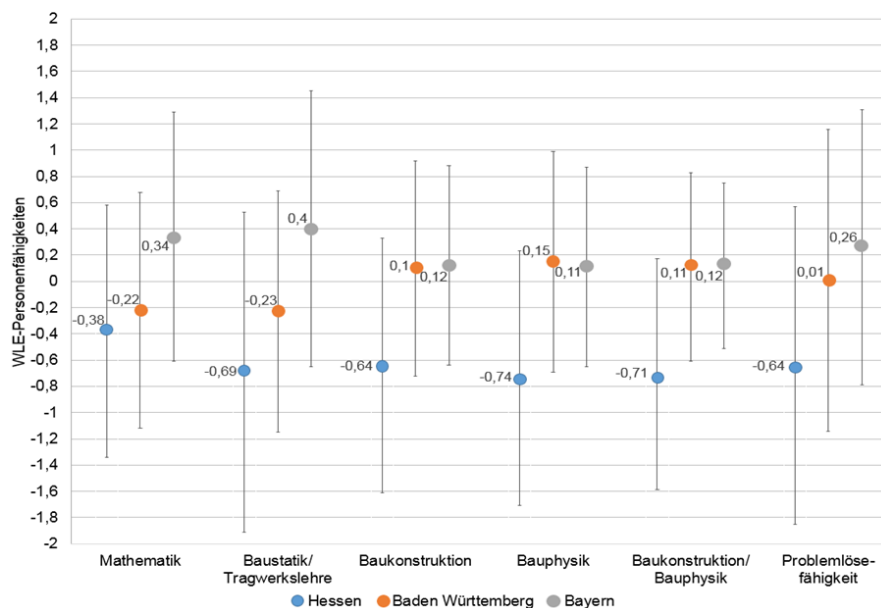


Abb. 3: Mittlere Personenfähigkeit und Standardabweichung unterteilt nach Bundesländern nach der Grundstufe (Wyrwal 2020, S. 209)

Neben der Beschreibung des berufsfachlichen Wissens nach Abschluss des ersten Fachschuljahres zielt die Studie 2 auf die Modellierung des erhobenen berufsfachlichen Wissens. Bezugnehmend auf theoretische Vorüberlegungen wurde das Fachwissen mit diversen Modellierungen berechnet und über Modellvergleichsparameter bzw. χ^2 -Differenztests analysiert. Unter Berücksichtigung der standardisierten Item- und Korrelationskennwerte sind mit dem WLSMV-Schätzer die Messmodelle der einzelnen angenommenen Dimensionen hin zum bestmöglichen Modell berechnet worden. Letztlich lässt sich das Fachwissen zum Ende der Grundstufe dreidimensional über die Dimensionen Baustatik/Tragwerkslehre, Baukonstruktion/Bauphysik und der fachspezifischen Problemlösefähigkeit zuverlässig (Fit-Werte: $n = 434$; $\chi^2 = 1533$; $df = 1322$; $p(\chi^2) = .000$; CFI = 0.920; TLI = 0.917; RMSEA (90 %) = 0.023; WRMR = 1.024) abbilden (Wyrwal 2020).

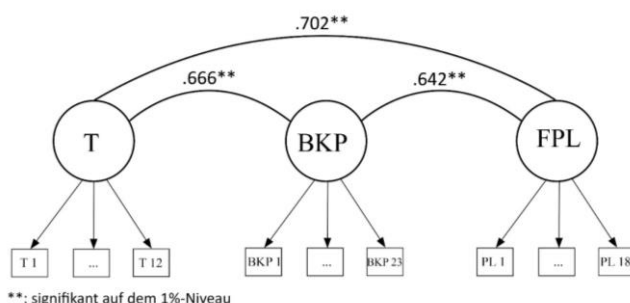


Abb. 4: Latente Korrelationen der Modellierung nach der Grundstufe (Wyrwal 2020, S. 214)

4.4 Studie 3 – Das Fachwissen nach der Fachstufe

Zum Ende der fachschulischen Weiterbildung wird das berufsfachliche Wissen mit der Studie 3 eruiert. Analog zur Studie 2 sind die Daten über selbst entwickelte und validierte Testinstrumente bei Lernenden der Bundesländer Baden-Württemberg ($n = 90$), Bayern ($n = 143$) und Hessen ($n = 34$) erhoben worden. Zurückzuführen auf die Analysen der fachschulischen Curricula zeigen sich in der Fachstufe Überschneidungen in den angenommenen Dimensionen Mathematik, Baustatik/Tragwerkslehre und Baukonstruktion (Hochbau), weshalb für jene Bereiche Testinstrumente entwickelt und zum Einsatz kamen. Die Rasch-Skalierung der erhobenen Daten auf Basis des MML-Schätzers unter der Fixierung der Itemparameter auf den Wert 0 wurde analog zu den Studien 1 und 2 durchgeführt. Unter Eliminierung von nicht Rasch-konformen Items ist die angenommene Dimension je nach Testinstrument mit 17 bis 22 Items zuverlässig zu messen. Die EAP-PV-Reliabilitäten liegen im Bereich von .77 bis .83 (WLE-Reliabilität im Bereich von .75 bis .80), bei einer mittleren Lösungsquote zwischen 48 % und 58 %. Die mittleren Item-Rest-Korrelation von $.32 \geq r_{it} \leq .41$, bei einer mittleren Itemschwierigkeit im Bereich von -0.354 und 0.044, unterstreichen die Passgenauigkeit der Items hinsichtlich der Zielgruppe. Zwischen den einzelnen Fachwissensinstrumenten lassen sich signifikante Zusammenhänge in der Größenordnung von $.497 \geq r \leq .547$ identifizieren (Wyrwal 2020).

Wie bereits in den Studien 1 und 2 zeigen sich zum Ende der fachschulischen Weiterbildung bundeslandspezifische Unterschiede bzgl. der gemessenen WLE-Personenfähigkeiten (siehe Tabelle 3). Die Befunde der Studie 2 in der angenommenen Dimension Mathematik lassen sich replizieren, wonach Schüler*innen in Bayern signifikant höhere WLE-Personenfähigkeiten aufweisen als die Lernenden der Bundesländer Baden-Württemberg und Hessen. In den Themenfeldern der Baustatik/Tragwerkslehre sowie der Baukonstruktion (Hochbau) schneiden die hessischen Schüler*innen signifikant schlechter ab als jene aus Baden-Württemberg und Bayern. Die Effektstärke der varianzanalytischen Betrachtungen, liegt nach Cohens d im mittleren Bereich (Wyrwal 2020).

Tab. 3: Bundeslandspezifische Fachwissensunterschiede nach der Fachstufe (Wyrwal 2020, S. 239)

	Bundesland			F	Cohens d
	Baden-Württemberg ($n = 78$)	Bayern ($n = 115$)	Hessen ($n = 25$)		
Mathematik	-0.406 ^a	0.417 ^b	-0.419 ^a	11.551**	0.465
Baustatik/ Tragwerkslehre	0.288 ^a	0.057 ^a	-1.131 ^b	15.260**	0.834
Baukonstruktion (Hochbau)	-0.034 ^a	0.158 ^a	-0.599 ^b	9.826**	0.669

** = signifikant auf dem 1 %-Niveau
Anmerkung: Subgruppen mit unterschiedlichen Kennzahlen (a, b) unterscheiden sich signifikant.

Mit der grafischen Darstellung unter der Abtragung der auf 0 fixierten mittleren WLE-Personenfähigkeit und der Standardabweichungen je Bundesland und angenommener Dimension (siehe Abbildung 5) werden die bundeslandspezifischen Unterschiede der Personenfähigkeiten, die sich teils bis zu einer Standardabweichung unterscheiden, ersichtlich.

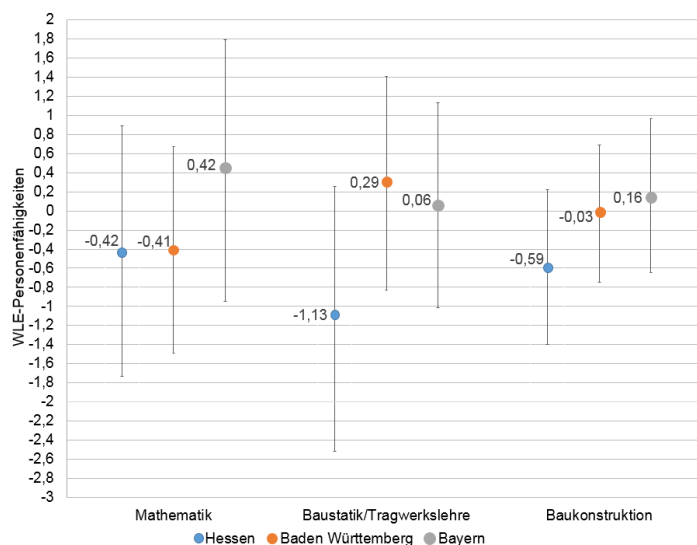


Abb. 5: Mittlere Personenfähigkeit und Standardabweichung unterteilt nach Bundesländern nach der Fachstufe (Wyrwal 2020, S. 239)

Mit der mehrdimensionalen Skalierung der Daten wurden bereits verschiedene Modellkonstellationen überprüft, die auf zuvor theoretisch begründete Vorüberlegungen zurückzuführen sind. Über die Verifizierung von Messmodellen zeigt das dreidimensionale Modell, bestehend aus den Dimensionen Mathematik, Baustatik/Tragwerkslehre und Baukonstruktion (Hochbau) die beste Passung (Fit-Werte: $n = 218$; $\chi^2 = 1160$; $df = 986$; $p(\chi^2) = .000$; CFI = 0.933; TLI = 0.929; RMSEA (90 %) = 0.025; WRMR = 1.003) mit latenten Korrelationswerten zwischen den Dimensionen von $.685 \geq r \leq .734$ (Wyrwal 2020).

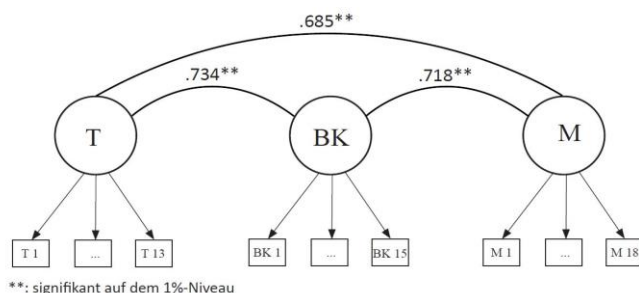


Abb. 6: Latente Korrelationen der Modellierung nach der Fachstufe (Wyrwal 2020, S. 243)

5 Zusammenfassung, Limitationen und Ausblick

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass bundeslandüberschneidende Fachwissensbereiche und Inhalte identifiziert, sowie reliable und valide Testinstrumente entwickelt und eingesetzt werden konnten. Die deskriptiven Befunde zu Weiterbildungsbeginn zeigen heterogene soziodemografische, kognitive, motivationale und durch berufliche Vorerfahrungen und Berufsausbildungen geprägte Varianzen auf, die sich in bundeslandspezifischen Subgruppenvergleichen weiter ausdifferenzieren lassen. Das berufsfachliche Wissen zu Beginn der Weiterbildung, nach der Grund- und

nach der Fachstufe, verifiziert über die Personenfähigkeiten, ist bei Lernenden aus Baden-Württemberg und Bayern signifikant höher als bei Schülerinnen und Schülern hessischer Fachschulen, wodurch bundeslandspezifische Fachwissensunterschiede vorliegen. Zu Weiterbildungsbeginn (Studie 1) lässt sich das berufsfachliche Wissen zweidimensional über die bautechnischen Grundlagen und den Hochbau modellieren und kann zu 38,4 % über die fluide Intelligenz und das mathematische Wissen erklärt werden. Die berufspraktischen Erfahrungen, das Alter, sowie das fachspezifische Interesse tragen nicht zur Erklärung bei. Das berufsfachliche Wissen nach der Grundstufe (Studie 2) lässt sich über die Dimensionen Baustatik/Tragwerkslehre, Baukonstruktion/Bauphysik und die fachspezifische Problemlösefähigkeit ebenso dreidimensional modellieren, wie das berufsfachliche Wissen nach der Fachstufe (Studie 3) mit den Dimensionen Mathematik, Baustatik/Tragwerkslehre und der Baukonstruktion (Hochbau).

Auf die Untersuchung limitierend wirkt die Eingrenzung der Stichprobe auf staatliche Vollzeitfachschulen der Vertiefungsrichtung Hochbautechnik, die aus testökonomischen Gesichtspunkten begrenzte Erhebungszeit (max. 180 h je Studie), uneinheitliche didaktische Ansätze in Form von unterschiedlichen Curricula (Lernfeld/Fächerprinzip), mögliche schul- oder lehrkraftspezifische Schwerpunktsetzungen sowie die Nichtberücksichtigung individueller Bildungsverläufe (Wyrwal 2020). Durch diverse Wahl- und Vertiefungsmöglichkeiten, insbesondere in der Fachstufe, sind die überschneidenden Fachinhalte grundlegend eingegrenzt. Unberücksichtigt bleiben an manchen Fachschulen übliche Assessments, die bereits vor Weiterbildungsbeginn eine Positivauswahl vornehmen. Aufgrund der begrenzten Testzeit, freiwilliger Testteilnahme und organisatorischen Hürden zur Findung eines geeigneten Erhebungszeitpunktes, stieg in den Studien 2 und 3 die Dropoutquote merklich an, so dass längsschnittliche Betrachtungen nicht möglich waren (Wyrwal 2020).

Mit der vorgestellten Untersuchung liegen erstmals belastbare Informationen zur Kohorte der Bautechniker*innen der Vertiefungsrichtung Hochbau vor, die sich auf die berufliche Praxis und Forschung übertragen lassen. Die Befunde zum berufsfachlichen Wissen lassen ebenso eine Übertragbarkeit auf die schulische Praxis zu, wie die deskriptiven Daten zu den soziodemografischen, kognitiven, motivationalen und beruflichen Voraussetzungen. Die vorliegenden Daten geben wichtige Hinweise zur weiteren adaptiven Ausgestaltung von pädagogischen Handlungsprogrammen auf der Makro-, Meso- und Mikroebene. Mit der Identifikation von zu Weiterbildungsbeginn relevanten Fachinhalten kann bereits vor oder direkt nach Fachschulstart der Heterogenität entgegengewirkt werden und erweisen sich somit für die fachschulische Praxis als anschlussfähig. Aus wissenschaftlicher Sicht liegen weitere Forschungsdesiderate in der Ausweitung der Stichprobe auf weitere Bundesländer, private Fachschulträger und zur Vollzeit alternative Beschulungsmodelle. Mit einer Erhöhung der Stichprobe lassen sich längsschnittliche Betrachtungen ebenso realisieren wie der Einbezug von auf das berufsfachliche Wissen relevanter Prädiktoren über den Weiterbildungsbeginn hinaus. Durch eine partielle Erhöhung der Itemanzahl sind weitere Aussagen über die Fachwissensdimensionen, in Form von Subdimensionen und Niveaumodellierungen, möglich. Von Erkenntnisinteresse ist darüber hinaus, unter der Betrachtung von „Technikerkarrieren“, das Übergangsverhalten nach Fachschulabschluss (Wyrwal 2020). Dies wurde bereits in eigenen Forschungsbemühungen angestoßen (Hihn, Wyrwal & Zinn 2020; Wyrwal 2020), um die tatsächliche berufliche Aufstiegsmöglichkeit durch den Königsweg der postsekundären Berufsbildung näher zu betrachten und das Potential der fachschulischen Weiterbildung hervorzuheben.

Literatur

- Abele, S. (2014). Modellierung und Entwicklung berufsfachlicher Kompetenz in der gewerblich-technischen Ausbildung (Empirische Berufsbildungsforschung, Band 1). Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Ackerman, P. L. (1996). A theory of adult intellectual development: Process, personality, interests and knowledge. *Intelligence*, 22, 227–257.
- Bader, R. (1989). Berufliche Handlungskompetenz. *Die berufsbildende Schule*, 41 (2), 73–77.
- Becker, M. & Spöttl, G. (2015). Berufliche (Handlungs-)Kompetenzen auf der Grundlage arbeitsprozessbasierter Standards messen. *bwp@ - Berufs- und Wirtschaftspädagogik online*, 28.
- Bentele, J. (2016). Erstellung und Pilotierung eines Tests zur Erfassung des Fachwissens von Fachschülern im Bereich Maschinenbautechnik am Ende der Ausbildung. Masterarbeit an der Universität Stuttgart (unveröffentlicht).
- Betzler, J. (2006). Vergleich zwischen schülerzentriertem und lehrerzentriertem Unterricht an einer Fachschule für Technik. *Die berufsbildende Schule*. 58(2), 56–60.
- Biber, J., Hartmann, M., Poch, J. & Schirmer, W. (2010). Technikerausbildung in Deutschland – ein immer noch unterschätztes Kleinod in der deutschen Bildungslandschaft: Das Berufsbild „Staatlich geprüfter Techniker/ Staatlich geprüfte Technikerin“ als Basis zur Lehrplanentwicklung für die Fachschulausbildung, 319–324.
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (Hrsg.) (2009). Aufstieg durch Bildung. Qualifizierungsinitiative der Bundesregierung. Bonn/ Berlin. Online unter: <http://www.bmbf.de/publikationen/index.php#pub>, Stand vom 16.02.2018.
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (Hrsg.) (2014). Aufstieg durch Bildung: offene Hochschule. Leitfaden für Skizzeneinreicher und Antragsteller der zweiten Wettbewerbsrunde. Qualifizierungsinitiative der Bundesregierung. Online unter: Bonn/ Berlin. <http://www.bmbf.de/publikationen/?L=1>, Stand vom 16.02.2018.
- Cattell, R. B. (1987). *Intelligence. Its structure, growth, and action* (Advances in psychology, Bd. 35). Amsterdam: Elsevier Science Pub. Co.
- Dietzen, A. & Wünsche, T. (2012). Die Bedeutung der Aufstiegsfortbildung als Schnittstelle zur Hochschule – eine Untersuchung in Betrieben wachsender Beschäftigungsfelder. *bwp@ - Berufs- und Wirtschaftspädagogik online* (23).
- Dorffmeister, L. (2019). Zu den Kapazitätsengpässen in der Bauwirtschaft. *ifo Schnelldienst*, 72 (1), 50–54.
- Fazekas, M. & Field, S. (2013). A Skill beyond School Review of Germany, OECD Reviews of Vocational Education and Training. OECD Publishing. Online unter: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264202146-en>, Stand vom 16.02.2018.
- Freitag, W. K., Hartmann, E. A., Loroff, C., Stamm-Riemer, I., Völk, D. & Buhr, R. (Hrsg.) (2011). Gestaltungsfeld Anrechnung. Hochschulische und berufliche Bildung im Wandel. Münster/New York/München/Berlin: Waxmann.
- Frommberger, D. (2012). Von der Berufsbildung in die Hochschulbildung (Dritter Bildungsweg) - eine berufs- und wirtschaftspädagogische Einordnung unter besonderer Berücksichtigung aktueller Rahmenwerke zur Förderung von Übergängen und Durchlässigkeit. In *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*. 108(2), 169–193.
- Gebert, C. (2015). Erstellung und Pilotierung eines Tests zur Erfassung des Fachwissens von Fachschülern im Bereich Maschinenbautechnik am Ende des ersten Ausbildungsjahres. Masterarbeit an der Universität Stuttgart (unveröffentlicht).
- Geißel, B. (2008). Prädiktoren der Entwicklung zentraler Aspekte von Fachkompetenz in Berufen gewerblich-technischer Erstausbildung. In D. Münk (Hrsg.), *Berufs- und Wirtschaftspädagogik - Probleme und Perspektiven aus nationaler und internationaler Sicht. Neue Forschungserträge aus der Berufs- und Wirtschaftspädagogik* (Schriftenreihe der Sektion Berufs- und Wirtschaftspädagogik der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaft (DGfE), S. 10–20). Opladen: Budrich.
- Gillen, J. & Meyer, R. (2010). Selektionsmechanismen in der beruflichen und betrieblichen Weiterbildung - Forschungsstand und Handlungsbedarfe. *bwp@ - Berufs- und Wirtschaftspädagogik online* (19).
- Grywatsch, M. & Hering, W. (2010). Der Schwerpunkt „Regenerative Energien“ an der Fachschule für Technik: Gestaltungsbeispiele auf der Grundlage betrieblicher und schulischer Kooperation. *Lernen und Lehren*. 25(100), 177–181.
- Hihn, C., Wyrwal, M. & Zinn, B. (2020). Der berufliche Wiedereinstieg nach Abschluss der Fachschule Technik. Study der Hans-Böckler-Stiftung, Düsseldorf: Online unter: https://www.boeckler.de/de/faust-detail.htm?sync_id=9125

- Hinze, R. & Probst, H. (2012). Rechentest Berufsschule -RTBS Version 3. Erkennen und Förderung mathematischer Grundkenntnisse beim Berufsschulstart, Wetzlar.
- Jürgens, A. (2017). Determinanten des Studienerfolgs. Nichttraditionell Studierende in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen. Bielefeld: Bertelsmann.
- Jürgens, A. & Zinn, B. (2015). Nicht-traditionell Studierende in Deutschland – Stand der empirischen Forschung und Desiderate. In Elsholz, U. (Hrsg.), Beruflich Qualifizierte im Studium – Analysen und Konzepte zum Dritten Bildungsweg. Bielefeld: Bertelsmann Verlag, 35–56.
- Klieme, E., Maag-Merki, K. & Hartig, J. (2007). Kompetenzbegriff und Bedeutung von Kompetenzen im Bildungswesen. In J. Hartig & E. Klieme (Hrsg.), Möglichkeiten und Voraussetzungen technologiebasierter Kompetenzdiagnostik (S. 5-15). Bonn/Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2013). Sekretariat der Kultusministerkonferenz (Hrsg.): Rahmenvereinbarung über Fachschulen (in der Fassung vom 27.02.2013). Bonn.
- KMK. (2007). Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe (Sekretariat der ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, Hrsg.).
- Kuhn, C., Zlatkin-Troitschanskaia, O., Pant, H. A. & Hannover, B. (2016). Valide Erfassung der Kompetenzen von Studierenden in der Hochschulbildung. Eine kritische Betrachtung des nationalen Forschungsstandes. ZfE-Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 19 (2), 275–298.
- Lohrengel, A., Müller, L. & Wallat, P. (2019). Chancen und Herausforderungen einer offenen Hochschule. Am Beispiel des Projekts "Techniker2Bachelor" unter den Aspekten Durchlässigkeit und Anrechnung. Lernen & Lehren, 134 (2), 72–76.
- Martin, M. (2008). Entwicklung des Selbstgesteuerten Lernens in der gartenbaulichen Fachschulausbildung durch den Einsatz moderner Methoden und neuer Medien. Humboldt-Universität zu Berlin (Dissertation).
- Müller, N. & Wenzelmann, F. (2018). Berufliche Weiterbildung: Aufwand und Nutzen für Individuen. Ergebnisse einer BIBB-Erhebung (12. Jahrgang Heft 2). Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung.
- Muthen, L. K. & Muthen, B. O. (2012). Mplus - Statistic Analysis With Latent Variables. User's Guide (7. Auflage). Zugriff am 17.07.2018. Online unter:
http://www.statmodel.com/download/userguide/Mplus%20user%20guide%20Ver_7_r6_web.pdf
- Nickel, S. & Schulz, N. (2017). Update 2017: Studieren ohne Abitur in Deutschland. Überblick über aktuelle Entwicklungen. Arbeitspapier Nr. 195, Gütersloh: CHE gemeinnütziges Centrum für Hochschulentwicklung.
- Nickolaus, R., Gschwendtner, T. & Abele, S. (2013). Bringt uns eine genauere Vermessung der erreichten Kompetenzen weiter? Kompetenzmessung, Kompetenzmodelle, Kompetenzstrukturen und erreichte Kompetenzniveaus in der beruflichen Bildung. Die berufsbildende Schule, 65 (2), 40–46.
- Nickolaus, R. & Seeber, S. (2013). Berufliche Kompetenzen: Modellierung und diagnostische Verfahren. In Frey, A., Lissmann U., Schwarz, B. (Hrsg.), Handbuch Berufspädagogische Diagnostik (Pädagogik, S. 155–180). Weinheim: Beltz.
- Nitzschke, A., Velten, S., Dietzen, A. & Nickolaus, R. (2017). Motive, Vorerfahrungen und kognitive Eingangsvoraussetzungen von Technikerschülern und Technikerschülerinnen. In Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), 113(3), 490–516.
- Norwig, K., Petsch, C. & Nickolaus, R. (2017a). Berufsfachliche Kompetenzen von Auszubildenden des Zimmererhandwerks - Untersuchung der Kompetenzstruktur und zentraler Bedingungsfaktoren. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 113 (4), 637–667.
- Pahl, J. P. (2010). Fachschule Praxis und Theorie einer beruflichen Weiterbildungseinrichtung. Bielefeld: Bertelsmann.
- 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 für Detlef Sembill. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Pittich, D. (2014). Diagnostik fachlich-methodischer Kompetenzen (Wissenschaft, Bd. 37). Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- Schad, S. (2015). Konzipierung und Pilotierung einer E-Learning-Lerneinheit im Facility Management. Masterarbeit an der technischen Hochschule Mittelhessen (unveröffentlicht).

- Schaper, N., Sonntag, K. & Benz, D. (1997). Anforderungsanalysen bei Technikertätigkeiten in modernen Arbeitsstrukturen zur Optimierung eines Fachschulcurriculums. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaften*, 51(1), 47–55.
- Schiefele, U., Krapp, A., Wild, K.-P. & Winteler, A. (1993). Der „Fragebogen zum Studieninteresse“ (FSI). *Diagnostica*, Jg. 39, H. 4, 335–351.
- Schleifer, H.J. & Strunk, H. (2006). Blended-Learning in der Fachschule – Einsatz einer Lernplattform im Unterricht. *B&B Agrar – Die Zeitschrift für Bildung und Beratung*, 59(5), 162–165.
- Schmierl, K. (2016). Berufsbild staatlich geprüfter Techniker/innen im Öffentlichen Dienst. Working Paper Forschungsförderung Nummer 20. Düsseldorf: Hans Böckler Stiftung.
- Siegel, S., Wyrwal, M. & Zinn, B. (2018): Berufliche oder akademische Bildung – Übergangsverhalten im Rahmen der Fachschule Technik. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 6(3), 59–76.
- Sun, R. (2006). The CLARION cognitive Architecture: Extending cognitive modeling to social simulation. In R. Sun (Hrsg.), *Cognition and multi-agent interactions. From cognitive modeling to social simulation* (S. 79–102). New York: Cambridge University Press.
- Syben, G. (2012). Berufliche Tätigkeit, Kompetenzprofil und Bildungsbedarf von Bautechnikern und Bautechnikerinnen: Eine explorative Untersuchung. Hans-Böckler-Stiftung (Abschlussbericht).
- Tutschner, R. & Strauß, J. (2010). Techniker/innen und Interessenvertretung. Zur Arbeitssituation und beruflichen Identität von Technikern, Forschungsbericht Universität Bremen.
- Velten, S., Nitzschke, A., Nickolaus, R. & Walker, F. (2018). Die Fachkompetenzstruktur von Technikern für Elektrotechnik und Einflussfaktoren auf ihre Kompetenzentwicklung. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 6 (1), 201–222.
- Weiß, R. (2006). Grundintelligenztest Skala 2: CFT-20-R - Revision. Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Winther, E. (2010). Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung. Bielefeld: Bertelsmann.
- Wolter, A. (2010). Durchlässigkeit zwischen beruflicher Bildung und Hochschule - Vom Besonderheitenmythos zur beruflichen Kompetenz. In Birkelbach, K., Bolder, A. & Düsseldorf, K. (Hrsg.), *Berufliche Bildung in Zeiten des Wandels*. Hohengehren, 199–219.
- Wyrwal, M. (2020): Das berufsfachliche Wissen von Schülerinnen und Schülern in der Fachschule Bautechnik (Vol. 6). Bielefeld. wbv. Dissertationsschrift.
- Wyrwal, M. & Zinn, B. (2017a). Berufsfachliche Kompetenzen zum Ende der Grundstufe in der Fachschule Bautechnik. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 113(2), 228–250.
- Wyrwal, M. & Zinn, B. (2017b). Skalierung und theoretische Modellierung berufsfachlicher Kompetenz zum Ende der Fachschule Bautechnik. In S. Baabe-Meijer, W. Kuhlmeier & J. Meyser (Hrsg.), *Trends beruflicher Arbeit – Digitalisierung, Nachhaltigkeit, Heterogenität. Ergebnisse der Fachtagung Bau, Holz, Farbe und Raumgestaltung*. 19. Hochschultage Berufliche Bildung Universität zu Köln. Norderstedt: BoD – Books on Demand GmbH, 58–85.
- Zinn, B. (2012). Ein ingenieurwissenschaftliches Studium von beruflich qualifizierten Studierenden - Chancen und Risiken. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 108(2), 273–290.
- Zinn, B. & Jürgens, A. (2010). Akademische Weiterbildung von Meistern und Technikern in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen. In *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online*, Ausgabe 19, 1–18. http://www.bwpat.de/ausgabe19/zinn_juergens_bwpat19.pdf, Stand vom 13.02.2018.
- Zinn, B. & Wyrwal, M. (2014a). Konzeption eines theoretischen Modells zu ausgewählten Kompetenzen von Technikern der Fachschule Bautechnik. *Journal of Technical Education (JOTED)*, Jg. 2(2), 117–137.
- Zinn, B. & Wyrwal, M. (2014b). Ein empirisches Erklärungsmodell zum fachspezifischen Wissen von Schülern bei Einmündung in die berufliche Weiterbildung an bautechnischen Fachschulen. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 110(4), 529–548.
- Zinn, B., Wyrwal, M., Sari, D. & Louis, A. (2015). Förderung von Auszubildenden im Berufsfeld Metalltechnik. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 111 (1), 56–78.

DR. PHIL. MATTHIAS WYRWAL
Universität Stuttgart, Institut für Erziehungswissenschaft
Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik (BPT)
Azenbergstraße 12, 70174 Stuttgart
wyrwal@ife.uni-stuttgart.de

Zitieren dieses Beitrags:

Wyrwal, M. (2021). Das berufsfachliche Wissen von Schülerinnen und Schülern in der Fachschule Bautechnik. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 9(1), 9–30.