

Forschungsprojekt **2.2.302** (JFP 2010)

Einfluss der betrieblichen Ausbildungsqualität auf die Fachkompetenz in ausgewählten Berufen (Aqua.Kom)

Abschlussbericht

Dr. Agnes Dietzen

Stefanie Velten

Annalisa Schnitzler

Christine Schwerin

Kooperationspartner der Universität Stuttgart:

Prof. Dr. Reinhold Nickolaus

Annette Gönnerwein

Alexander Nitzschke

Andreas Lazar

Laufzeit Jan 2010- Dez 2013

Bundesinstitut für Berufsbildung
Robert-Schuman-Platz 3
53175 Bonn

Telefon: 0228 / 107 -1125
Fax: 0228 / 107 - 2988
E-Mail: dietzen@bibb.de

Bonn, Februar 2014

„Das Wichtigste in Kürze“	3
1 Problemdarstellung.....	4
1.1 Messung von Facetten beruflicher Handlungskompetenz	4
1.2 Einflussfaktoren des Kompetenzerwerbs	6
2 Projektziele, Forschungsfragen und Hypothesen/forschungsleitende Annahmen	8
3 Methodische Vorgehensweise.....	10
3.1 Untersuchungsdesign.....	10
3.2 Stichprobe	11
3.3 Eingesetzte Testinstrumente	13
3.4 Auswertungsstrategien	14
4 Ausgewählte Ergebnisse.....	15
4.1 Entwicklung von Testinstrumenten	15
4.1.1 Fragebogen zur schulischen und betrieblichen Ausbildungsqualität.....	15
4.1.2 Fachwissenstests für Fachinformatiker/-innen und Mechatroniker/-innen.....	16
4.1.2.1 Testkonstruktion	16
4.1.2.2 Kompetenzstrukturmodelle und Kompetenzniveaumodelle.....	18
4.1.3 Testinstrumente zur Erfassung der fachspezifischen Problemlösefähigkeit.....	20
4.2 Beziehung zwischen Input-, Prozess- und Outputvariablen der beruflichen Bildung.....	25
4.2.1 Qualitätsmerkmale der Ausbildung und Outputvariablen.....	25
4.2.2 Erklärungsmodelle des Fachwissens	28
4.3 Zusammenhänge der Testleistungen mit den IHK-Prüfungsleistungen.....	31
4.4 Weitere Ergebnisse	34
5 Zielerreichung	36
6 Ausblick und Transfer.....	36
Veröffentlichungen	38
Anhang/Literaturverzeichnis.....	40

„Das Wichtigste in Kürze“

In der dualen Ausbildung wird aufgrund der verschiedenen Lernorte ein komplexes Gefüge von Bedingungen für die Entwicklung beruflicher Kompetenzen der Auszubildenden wirksam. Im vorliegenden Projekt stand die Frage im Mittelpunkt, welche Bedingungen am Lernort Betrieb einen maßgeblichen Einfluss auf die Entwicklung der Fachkompetenz als eine Facette beruflicher Handlungskompetenz bei Auszubildenden in den zwei gewerblich-technischen Ausbildungsberufen Mechatroniker/-in und Fachinformatiker/-in haben. Zu diesem Zweck wurden im Rahmen des Projekts umfassende Neuentwicklungen psychometrischer Testverfahren zur Erfassung der Fachkompetenz realisiert. Darüber hinaus wurde ein Fragebogen zur Erfassung der betrieblichen Ausbildungsqualität entwickelt. Um kausale Zusammenhänge im Bedingungsgefüge aufzeigen zu können, kam ein längsschnittliches Design zur Anwendung, in dem jede(r) Auszubildende über einen Zeitraum von etwa 1,5 Jahren insgesamt drei Mal befragt und getestet wurde. Es wurden Auszubildende aus Hessen, Sachsen, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen aus dem ersten, zweiten und dritten Ausbildungsjahr in die Untersuchung einbezogen. Die Ergebnisse zeigen, dass es gelungen ist, reliable und valide Testinstrumente für die Erfassung des beruflichen Fachwissens und der fachspezifischen Problemlösefähigkeit zu entwickeln. Strukturanalysen zeigen zudem, dass sich in beiden Berufen das Fachwissen bereits in der Mitte der Ausbildung stark ausdifferenziert, was auf unterschiedliche Stärken und Schwächen der Jugendlichen im Bereich des Fachwissens hinweist. Die starke Ausdifferenzierung mag ein Grund dafür sein, dass die Ausarbeitung von Niveaumodellen des Fachwissens sich schwierig gestaltet. Eine Niveaubildung auf der Ebene einzelner Kompetenzdimensionen erscheint hier erfolgsversprechender. Mit den computerbasierten Simulationen ist es gelungen, authentische Problemsituationen mit unterschiedlichen Anspruchsniveaus für die Auszubildenden abzubilden. Allerdings weist das Projekt auch auf Optimierungsbedarfe in der Testgestaltung hin, die für eine breit angelegte Kompetenzmessung erforderlich wären. Schließlich wurde mit dem „Inventar zur betrieblichen Ausbildungsqualität“ ein neuer Fragebogen zur Erfassung der durch die Auszubildenden wahrgenommenen betrieblichen Lernumgebung konstruiert, der eine deutliche Weiterentwicklung bisheriger Verfahren darstellt. Die Datenauswertungen zeigen, dass die verschiedenen Merkmale der Lernumgebung deutliche Zusammenhänge mit der Motivation der Jugendlichen aufweisen. Für die Erklärung des Fachwissens zeigen sich in einem Gesamtmodell das Vorwissen und die Mathematikkenntnisse als zentrale Determinanten, direkte Effekte der Qualitätsmerkmale auf das Fachwissen lassen sich in diesem Modell kaum nachweisen. In Bezug auf die IHK-Prüfungen zeigt sich, dass die Ergebnisse der Kompetenztests hohe Übereinstimmungen mit den IHK-Prüfungsergebnissen aufweisen. Die Datenauswertungen werden auch über Projektabschluss hinaus fortgeführt und eröffnen somit die Möglichkeit weitere Fragestellungen zu beantworten. Damit stellen die vorliegenden Erkenntnisse wichtige Schritte auf dem Weg der Kompetenzorientierung in der beruflichen Bildung dar und leisten einen Beitrag zur Systematisierung und Erweiterung bestehender Untersuchungen zur Erfassung beruflicher Fachkompetenz. Die entwickelten Instrumente offenbaren vielfältige Nutzungsmöglichkeiten für Forschung und Praxis.

1 Problemdarstellung

Das Forschungsprojekt sollte wichtige Voraussetzungen dafür schaffen, das Bedingungsgefüge des betrieblichen Kompetenzerwerbs empirisch zu klären und dabei die Fragen zu beantworten, welche Faktoren sich begünstigend bzw. hemmend auf den Kompetenzerwerb in der Ausbildung auswirken. Die fachlichen Kompetenzen der einbezogenen Mechatroniker/-innen und Fachinformatiker/-innen sollten in diesem Projekt erstmals mittels psychometrischer Testverfahren erfasst werden. Angestrebt wurden sowohl Aussagen zur Kompetenzstruktur als auch zu den erreichten Niveaus für das Fachwissen und die fachspezifische Problemlösefähigkeit.

1.1 Messung von Facetten beruflicher Handlungskompetenz

Mit der Einführung des Konzepts der beruflichen Handlungsfähigkeit bzw. der beruflichen Handlungskompetenz als Ziel beruflicher Bildungsprozesse im Berufsbildungsgesetz (BBIG) wurden die Bestrebungen forciert, geeignete Messinstrumente zur Erfassung der beruflichen Handlungskompetenz zu entwickeln. Weiterhin ist in den letzten Jahren eine verstärkte Fokussierung auf Ergebnisse von Bildungsprozessen festzustellen, die sich beispielsweise auch in der Debatte um die Anerkennung formal und informell erworbener Kompetenzen widerspiegelt und in der empirischen Bildungsforschung in die Entwicklung von Instrumenten zur Messung von Lernergebnissen mündete. Zahlreiche Forschungsprogramme, die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in den letzten Jahren initiiert wurden (z.B. ASCOT-Technologie-orientierte Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung) verdeutlichen das große Interesse an empirischer Forschung zu Kompetenzmodellen und -messinstrumenten.

Üblicherweise wird das Konstrukt der beruflichen Handlungskompetenz in Anlehnung an HEINRICH ROTH (1971) in die Teildimensionen Sach- (oder Fach-), Sozial- und Selbstkompetenz untergliedert. Die Bezeichnung „Kompetenz“ wiederum bezieht sich zumeist auf den kognitionspsychologischen Ansatz von WEINERT (2001), nach dem Kompetenzen Verhaltensdispositionen darstellen, die es Individuen erlauben mit Hilfe ihres Wissens, ihrer Fertigkeiten und Fähigkeiten sowie ihrer Motivation situative Anforderungen erfolgreich zu bewältigen.

Da eine ganzheitliche, holistische Erfassung beruflicher Handlungskompetenzen zahlreiche Reliabilitäts- und Validitätsprobleme mit sich bringt (GSCHWENDTNER/ABELE/NICKOLAUS 2009), wurden bisher zumeist einzelne Facetten, und hierbei primär die berufliche Fachkompetenz als Kernfacette der Handlungskompetenz, getrennt betrachtet und auch motivationale und volitionale Aspekte weitgehend ausgeklammert. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass motivationale Einflüsse bei jeder Form der (freiwilligen) Testdurchführung von Bedeutung sind (NICKOLAUS/SEEBER 2013).

Erste Versuche, für den berufsbildenden Bereich Kompetenztests zu entwerfen, wurden im Projekt ULME (vgl. z.B. LEHMANN/SEEBER/HUNGER 2006; LEHMANN/SEEBER 2007) sowie in den Vorarbeiten für ein Large-Scale-Assessment in der beruflichen Bildung (z.B. GSCHWENDTNER/ABELE/NICKOLAUS 2009; WINTHER/ACHTENHAGEN 2009a) unternommen und werden aktuell in der ASCOT-Initiative des BMBF fortgeführt. Methodisch sollen dabei sowohl klassische Paper-Pencil-Testverfahren als auch computer-simulierte handlungsorientierte Verfahren Anwendung finden, die mittels elaborierter Testtheorien wie der Item-Response-Theorie skaliert werden. Beispiele für Testentwicklungen für den gewerblich-technischen Bereich finden sich bei GSCHWENDTNER (2011) und NICKOLAUS U. A. (2008, 2012), für den kaufmännischen Bereich bei WINTHER (2008) bzw. WINTHER/ACHTENHAGEN (2008). Ein holistischerer Ansatz der Kompetenzerfassung mit entwicklungstheoretischem Hintergrund liegt aus dem Projekt

KOMET vor (RAUNER/HAASLER/HEINEMANN/GROLLMANN 2008). Im derzeit laufenden ASCOT-Programm werden kompetenzdiagnostische Verfahren für weitere Berufe, u.a. im Gesundheitsbereich entwickelt. Im Gesundheitsbereich wurden auch erste Untersuchungen zur Erfassung sozial-kommunikativer Kompetenzen durchgeführt (DIETZEN/MONNIER/TSCHÖPE 2012). Bei insgesamt etwa 350 Ausbildungsberufen allein im dualen System bedarf es nach Einschätzung von NICKOLAUS UND SEEGER (2013) jedoch erheblicher weiterer zeitlicher und finanzieller Ressourcen, um die vorhandene berufliche Vielfalt auch nur annähernd abzudecken.

Für eine reliable und valide Erfassung der Fachkompetenz sind Erkenntnisse zu deren Struktur notwendig.

Aus den vorliegenden Arbeiten (WINTHER/ACHTENHAGEN 2009b; GSCHWENDTNER 2011; GEIßEL 2008; NICKOLAUS U.A. 2008; 2011; 2012) zeichnet sich ab, dass zumindest zwei Dimensionen unterscheidbar sind: a) Wissen/Verständnis über und von Sachverhalten und b) die Fähigkeit, dieses Wissen auch situationsadäquat einzusetzen. Letzteres wird je nach Anforderungssituation auch als fachspezifische Problemlösefähigkeit bezeichnet. Zur Diagnose der fachspezifischen Problemlösefähigkeit bzw. der Fehleranalysefähigkeit haben sich inzwischen Simulationen technischer Systeme in verschiedenen Domänen bewährt. Zentral ist dabei die Erkenntnis, dass mit solchen Simulationen die Fehleranalysefähigkeit in hohem Grade valide erhoben werden kann. So zeigen GSCHWENDTNER, ABELE UND NICKOLAUS (2009), dass mit Simulationen die gleichen Messergebnisse wie bei der Konfrontation mit realen Systemen erzielt werden. Möglich wird dies durch einen hohen Authentizitätsgrad der Simulationen, was zugleich eine günstige Voraussetzung für didaktische Einsatzmöglichkeiten darstellt. Als Problematisch haben sich in den ersten Studien die Reliabilitäten erwiesen, da die authentischen Fehlerfälle relativ große Bearbeitungszeiten erfordern und damit bei begrenzter Testzeit die Anzahl der Messpunkte relativ gering ist (ABELE U.A. 2012; NICKOLAUS U.A. 2012). In einer Studie des ASCOT Programms konnte allerdings inzwischen gezeigt werden, dass es möglich ist, innerhalb der gleichen Testumgebung auch mit Aufgabenzuschnitten zu arbeiten, die kürzere Bearbeitungszeiten erfordern, aber trotzdem die gleiche Kompetenzdimension abbilden wie die komplexen Arbeitsaufträge und so befriedigende Reliabilitäten von >0.8 zu erreichen sind (ABELE 2013).

Für die Sichtbarmachung beruflicher Fachkompetenzen werden neben inhaltlich validen Testinstrumenten insbesondere empirisch geprüfte Kompetenzmodelle benötigt. Allerdings stellt die Entwicklung empirisch geprüfter Kompetenzmodelle die Berufs- und Wirtschaftspädagogik bislang vor große Herausforderungen (SEEGER U. A. 2010). So ist es für die fachdidaktische Forschung von hoher Bedeutung in Erfahrung zu bringen, welche Fachwissensbereiche sich empirisch differenzieren lassen und ob sich diese Ausdifferenzierungen im Verlauf der Ausbildung verändern. Eine starke Ausdifferenzierung würde bedeuten, dass die Auszubildenden nicht alle Testaufgaben gleich erfolgreich bewältigt haben, sondern dass sie unterschiedliche Stärken und Schwächen aufweisen. Verursacht scheinen solche Ausdifferenzierungen auch durch unterschiedliche curriculare Schwerpunktsetzungen (GSCHWENDTNER 2011). Weiterhin stellt sich die Frage, ob diese Ausdifferenzierung bis zum Ende der Ausbildung aufrechterhalten wird oder ob einzelne Wissensbereiche im Ausbildungsverlauf, beispielsweise verursacht durch integrative Verarbeitungsprozesse in Anwendungssituationen verschmelzen (NICKOLAUS 2011). Da bisher Ausdifferenzierungen des Fachwissens primär entlang von curricular abgrenzbaren Themenbereichen identifiziert wurden, wurde im vorliegenden Projekt für das Fachwissen im Ausbildungsverlauf ebenfalls eine Ausdifferenzierung entlang fachlich abgrenzbarer Themenbereiche unterstellt. So wurden z.B. für den Ausbildungsberuf Mechatroniker/-in vorab verschiedene theoretische Überlegungen zu dem zu erwartenden Strukturmodell des Fachwissens angestellt. Eine eindimensionale Lösung würde bedeuten, dass sich keine Wissensbereiche empirisch

unterscheiden lassen, was nach der gegenwärtigen Befundlage eher in frühen Stadien des Kompetenzerwerbs zu erwarten wäre. Eine weitere plausible Möglichkeit würde eine zweidimensionale Lösung bieten, die zwischen mechanischen und elektrotechnischen Aufgaben differenziert. Die dreidimensionale Lösung würde darüber hinaus den Bereich Steuerungstechnik separat ausweisen, der einen spezifischen Anwendungsbereich elektrotechnischen und pneumatischen Wissens darstellt. Schließlich würde mit der Annahme einer fünfdimensionalen Struktur eine sehr starke Ausdifferenzierung postuliert, die gegenüber der dreidimensionalen Lösung für die beiden Bereiche Mechanik und Elektrotechnik jeweils nochmals eine Unterscheidung zwischen Grundlagenwissen und anwendungsorientiertem Wissen vorsieht. Hinweise auf solch starke Ausdifferenzierungen liegen vor allem für Strukturmodellierungen am Ende der Ausbildung vor (GSCHWENDTNER 2011; NICKOLAUS U.A. 2011).

Bei der Niveaumodellierung der Fachkompetenz geht es darum, inhaltlich beschreibbare Leistungsstufen zu definieren, wie es beispielsweise auch bei PISA und PIAAC erfolgte. Mit solchen Niveaumodellen steht nicht nur ein singulärer Testwert zur Verfügung, sondern die Kompetenzstufen lassen sich damit inhaltlich beschreiben und interpretieren. Damit wird eine kriteriumsorientierte Interpretation der quantitativen Leistungsdaten ermöglicht (SEEBER U.A. 2010; HARTIG 2007) und es lassen sich Aussagen zu den von den Auszubildenden in Relation zur Gesamtgruppe bewältigten Anforderungen machen. Für die Beschreibung der einzelnen Stufen spielen schwierigkeitsbestimmende Merkmale, wie z.B. die Komplexität einer Situation (nach FRANKE (2005), die Anzahl der Variablen, Vernetztheit, Dynamik und Intransparenz sowie Lernziel-Klassifikationen (z.B. von BLOOM U.A. (1974) sowie ANDERSON/KRATHWOHL (2001)) eine wichtige Rolle. Darüber hinaus sind kognitionspsychologische Erkenntnisse zum komplexen Problemlösen (z.B. DÖRNER 1987; FUNKE 2003) einzubeziehen. Wichtige Hinweise lassen sich auch aus den Niveaumodellierungen im elektrotechnischen Bereich und bei Kfz-Mechatronikern und -Mechatronikerinnen (vgl. Abschnitt 4.2.1) gewinnen.

1.2 Einflussfaktoren des Kompetenzerwerbs

Im Anschluss an das zentrale Ziel des Projekts, Aussagen zum Einfluss der Ausbildungsqualität auf die fachliche Kompetenzentwicklung bereit zu stellen, sind in einem ersten Zugriff vor allem Studien von Interesse, die dafür erste Abschätzungen bereit stellen. Die Forschungslage dazu ist allerdings unbefriedigend (im Überblick auch GSCHWENDTNER/GEISEL/NICKOLAUS 2007). Vor allem besteht ein Mangel an Studien, in welchen nicht nur einzelne Qualitätsmaße mit Leistungsdaten assoziiert werden, sondern längsschnittlich und unter Verwendung valider und reliabler Instrumente komplexere Erklärungsmodelle bereitgestellt werden, in welchen auch die kognitiven Eingangsvoraussetzungen als potentiell starke Prädiktoren des Kompetenzerwerbs Berücksichtigung finden. In den vereinzelt vorliegenden Erklärungsmodellen der Fachkompetenz dominiert der Einfluss der allgemeinen kognitiven Voraussetzungen, der Basiskompetenzen und des Vorwissens der Auszubildenden (im Überblick NICKOLAUS 2011). Die Ausbildungsqualität konnte bisher allenfalls einen schwachen zusätzlichen Beitrag zur Erklärung der Fachkompetenz liefern (z.B. NICKOLAUS u.a. 2011). Allerdings ließen sich deutliche Einflüsse der (schulischen) Ausbildungsqualität auf die Motivation der Auszubildenden nachweisen (NICKOLAUS u.a. 2010), welche wiederum, wenn auch nur schwach, in die Erklärungsmodelle zur Fachkompetenz einfließt (z.B. NICKOLAUS u.a. 2012). Bezüglich der Ausbildungsqualität am Lernort Betrieb konnten bisher wenig verlässliche Aussagen gemacht werden, was unter anderem auch daran liegen könnte, „dass andere Qualitätsmerkmale [...] in höherem Maße effektrelevant sind, als die

über das [in der Forschung gängige] MIZEBA-Instrumentarium¹ einbezogenen Qualitätsmerkmale“ (NICKOLAUS u.a. 2011, S.91-92).

Die theoretische Basis zur Erforschung der Einflussfaktoren der Prozessqualität im Ausbildungsbetrieb bilden insbesondere arbeitspsychologische Theorien zur Arbeitsmotivation (z.B. Job Characteristics Model von HACKMAN UND OLDHAM 1974, 1975), zu Aufgabenmerkmalen und ihrem Einfluss auf Lernen, Arbeitsleistung und -motivation (z.B. HACKER 1998), lerntheoretische Konzepte und Erkenntnisse aus der Lehr-Lernforschung (z.B. zur Relevanz verschiedener Einflussfaktoren) sowie organisationspsychologische Konzepte (z.B. zu Lernkultur in Unternehmen) und kognitionspsychologische Erkenntnisse (z.B. zur Schwierigkeit von Aufgaben). Zur Beurteilung der Rolle des Ausbildungspersonals sind sozialpsychologische Grundlagen von Interaktionsprozessen, z.B. zur Interaktionsqualität zwischen Auszubildenden und Ausbilderinnen und Ausbildern zu berücksichtigen. Darüber hinaus sind Erkenntnisse aus der Schulforschung, z.B. zum Einfluss fachlicher und pädagogischer Eignung von Lehrkräften bzw. zum Einfluss der Wahrnehmung der Kompetenz der Lehrenden auf die (Lern-)Motivation und den Lernerfolg auf ihre Übertragbarkeit auf den Ausbildungskontext hin zu prüfen. Empirische Erkenntnisse zu diesem Thema sind von elementarer Bedeutung, um die Effektivität von Bildungsprozessen beurteilen und die Wirksamkeit von Qualitätssicherungsmaßnahmen überprüfen zu können und um anschließend eine gezielte Ausrichtung und Gestaltung zu ermöglichen. Ein Übersichtsartikel zur Qualitätsthematik in der beruflichen Bildung und Anknüpfungspunkte für die Forschung findet sich bei EBBINGHAUS/TSCHÖPE/VELTEN 2011.

¹ Das „Mannheimer Inventar zur Erfassung betrieblicher Ausbildungssituationen“ (MIZEBA) von ZIMMERMANN/WILD/MÜLLER (1999) ist ein Fragebogen, mit dem Auszubildende ihre betriebliche Ausbildungssituation beurteilen können. Er umfasst insgesamt neun Skalen, die facetzentheoretisch konstruiert wurden.

2 Projektziele, Forschungsfragen und Hypothesen/forschungsleitende Annahmen

Im Projektantrag wurden verschiedene Grundannahmen zur Operationalisierung der Zielvariablen getroffen. Zum einen hinsichtlich der Brauchbarkeit von Selbstauskünften von Auszubildenden als relevante Informationsquelle für die Bedingungen ihrer betrieblichen und schulischen Lernumgebung und zum anderen hinsichtlich des Nutzens psychometrischer Tests auf Basis der Item-Response-Theorie. Diese Tests wurden sowohl im Paper-Pencil-Format als auch computerbasiert als adäquate und dem heutigen Forschungsstand angemessene Umsetzung der Messung von Fachkompetenzen realisiert.

Auf Grundlage des Forschungsstandes im Bereich der Kompetenzdiagnostik und der Qualitätsforschung sollten durch das Projekt die folgenden Forschungsfragen beantwortet werden:

- Wie lässt sich die Fachkompetenz bei Mechatronikerinnen und Mechatronikern sowie bei Fachinformatikerinnen und Fachinformatikern adäquat messen?
- Welches Kompetenzmodell bildet die Fachkompetenz bei Mechatronikerinnen und Mechatronikern sowie bei Fachinformatikerinnen und Fachinformatikern am besten ab?
- Welches sind die zentralen Qualitätsfaktoren betrieblicher Ausbildung für die Fachkompetenzentwicklung?
- Wie lassen sich die identifizierten Qualitätsfaktoren empirisch erfassen?
- Welche Schlussfolgerungen lassen sich daraus für die Gestaltung der betrieblichen Ausbildung ziehen?

Ausgehend vom Forschungsstand und diesen Forschungsfragen wurden die folgenden Hypothesen formuliert:

1. Für beide Berufsbilder stellt sich die **Grundstruktur der Fachkompetenz** zweidimensional dar. D.h., es lassen sich die zwei Subdimensionen des Fachwissens und die fachspezifische Problemlösefähigkeit empirisch unterscheiden.

Des Weiteren lässt sich die Subdimension des Fachwissens in verschiedene inhaltliche Facetten ausdifferenzieren: Im Berufsbild Fachinformatiker/-in ist das Fachwissen durch eine vierdimensionale Struktur, bestehend aus kaufmännischer Kompetenz, Hard- und Softwarekenntnissen und Kenntnissen von Systemarchitekturen sowie Kompetenzen in der Kundenbetreuung gekennzeichnet. Im Berufsbild Mechatroniker/-in zeichnet sich das Fachwissen durch eine mindestens zweidimensionale Struktur aus, bestehend aus den inhaltlichen Bereichen Elektrotechnik und Mechanik.

2. Für die **Niveaumodellierung** lassen sich aus anderen Untersuchungen bekannte Schwierigkeitsindikatoren, wie z.B. kognitive Anspruchsniveaus und Modellierungsanforderungen, ableiten. Zusätzlich ließen sich in anderen Untersuchungen weitere Schwierigkeitsindikatoren wie die Anzahl der Lösungsschritte, die Stufen der Bloomschen Taxonomie oder die Wissensvernetztheit als bedeutsame Schwierigkeitsindikatoren empirisch ermitteln (vgl. NICKOLAUS/SEEBER 2013).

3. Für die oben genannten Skalen der Ausbildungsqualität (**Input- und Prozessqualität betrieblicher Ausbildung**) wird, mit Ausnahme der Überforderung, ein positiver Zusammenhang mit der Motivationsausprägung und der Entwicklung der Fachkompetenz erwartet.

Beispiele zu Konkretisierungen von Hypothese 3:

- Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen den kognitiven Eingangsvoraussetzungen sowie dem fachlichen Vorwissen und der Ausprägung der Fachkompetenz zum Zeitpunkt des Zwischentests und des Abschlusstests. Es wird davon ausgegangen, dass der Zusammenhang zum Zeitpunkt des Zwischentests größer ist als zum Zeitpunkt des Abschlusstests.
- Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen den Aufgabeneigenschaften (z.B. der Lernhaltigkeit) und der Ausprägung der Fachkompetenz zum Zeitpunkt des Zwischen- und Abschlusstests.
- Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen den Merkmalen des Ausbildungspersonals (z.B. Qualifikation, Attribution von Kompetenz durch die Auszubildenden) und der Entwicklung der Fachkompetenz.
- Die Qualitätsmerkmale korrelieren, mit Ausnahme der Überforderung, positiv mit der Lernmotivation.
- Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Motivation und der Entwicklung der Fachkompetenz.

4. Mit den Zwischen- und Abschlussprüfungen in der beruflichen Bildung wird das Ziel verfolgt festzustellen, ob der „Prüfling die berufliche Handlungsfähigkeit erworben hat“ (BBiG, §38) und entsprechend über die „erforderlichen beruflichen Fertigkeiten, Kenntnisse und Fähigkeiten“ (BBiG, §30) verfügt. Da die konstruierten Testverfahren zur Erfassung des Fachwissens und der fachspezifischen Problemlösefähigkeit ebenfalls beanspruchen berufliches Wissen und Können zu messen, ist eine **kriterienbezogene Validierung** anhand der Ergebnisse der IHK-Prüfungen indiziert. Die Hypothese lautet, dass die verschiedenen Verfahren eine hohe konvergente Validität besitzen.

Zusätzlich zu den Hypothesen ergaben sich im Projektverlauf weitere relevante Fragestellungen, deren Beantwortung über die Projektlaufzeit hinaus fortgeführt wird.

3 Methodische Vorgehensweise

Im Folgenden werden zunächst das Untersuchungsdesign und die Stichprobe beschrieben, bevor anschließend die Testinstrumente und die Auswertungsstrategien skizziert werden.

3.1 Untersuchungsdesign

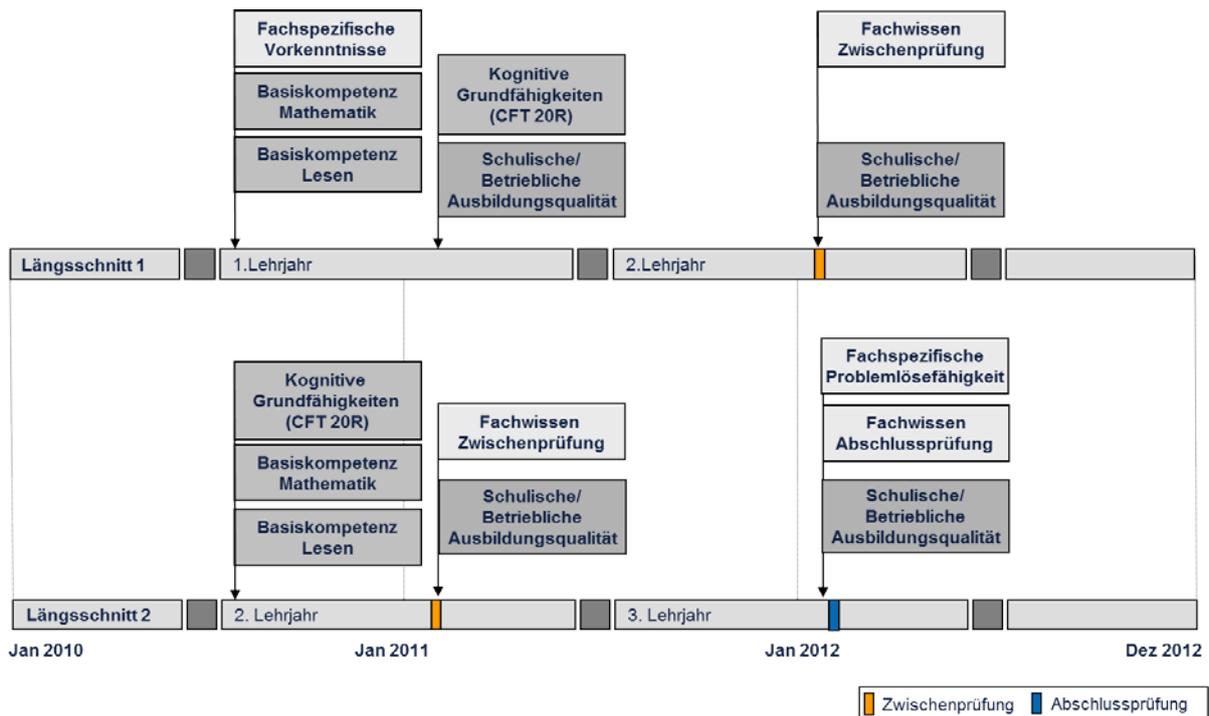
Das Erhebungsdesign umfasste zwei getrennte Längsschnitte (einmal vom Beginn der Ausbildung bis zur Zwischenprüfung und einmal von der Zwischenprüfung bis zum Abschluss der Ausbildung) und drei Messzeitpunkte je Auszubildender bzw. Auszubildendem. Auf diese Weise sollten in einem relativ kurzen Zeitraum erste Trendaussagen zur Entwicklung der Fachkompetenz und weiterer Faktoren der Outputqualität in verschiedenen betrieblichen Ausbildungssituationen ermöglicht werden. Die Messzeitpunkte waren so fixiert, dass Störungen des Ausbildungs- und Prüfungsgeschehens minimiert werden konnten und somit die Beteiligungsbereitschaft erhöht wurde.

Zu jedem Messzeitpunkt wurde anvisiert, parallel je Beruf je Längsschnitt 12-15 Klassen/ca. 360 Personen (insg. 1440) Personen zu folgenden Messzeitpunkten zu untersuchen:

- zum ersten Messzeitpunkt (Sept./Okt. 2010) bei Längsschnitt 1 und 2 jeweils die Basiskompetenzen und bei Gruppe 1 zusätzlich das fachliche Vorwissen.
- zum zweiten Messzeitpunkt (März/April. 2011) in beiden Längsschnitten betriebliche Ausbildungsqualität, Unterrichtsqualität und Motivation und in Längsschnitt 2 das Fachwissen in der Mitte der Ausbildung.
- zum dritten Messzeitpunkt (Jan./Feb. 2012 bzw. September/Oktober 2012) bei Längsschnitt 2 das am Ende der Ausbildung erzielte Fachwissen und die fachspezifische Problemlösefähigkeit sowie erneut die betriebliche Ausbildungsqualität, Unterrichtsqualität und Motivation. Der dritte Messzeitpunkt wurde aufgeteilt, da die formale Ausbildungsdauer für den Beruf Mechatroniker/-in dreieinhalb Jahre beträgt, ein Teil der Auszubildenden jedoch die Ausbildung bereits nach drei Jahren abschließt. Daher wurden sowohl Erhebungen zum Zeitpunkt der vorzeitigen Abschlussprüfung als auch zum regulären Termin durchgeführt.

Bei Längsschnitt 1 wurde das Fachwissen in der Mitte der Ausbildung erfasst sowie die betriebliche Ausbildungsqualität, die Unterrichtsqualität und die Motivation. Die zeitliche Abfolge der Untersuchungsschritte ist in Abbildung 1 veranschaulicht.

Abbildung 1: Erhebungsdesign



3.2 Stichprobe

Um Erklärungsmodelle zur Kompetenzentwicklung generieren zu können und dabei insbesondere eine hinreichende Varianz der Indikatoren betrieblicher Ausbildungsqualität zu sichern, war vorgesehen, je Beruf mindestens 720 Auszubildende (12-15 Klassen pro Längsschnitt) aus vier Bundesländern (NRW, Baden-Württemberg, Hessen und Sachsen) einzubeziehen. Für die längsschnittliche Erhebung wurde eine Ausfallrate von ca. 20% unterstellt; dies entspricht einer erhofften Nettostichprobe von 600 Auszubildenden je Beruf. Die Unterstellung einer Ausfallrate von 20% basierte dabei auf Erfahrungen aus anderen Studien in der Befragung von Klassenverbänden, die mit Unterstützung von Lehrkräften aus Berufsschulen auch über einen längeren Zeitraum ähnliche Ausfallquoten aufwiesen.

Der Zugang zur Stichprobe erfolgte über die Berufsschulen, da hier eine zuverlässige Kontrolle über den Stand der Ausbildung gegeben ist. Hierbei wurde versucht darauf zu achten, dass eine hinreichende Varianz bei den Ausbildungsbetrieben erzielt wird. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht der Stichprobe. Je Bundesland und je Beruf konnten drei bis acht Schulen für das Projekt gewonnen werden. Dementsprechend unterscheiden sich die Bundesländer auch im Umfang der Stichproben, die von 356 Auszubildenden im Beruf Fachinformatiker/-in in Baden-Württemberg im ersten Längsschnitt bis zu lediglich 92 Teilnehmer/-innen in diesem Beruf in Sachsen im zweiten Längsschnitt reicht. Das durchschnittliche Alter der Mechatroniker/-innen im ersten Längsschnitt betrug 18,7 Jahre, im zweiten Längsschnitt 19,5 Jahre. Die Fachinformatiker/-innen des ersten Längsschnitts waren im Durchschnitt 20,8 Jahre, im zweiten Längsschnitt 22,3 Jahre alt. Da in beiden Berufen der Anteil weiblicher Auszubildender jeweils sehr gering ist (rund 6% in beiden Berufen 2010 (BIBB-Datenbank DAZUBI 2013)) wurde das Geschlecht aus Datenschutzgründen nicht mit erfasst.

In Bezug auf den Bildungshintergrund setzen sich die Stichproben der Mechatroniker/-innen und Fachinformatiker/-innen unterschiedlich zusammen. Während bei den Fachinformatiker/-innen der

Anteil der (Fach-)Abiturientinnen und –Abiturienten bei 62,4% liegt und 35,8% einen mittleren Bildungsabschluss vorweisen, liegt der Anteil der Befragten mit (Fach)Hochschulzugangsberechtigung bei der Stichprobe der Mechatroniker/-innen bei lediglich 25,9%. Der Großteil (70,5%) hat hier einen mittleren allgemeinbildenden Schulabschluss. Insgesamt wurden im ersten Längsschnitt drei, im zweiten Längsschnitt vier Testungen vorgenommen. Aufgrund der zwischen den Messzeitpunkten schwankenden Anwesenheitsquoten in den beteiligten Berufsschulklassen fällt der Anteil der Schüler/-innen, die an jedem der Befragungszeitpunkte teilgenommen und alle Tests bearbeitet haben, entsprechend geringer aus (vgl. Tabelle 1). Dies betrifft vor allem den 2. Längsschnitt, da hier für den letzten Testzeitpunkt nicht alle (bzw. im Beruf Fachinformatiker/-in keiner der) Prüfungsvorzieher/-innen vor Abschluss der Ausbildung noch erreicht werden konnten. Die hohen Ausfallquoten sind zum einen krankheitsbedingte Ausfälle, zum anderen ergaben sich durch Klassenneubildungen Schwierigkeiten Schüler/-innen zu erreichen und es gab Schulen, an denen die Schulleitung zwischenzeitlich die weitere Teilnahme an dem Projekt verweigerte. Da zu Beginn der Untersuchung jedoch ein deutliches Oversampling erzielt wurde, konnten die anvisierten Stichprobengrößen dennoch erreicht werden.

Die Durchführung der Erhebung erfolgte durch das Projektteam persönlich, um die Durchführungsbedingungen zu vereinheitlichen. Vor allem aber erforderte die Administration der Tests zur Erfassung der fachspezifischen Problemlösefähigkeit die Vertrautheit mit den dort gestellten Anforderungen.

Tabelle 1: Gesamtstichprobe am Ende der Erhebungen

Bundesland	Mechatroniker/-innen				Fachinformatiker/-innen			
	Baden-Württemberg	Hessen	NRW	Sachsen	Baden-Württemberg	Hessen	NRW	Sachsen
Schulen	7	3	6	5	8	4	6	3
Klassen 1. Längsschnitt	9	8	7	9	12	5	8	4
Schüler/-innen 1. Längsschnitt	233	185	151	202	356	144	208	109
Klassen 2. Längsschnitt	10	7	7	7	10	5	8	3
Schüler/-innen im 2. Längsschnitt	297	172	128	212	270	129	203	92
Anteil vollständiger Fälle* im 1. Längsschnitt	74%	72%	67%	66%	44%	58%	55%	53%
Anteil vollständiger Fälle * im 2. Längsschnitt	30%	52%	70%	30%	62%	24%	32%	40%

Anmerkungen: *Der Anteil vollständiger Fälle bezeichnet den prozentualen Anteil an Auszubildenden, die an jedem der Erhebungszeitpunkte teilgenommen haben.

3.3 Eingesetzte Testinstrumente

Im Rahmen des Forschungsprojektes kamen vielfältige (Test-)Instrumente zum Einsatz, die zum großen Teil zunächst neu entwickelt und pilotiert wurden.

Ausbildungsqualität in der betrieblichen Ausbildung und Motivation

Zur Erfassung zentraler Variablen des betrieblichen Ausbildungsgeschehens wurde im Rahmen des Projekts der neue Fragebogen IBAQ (Inventar zur betrieblichen Ausbildungsqualität, VELTEN/SCHNITZLER 2012) konstruiert, umfassend pilotiert und in beiden Längsschnitten eingesetzt. Die intrinsische Motivation am Lernort Betrieb wurde mit drei Items nach PRENZEL u.a. (1996,1998) erfasst und erzielte bei den Mechatroniker/-innen in der ersten Erhebung eine Reliabilität von $\alpha=.82$, bei den Fachinformatiker/-innen $\alpha=.83$.

Schulische Ausbildungsqualität und Motivation

Zur Erfassung der schulischen Ausbildungsqualität sowie der Motivation wurde auf bereits vorliegende und mehrfach erprobte Instrumentarien in Anlehnung an PRENZEL u.a. (1996,1998) zurückgegriffen. Die intrinsische Motivation am Lernort Schule wurde mit drei Items erfasst und erzielte bei den Mechatroniker/-innen in der ersten Erhebung eine Reliabilität von $\alpha=.85$, bei den Fachinformatiker/-innen $\alpha=.86$.

Fachwissen und fachspezifische Problemlösefähigkeit

Für die Entwicklung der Tests zum Fachwissen fand eine enge Kooperation mit Expertinnen und Experten (Ausbildungspersonal, Lehrkräften und Prüfungsexperten und -expertinnen) statt, um adäquate Aufgaben zu generieren. Weiterhin lieferten schriftliche Unterlagen wie Lehrbücher, schulische Curricula und Prüfungsmaterial eine Grundlage für die Aufgabenentwicklung. Dabei wurden die Fachwissenstests als Paper-Pencil-Tests konstruiert. Zur Abschätzung der fachlichen Problemlösefähigkeit wurden Tests in Form von Computersimulationen entwickelt, da sich diese Methode in Vorarbeiten zu einem VET-LSA² als valide zur Abschätzung fachlicher Performanz erwiesen hat.

Kognitive Grundfähigkeiten

Als Indikator für die kognitiven Grundfähigkeiten kam die erste Hälfte des Grundintelligenztests CFT-20R (WEIß 2006) zum Einsatz, mit dem logisches Schlussfolgern sprachfrei erfasst wird. Im Manual werden Reliabilitäten in Form des Konsistenzmaßes Cronbach's Alpha von $\alpha=.95$ für den Gesamttest berichtet (WEIß 2006).

Leseverständnis und Mathematikkennnisse

Zur Erfassung des Leseverständnisses und der Mathematikkennnisse wurden adaptierte Instrumente aus den LAU/ULME³-Studien angewendet. Entwickelt wurde der Lesetest und der Mathematiktest von Prof. Dr. Jäger (Universität Koblenz-Landau), der Humboldt-Universität zu Berlin und der Behörde für Bildung und Sport in Hamburg (LEHMANN/IVANOV/HUNGER/GÄNSFUß 2005).

Die empirisch ermittelten Reliabilitäten des Leseverständnistests sind als eher niedrig einzustufen. Sie betragen für die Mechatroniker/-innen $\alpha=.60$ und $\alpha=.55$ für die Fachinformatiker/-innen. Für den

²Die Bezeichnung VET-LSA oder Vocational Education and Training- Large Scale Assessment bezieht sich auf die Planungen zu einem vergleichenden Berufsbildungs-PISA (vgl. BAETHGE/ACHTENHAGEN/AREND/S/BABIC/BAETHGE-KINSKY/WEBER 2006).

³Die beiden Studien wurden von der Hamburger Behörde für Schule, Jugend und Berufsbildung in Auftrag gegeben. Die Abkürzung LAU steht für „Aspekte der Lernausgangslage und der Lernentwicklung“ und ULME für „Untersuchung der Leistung, Motivation und Einstellungen zu Beginn der beruflichen Ausbildung“.

Mathematiktest beträgt Cronbach's Alpha in der Stichprobe der Mechatroniker/-innen $\alpha=.73$ und in der Stichprobe der Fachinformatiker/-innen $\alpha=.77$.

Soziodemografische und weitere sonstige Variablen zum Betrieb

Zusätzliche Fragen zum Betrieb (z.B. Betriebsgröße, Betreuungsrelation) und den Jugendlichen (z.B. formale Bildungsabschlüsse, soziale Herkunft) wurden in einem ergänzenden Fragebogen erhoben.

3.4 Auswertungsstrategien

Bei der Entwicklung und Konstruktion der Fachwissenstests sowie der Niveaubildung kam die Item-Response-Theorie zum Einsatz. Mittels ein- und mehrdimensionaler Rasch-Modelle wurden sowohl die Strukturmodellierungen zur Ermittlung der unterscheidbaren inhaltlichen Dimensionen als auch die Niveaumodellierungen zur Identifizierung qualitativer Kompetenzstufen durchgeführt.

Bei der Auswertung der Einflussfaktoren auf die Fachkompetenz kamen Korrelations- und Regressionsanalysen sowie Strukturgleichungsmodelle zur Anwendung.

Die Überprüfung der kriterienbezogenen Validität der entwickelten Instrumente erfolgte durch bivariate Korrelationen.

4 Ausgewählte Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden einige zentrale Ergebnisse aus dem Projekt präsentiert. Dabei werden die Ergebnisse jeweils nur kurz skizziert und auf entsprechende Veröffentlichungen verwiesen.

4.1 Entwicklung von Testinstrumenten

Ein zentrales Ziel des Projekts Aqua.Kom war es, adäquate Messinstrumente für die reliable und valide Messung der Konstrukte aus den Bereichen Fachkompetenz und Ausbildungsqualität zu entwickeln (vgl. Kapitel 2). Dazu waren umfassende Neuentwicklungen von Testverfahren zur Erfassung von Bereichen der Fachkompetenz zu Beginn, in der Mitte und am Ende der Ausbildung für beide Berufe erforderlich sowie die Neukonstruktion eines Fragebogens zur betrieblichen Ausbildungsqualität. Damit wurde insbesondere im Bereich der Kompetenzmessung Neuland betreten, da bisher keine geeigneten Instrumente für diese Berufe vorlagen. In den nächsten Abschnitten wird zunächst der Fragebogen zur Erfassung der betrieblichen Ausbildungsqualität, gefolgt von den Fachwissens-tests und den Testinstrumenten zur Erfassung der berufsspezifischen Problemlösefähigkeit vorgestellt.

4.1.1 Fragebogen zur schulischen und betrieblichen Ausbildungsqualität

Ziel des Forschungsprojektes war es, Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Ebenen der Input-, Prozess- und Outputqualität in den beiden Berufen Mechatroniker/-in und Fachinformatiker/-in aufzudecken. Die Erfassung der Qualitätsmerkmale an den beiden Lernorten Schule und Betrieb sollte durch Befragungen der Auszubildenden erfolgen und ihre subjektive Sicht widerspiegeln, da davon ausgegangen werden kann, dass diese subjektive Wahrnehmung für die Jugendlichen handlungsrelevant wird und darüber hinaus viele Merkmale wie beispielsweise die empfundene soziale Unterstützung durch die Kolleginnen und Kollegen nur aus einer subjektiven Perspektive heraus eingeschätzt werden können.

Für die Abbildung der relevanten Merkmale am Lernort Berufsschule wurde auf bereits etablierte und häufig angewendete Instrumente von PRENZEL (1996, 1998) zurückgegriffen. Basierend auf theoretischen Annahmen zur Entwicklung der intrinsischen Motivation von DECI UND RYAN (1993) werden die zentralen Merkmale des Unterrichtsgeschehens abgebildet. Das Instrument von Prenzel wurde geringfügig adaptiert. Im Aqua.Kom-Projekt wurden die folgenden sieben Skalen verwendet, deren empirisch erzielte Konsistenz in beiden Berufen beim ersten Messzeitpunkt jeweils sehr gute bis zufriedenstellende Werte erzielt. Relevanz des Schulstoffes ($\alpha=.90$ Mechatroniker/-innen (M); $\alpha=.91$ Fachinformatiker/-innen (F)), Instruktionklarheit ($\alpha=.82$ M; $\alpha=.82$ F), schulische Überforderung ($\alpha=.93$ M; $\alpha=.92$ F), Kompetenzunterstützung ($\alpha=.77$ M; $\alpha=.77$ F), Autonomieunterstützung ($\alpha=.60$ M; $\alpha=.60$ F), Lehrerinteresse ($\alpha=.84$ M; $\alpha=.84$ F) und die soziale Einbindung in der Schule ($\alpha=.79$ M; $\alpha=.81$ F). Wie die Skalenbezeichnungen schon verdeutlichen, liegt der Schwerpunkt hierbei auf dem Verhalten der Lehrkräfte. Von ihnen geht eine erhebliche motivationsförderliche Kraft aus und sie spielen daher eine zentrale Rolle bei der Ausbildungsqualität am Lernort Schule.

Für den Lernort Betrieb liegen kaum etablierte Instrumente vor, so dass oft nur die Neuentwicklung von Items und Fragen bleibt. Eine Ausnahme stellt das „Mannheimer Inventar zur Erfassung betrieblicher Ausbildungssituationen“ dar (ZIMMERMANN/WILD/ MÜLLER 1999). Dieser Fragebogen wurde explizit als psychometrisches Instrument entwickelt und eingesetzt (NICKOLAUS 2011). Problematisch

war allerdings aus Sicht der Projektgruppe die fehlende Berücksichtigung der zentralen Rolle des Ausbildungspersonals. Wie das BIBB Projekt „Ausbildung aus Sicht der Auszubildenden“ (2.2.202) verdeutlicht hat, spielt das Verhalten der Ausbilder/-innen eine wichtige Rolle für die Auszubildenden (BEICHT/KREWERTH 2008). Zudem wurde die sprachliche Ausgestaltung vieler Items als inadäquat (zu lange, komplizierte Sätze, zu abstrakte Formulierungen) für die Zielpopulation betrachtet. Aus diesen Überlegungen heraus wurde entschieden, einen neuen Fragebogen zu den zentralen betrieblichen Merkmalen der Lernumgebung zu entwickeln. Die Konstruktion erfolgte zu Beginn des Projekts und umfasste zunächst eine umfangreiche Itemsammlung, eine sprachliche Überarbeitung der Items sowie ausführliche Pretests. Dabei konnte von den Erfahrungen aus den beiden BIBB-Forschungsprojekten „Ausbildung aus Sicht der Auszubildenden“ (2.2.202) und „Qualitätssicherung in der betrieblichen Berufsausbildung“ (2.2.201) profitiert werden (vgl. EBBINGHAUS/KREWERTH U.A. 2010). Mittels exploratorischer und konfirmatorischer Faktorenanalysen wurden insgesamt acht Skalen unterschieden, die hier ebenfalls inklusive ihrer sehr guten bis guten Reliabilitäten angegeben werden: lernförderliche Arbeitsaufgaben ($\alpha=.82$ M; $\alpha=.85$ F), Bedeutsamkeit ($\alpha=.77$ M; $\alpha=.82$ F), Handlungsspielraum ($\alpha=.76$ M; $\alpha=.79$ F), Fürsorglichkeit des Ausbilders ($\alpha=.82$ M; $\alpha=.85$ F), Fachkompetenz des Ausbilders ($\alpha=.88$ M; $\alpha=.88$ F), Feedback ($\alpha=.81$ M; $\alpha=.81$ F), zeitliche Überforderung ($\alpha=.73$ M; $\alpha=.79$ F) und Unterstützung durch Kollegen ($\alpha=.86$ M; $\alpha=.89$ F). Eine kurze Zusammenfassung der Fragebogenkonstruktion ist im Zwischenbericht des Projekts Aqua.Kom zu finden, die ausführliche Darstellung der Fragebogenkonstruktion ist bei VELTEN/SCHNITZLER (2012) nachzulesen. Der Fragebogen hat in der Forschungslandschaft Interesse geweckt, so ist er im Rahmen der ASCOT-Initiative des BMBF im Projekt SiKoFak (vollstandardisierte Erfassung systemischer und individueller Kontextfaktoren für Kompetenzentwicklung) des soziologischen Forschungsinstituts Göttingen zu einem großen Teil in das dort verwendete Befragungsinstrument eingegangen.

4.1.2 Fachwissenstests für Fachinformatiker/-innen und Mechatroniker/-innen

Im Folgenden geht es um die Testinstrumente zur Erfassung des Fachwissens in den Ausbildungsberufen Fachinformatiker/-in und Mechatroniker/-in. Zunächst wird auf die Konstruktion der Tests eingegangen, bevor dann Ergebnisse bezüglich der Kompetenzstruktur und der Niveaumodellierung vorgestellt werden.

4.1.2.1 Testkonstruktion

Wie in Abbildung 1 zum Erhebungsdesign des Forschungsprojektes zu erkennen ist, wurden in jedem Ausbildungsberuf in den beteiligten Klassen insgesamt drei fachspezifische Wissenstests durchgeführt (Test zum fachspezifischen Vorwissen, Fachwissenstest zur Mitte der Ausbildung und Fachwissenstest gegen Ende der Ausbildung)⁴.

Aus diversen Forschungsprojekten im gewerblich-technischen und kaufmännischen Bereich ist bekannt, dass sich die berufliche Fachkompetenz in eine theoretische und eine anwendungsbezogene Komponente untergliedern lässt. Weiterhin wird angenommen, dass sich insbesondere das Fachwissen in weitere inhaltliche Dimensionen unterteilt.

In den Fachwissenstests sollten die zentralen Inhaltsbereiche der Ausbildung zum/zur Mechatroniker/-in bzw. Fachinformatiker/-in mit dem Schwerpunkt Systemintegration abgebildet werden. Diese Inhaltsbereiche wurden zum einen durch Dokumentenanalysen und zum anderen durch Expertenworkshops identifiziert. Auf Basis Inhaltlicher Analysen der Curricula, von Lehrbüchern sowie von

⁴ Die genauen Zeitpunkte variierten ggf. je nach beteiligter Klasse/Schule.

Zwischen- und Abschlussprüfungen wurde zunächst eine Sammlung relevanter Aufgabenbereiche zusammengestellt. Weiterhin wurden 2010 Expertenworkshops mit Lehrkräften, Ausbildern sowie Vertretern der PAL durchgeführt, in denen die zentralen Inhaltsbereiche diskutiert wurden und die Experten Beispielaufgaben beurteilten.

Tabelle 2 zeigt exemplarisch die Wissensbereiche, die in den eingesetzten Tests für Fachinformatiker/-innen erfasst wurden. Bei den Fachinformatikern wurden die Inhaltsbereiche Einfache IT-Systeme, Anwendungsentwicklung, Betriebswirtschaftslehre, Betriebliche Abläufe und Netzwerke von den befragten Experten als besonders wichtig eingeschätzt. Diese Inhaltsbereiche dienen als Oberbegriffe und für jeden Inhaltsbereich wurden Testaufgaben aus unterschiedlichen Ausbildungsabschnitten integriert.

Um dem Leistungsstand der Auszubildenden zu den verschiedenen Testzeitpunkten zu entsprechen, wurden die Aufgaben aus den verschiedenen Inhaltsbereichen zudem in ihrem Anforderungs- und Komplexitätsgrad angepasst.

Tabelle 2: Inhaltsbereiche Fachwissenstest Fachinformatiker/-innen mit Beispielen

Einfache IT-Systeme	<ul style="list-style-type: none"> • Hardware • Logik • Datensicherung
Anwendungs-entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> • Programmieren • Datenbanken • Software Engineering
BWL	<ul style="list-style-type: none"> • Rechnungen • Unternehmungsformen • Märkte
Betriebliche Abläufe	<ul style="list-style-type: none"> • Geschäftsprozesse • Organisation • Verträge
Netzwerke	<ul style="list-style-type: none"> • Konfiguration • Informationsverarbeitung • Wartung

Für den Ausbildungsberuf Mechatroniker/-in wurden mittels Dokumentenanalysen und Expertenworkshop zunächst die Inhaltsbereiche Arbeits- und Anlagensicherheit, Grundlagen der Mechanik, Grundlagen der Elektrotechnik, elektrische und mechanische Systeme sowie Steuerungstechnik herausgearbeitet. Da der Fokus des Forschungsprojekts auf die fachspezifischen Inhalte gelegt wurde und um die Testzeit in einem noch vertretbaren Rahmen zu halten, wurden die berufsfeldübergreifenden Bereiche der Arbeits- und Anlagensicherheit für die Erstellung der Tests nicht weiter berücksichtigt. Einen Überblick über die in die Testerstellung eingeflossenen Inhaltsbereiche und exemplarisch darin enthaltene Themen gibt Tabelle 3.

Tabelle 3: Inhaltsbereiche Fachwissenstest Mechatroniker/-innen mit Beispielen

Grundlagen der Elektrotechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Berechnung von einfachen Schaltungen • Funktion von elektrischen Bauteilen
Physikalische/ mechanische Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> • Berechnung mechanischer Größen • Kenntnisse zur Wirkung der Größen
Elektrische/ elektronische Systeme	<ul style="list-style-type: none"> • Motoren • Netzwerke und deren Installation
Fertigungstechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Fertigungsverfahren • Messtechnik
Steuerungstechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Ablaufsteuerung • Funktionsplan

Die Überlegungen zur Entwicklung der Fachwissenstests und erste Ergebnisse zur Kompetenzstruktur wurden an Hand des Fachwissenstests für die Mechatroniker/-innen zum Zeitpunkt der Zwischenprüfung in der BIBB-Zeitschrift Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP) veröffentlicht (GÖNNENWEIN/NITZSCHKE/SCHNITZLER 2011).

4.1.2.2 Kompetenzstrukturmodelle und Kompetenzniveaumodelle

Zur Überprüfung der Kompetenzstrukturmodelle wurden die Items eines jeden Fachwissenstests mittels der Item-Response-Theorie skaliert. Die Item-Response-Theorie stellt eine Testtheorie dar, die im Gegensatz zur „Klassischen Testtheorie“ einige Vorteile bei der Schätzung von Itemschwierigkeiten und Personenfähigkeiten aufweist (HARTIG 2007). Mittels eines Chi²-Tests können die unterschiedlichen Strukturmodelle auf ihre Modellpassung hin überprüft werden.

Die Fachwissenstests wurden anhand vorab gestellter Überlegungen skaliert. Hierbei wurden verschiedene theoretisch plausible Ausdifferenzierungen unterstellt und geprüft. Ausgehend vom Gedanken möglichst einfache Modelle zu generieren, wurde die Komplexität der Modelle unter Berücksichtigung von zusätzlichen inhaltlichen Plausibilitätsannahmen variiert. Zunächst wurde ein eindimensionales Modell geprüft, bei dem unterstellt wird, dass sich innerhalb des Fachwissenstest keine Subdimensionen entlang von Inhaltsbereichen identifizieren lassen. Im Weiteren wurde zudem ein zweidimensionales Modell getestet, in welchem die Inhaltsbereiche Elektrotechnik und Mechanik unterschieden werden sowie ein dreidimensionales Modell, in welchem der Inhaltsbereich der Steuerungstechnik separat ausgewiesen wird. Schließlich wurde ein fünfdimensionales Modell geprüft, bei dem zusätzlich dazu die Bereiche Elektrotechnik und Mechanik jeweils in einen Grundlagen- und einen Vertiefungsbereich unterteilt wurden.

Die verschiedenen Modelle wurden mithilfe eines Chi²-Differenzentests verglichen, wobei sich gezeigt hat, dass das fünfdimensionale Modell für den Test zur Mitte der Ausbildung einen signifikant besseren Modellfit gegenüber den alternativen Modellen aufweist (vgl. SCHNITZLER/NITZSCHKE 2011). Die EAP/PV Reliabilität (Schätzwert für die Reliabilität im Rahmen von Raschmodellen, vergleichbar mit Cronbach's Alpha, vgl. ROST 2004) der einzelnen Subdimensionen liegt bei der Skalierung des Tests in einem Bereich zwischen .55 und .61, was zwar aus psychometrischer Sicht keine zufriedenstellende Testgüte darstellt, aufgrund der Komplexität des Themenfeldes und der begrenzten Testlänge – mit der daraus resultierenden Einschränkung, dass die Itemzahl pro Inhaltsbereich begrenzt ist - noch als akzeptabel gewertet wird. Bei der Betrachtung des eindimensionalen Modells, bei dem zum Vergleich eine ausreichend hohe Itemzahl für die Berechnung der Testgüte zugrunde liegt, ergibt sich eine EAP/PV Reliabilität von .71, was für diese Form der Testung ein durchaus zufriedenstellen-

der Wert ist.⁵ Für den Fachtest am Ende der Ausbildung liegt bisher eine eindimensionale Skalierung vor, welche eine EAP/PV Reliabilität von .76 aufweist. Die mehrdimensionalen Skalierungen werden aktuell bearbeitet, wobei erwartet wird, dass sich auch hier mehrdimensionale Modelle als günstiger erweisen. Es ist geplant die Ergebnisse zu diesen Analysen in einem gesonderten Beitrag zu veröffentlichen.

Analog dazu wurden für den Zwischen- und Abschlusstest der Fachinformatiker/-innen ebenfalls Modelle, bestehend aus ein bis fünf Inhaltsbereichen, geprüft. Neben der Annahme, dass die Fachkompetenz ein zusammenhängendes, nicht weiter zu unterteilendes Konstrukt ist, wurden eine zweidimensionale Struktur, bestehend aus einer informationstechnischen und einer wirtschaftlichen Komponente, eine dreidimensionale Struktur, welche den Inhaltsbereich der Anwendungsentwicklung separat ausweist, sowie eine fünfdimensionale Struktur geprüft. Letztere mit einer weiteren Ausdifferenzierung des wirtschaftlichen Bereichs in Betriebswirtschaftslehre und betriebliche Geschäftsprozesse auf der einen Seite sowie einer inhaltlichen Trennung der informationstechnischen Komponente in einfache IT-Systeme und der Netzwerktechnik auf der anderen Seite. Bei der Überprüfung der Modelle wurde ebenfalls wieder mit dem Chi²-Differenzentest gearbeitet, wobei sich sowohl für den Zwischen- als auch für den Abschlusstest gezeigt hat, dass ein fünfdimensionales Modell die beste Modellpassung zu den vorhandenen Daten aufweist. Betrachtet man die Testgüten für den Test der Fachinformatiker/-innen liegen für den Zwischentest die EAP/PV Reliabilitäten in den einzelnen Subdimensionen des Fachwissens im Bereich zwischen .58 und .66. Vor dem Hintergrund der bereits beschriebenen Problematik der Testlänge und der damit verbundenen beschränkten Itemzahl, sind die erreichten Werte akzeptabel. Legt man auch hier eine eindimensionale Kompetenzstruktur zugrunde, ergibt sich eine zufriedenstellende EAP/PV Reliabilität von .76.

Ziel des Forschungsprojektes Aqua.Kom war es, neben Kompetenzstrukturmodellen auch Kompetenzniveaumodelle zu entwickeln. Dabei gibt es verschiedenen Methoden, wie diese Stufen der Niveaumodelle modelliert werden können. Im Projekt sollte post hoc eine Prädiktion von Itemschwierigkeiten unter Rückgriff auf verschiedene Aufgabenmerkmale erfolgen. Aus Studien im allgemeinbildenden Bereich haben sich z.B. die Bloomsche Taxonomie, Lernzieltaxonomien oder die Differenzierung von Wissensarten (z.B. GEIBEL 2008) als bedeutsam erwiesen. Über diese allgemeinen Prädiktoren hinausgehend wurde versucht, spezifische, auf die Ausbildungsinhalte und die darin vermuteten Kompetenzdimensionen bezogene, schwierigkeitsbestimmende Merkmale im Rückgriff auf (Rahmen-)Lehrpläne, Gespräche mit Expertinnen und Experten sowie eigene Annahmen zu identifizieren. Aus den Analysen resultierten für die Fachinformatiker/-innen weitere mögliche Merkmale, bei welchen den Aufgaben beispielsweise Merkmale wie das Verständnis von Datenstrukturen oder Programmierlogik zugeordnet wurden.

Für die Erstellung eines Niveaumodells ist ein Rating der einzelnen Testaufgaben im Hinblick auf die angenommenen verschiedenen schwierigkeitsbestimmenden Merkmale der Testaufgaben für den Zwischentest der Fachinformatiker/-innen erfolgt. Mittels Regressionsanalysen wurde anschließend versucht, die relevanten Schwierigkeitsmerkmale und ihren Einfluss bei steigender Aufgabenschwierigkeit zu identifizieren. Vor dem Hintergrund der Handhabbarkeit der Niveaumodelle wurde zunächst versucht ein Niveaumodell bei einer eindimensionalen Betrachtung der Fachkompetenz zu erstellen, wobei sich jedoch keine Merkmale als geeignet zeigten, die Aufgabenschwierigkeit vorherzusagen. Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungsstrukturen der Inhaltsbereiche erscheint es

⁵ Da mit einem Multimatrix Design gearbeitet wurde und die Anzahl der fehlenden Werte systembedingt relativ groß ist, werden die Reliabilitäten vermutlich unterschätzt.

daher sinnvoll, eine getrennte Betrachtung der einzelnen Fachwissensbereiche anzustreben, für die unterschiedliche schwierigkeitsbestimmende Merkmale relevant werden könnten. Bei einer ersten zweidimensionalen Betrachtung für die wirtschaftlichen und informationstechnischen Inhaltsbereiche konnte festgestellt werden, dass mathematische Anforderungen die Aufgabenlösung erschweren, wohingegen Hinweise im Tabellenbuch die Aufgaben erleichtern (GÖNNENWEIN/LAZAR/NITZSCHKE/SCHNITZLER/VELTEN 2012). Allerdings blieb die Varianzaufklärung hierbei mit 11% im wirtschaftlichen und 22% im informationstechnischen Bereich auf einem Niveau, welches es nicht erlaubt, eine systematische Verortung der Auszubildenden auf den resultierenden Kompetenzniveaus vorzunehmen. Sinnvoll erschien eine weitere Ausdifferenzierung der Niveaumodelle anhand aller fünf Inhaltsbereiche, wobei sich zeigte, dass die Varianz der schwierigkeitsbestimmenden Merkmale verbunden mit der geringeren Itemzahl nicht ausreichte, hier befriedigende Niveaumodellierungen vorzunehmen. Ein Rating der Aufgaben für den Abschlusstest der Fachinformatiker sowie für die Tests der Mechatroniker/-innen steht noch aus. Sobald die Ergebnisse der Niveaumodelle vorliegen, ist angedacht hierzu einen Beitrag zu veröffentlichen.

4.1.3 Testinstrumente zur Erfassung der fachspezifischen Problemlösefähigkeit

Eine zentrale Annahme des Forschungsprojektes ist es, dass bei der Fachkompetenz unterschieden werden muss zwischen der Komponente des deklarativen Fachwissens und der fachspezifischen Problemlösefähigkeit, bei der zur Bewältigung der zugehörigen Aufgaben auch auf implizite Wissensstrukturen zurückgegriffen werden muss und Fähigkeiten bzw. Fertigkeiten im Anwendungskontext im Mittelpunkt stehen. Zu diesem Zweck wurden für beide Berufe neuartige computerbasierte Simulationen entwickelt, bei denen die Auszubildenden am Ende der Ausbildung selbstständig berufsbezogene fachliche Probleme lösen sollen. Die genauere Ausgestaltung der Testumgebung für die beiden Berufe wird im Folgenden nach Berufen getrennt betrachtet.

Mechatroniker/-innen

Bei den Mechatronikerinnen und Mechatronikern erfolgte die Erfassung der Problemlösefähigkeit anhand einer simulierten elektropneumatischen Anlage. Eine Übersicht über die simulierte Anlage gibt Abbildung 2. Inhaltlich stellt die Anlage einen Teilprozess zur Verarbeitung von Zahnrädern dar, die aus unterschiedlichen Materialien bestehen können. Über Sensoren wird zu Beginn eine Materialerkennung vorgenommen, deren Ergebnis an den nachfolgenden Produktionsprozess weitergegeben werden kann sowie eine Überprüfung, ob sich eine Schutzhülse im Zahnrad befindet. Diese Schutzhülse kann gegebenenfalls in der weiteren Verarbeitung ausgepresst werden.

Die Einführung in das System erfolgte anhand einer funktionsfähigen simulierten Anlage. Für die eigentliche Fehlersuche können anschließend verschiedene Fehlerfälle aufgerufen werden, die einen eindeutig identifizierbaren elektrischen oder mechanischen Fehler oder einen Fehler in der Steuerung der Anlage enthalten. Aufgabe der Auszubildenden ist es, diesen Fehler zu analysieren und zu identifizieren, wofür sie u.a. auf die Steuerung, sämtliche Anlagendokumentationen, Messapparaturen oder die elektrische bzw. pneumatische Versorgung der Anlage zugreifen können. Die Bearbeitung der Aufgaben erfolgt vollständig innerhalb der Simulation. Die Dokumentation musste von den Auszubildenden auf Dokumentationsbögen erfolgen, die zusätzlich eine genaue Fehlerbeschreibung in Form eines Störungsmeldungsformulars, wie es auch im betrieblichen Kontext Verwendung finden könnte, enthielten. Insgesamt wurden zehn unterschiedliche Fehlerfälle entwickelt, wovon jeder Auszubildende auf Grund der verfügbaren Testzeit zwischen fünf und acht bearbeitete und sein Vor-

gehen bei der Fehlersuche, den Fehler selbst und einen Lösungsvorschlag zur Behebung des Fehlers dokumentieren musste.

Aus Tabelle 4 sind die Kurzbeschreibungen der Fehlerfälle sowie die Lösungsquoten zu entnehmen. Da nicht alle Fehlerfälle jedem Auszubildenden vorgelegt wurden, schwanken die Stichprobengrößen erheblich. Betrachtet man die Lösungsquoten, kann festgestellt werden, dass sich diese über eine breite Spanne verteilen. Sie reichen von 24,6% beim vierten Fehlerfall bis zu einer Lösungsquote von 74,8 % beim zweiten Fehler. Die Lösungsquoten der übrigen Fehlerfälle variieren in einem mittleren Bereich, was ein erster Hinweis darauf ist, dass die Items weder zu leicht noch zu schwierig für die Auszubildenden waren, sondern eine gute Differenzierungsfähigkeit aufweisen. Dies bestätigt auch die sich bei der Skalierung ergebende bemerkenswert gute Testgüte, die eine EAP/PV-Reliabilität von .75 erreicht. Bei der Skalierung ergeben sich auf der Logit-Skala Itemschwierigkeiten im Bereich von -1,88 bis 1,73, dem sich etwa 80% der Probanden zuordnen lassen. Der Mittelwert liegt bei 0,16 und somit nahe an dem Idealen Wert von Null, was ein weiteres Indiz dafür ist, dass die gestellten Aufgaben in ihrem Anforderungsniveau sehr gut zu der getesteten Gruppe passen. Für die Skalierung wurden die Fehlerfälle in zwei Items zerlegt. Das erste Item forderte die genaue Lokalisation des Fehlers, das zweite Item bezog sich auf die Lösung des diagnostizierten Fehlers. Eine weitere Analyse des durch die Auszubildenden dokumentierten Vorgehens bei der Fehlersuche scheint aufgrund der Dokumentationsqualität nicht zielführend.

Eine Niveaumodellierung bietet sich für die Tests zur Problemlösefähigkeit sowohl für die Mechatroniker/-innen als auch für die Fachinformatiker/-innen nicht an, da die Zahl der Items zu gering ist.⁶ Die einschlägigen Analysen sowie weitere Auswertungen hinsichtlich relevanter Determinanten der Problemlöseleistungen sind derzeit noch in Arbeit. Sie lassen insbesondere auch didaktisch wertvolle Hinweise erwarten und sind für die Weiterentwicklung des Testinstrumentariums bedeutsam.

⁶ Für Niveaumodellierungen sollten zumindest 20 bis 30 Items verfügbar sein

Abbildung 2: Simulierte Anlage für die Mechatroniker/-innen

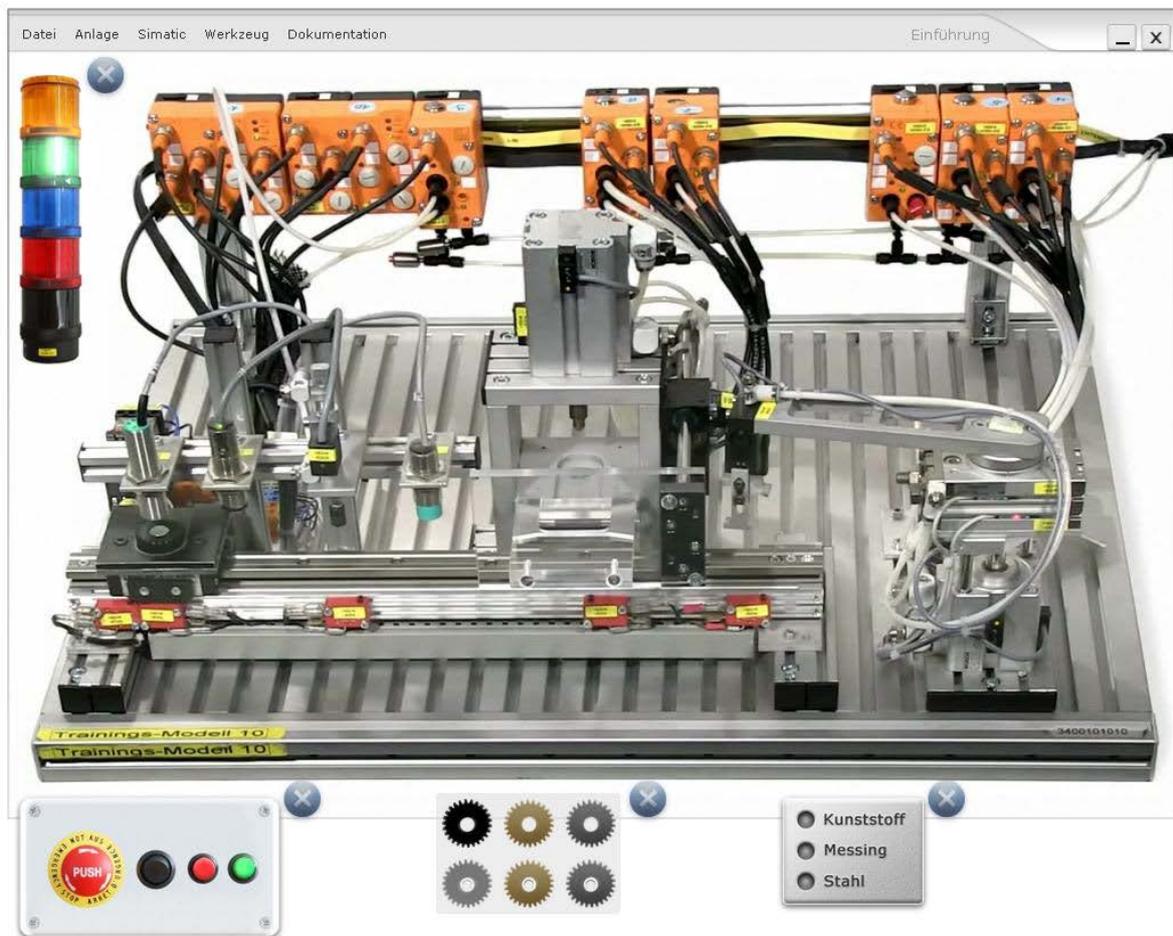


Tabelle 4: Übersicht der Fehlerfälle für die Mechatroniker/-innen

Nr.	Fehlerbeschreibung Fehlerfall	Gesamt-lösungsquote	N
1	Materialerkennung ist fehlerhaft, so dass Kunststoff nicht von Messing unterschieden werden kann. Stahl wird jedoch fehlerfrei erkannt. <u>Fehlerursache:</u> falsch justierter/defekter Sensor	53,3%	490
2	Selektion der Teile mit/ohne Hülse funktioniert nicht, so dass beide Varianten dem Auspresszyklus zugeführt werden. <u>Fehlerursache:</u> ungenaue Positionierung des Prüfzylinders der Hülse	74,8%	259
3	Die Presse verhakt sich nach dem Auspressen im Pressenschieber. <u>Fehlerursache:</u> Anordnung der Steps in der Schrittkette fehlerhaft	35,6%	500
4	Bei der Inbetriebnahme der Anlage im Einzelschrittbetrieb läuft das Band bis zum Bandanschlag am Greifer durch. <u>Fehlerursache:</u> Programmierfehler, fehlende Verriegelung	24,6%	126
5	Schlitten fährt an der Presse vorbei, der Pressenschieber fährt anschließend ohne das Teil zum Auspressen der Hülse in die Presse ein. <u>Fehlerursache:</u> Falsche Sensorabfrage in der Transitionsbedingung	44,3%	228
6	Die Anlage lässt sich nicht starten, da die Grundstellung nicht erfüllt wird. <u>Fehlerursache:</u> falsch justierter/defekter Sensor	38,6%	262

Nr.	Fehlerbeschreibung Fehlerfall	Gesamt-lösungsquote	N
7	Die Anlage lässt sich nicht starten, obwohl die Startbedingungen erfüllt sind und der grüne Starttaster am Bedienpanel leuchtet. <u>Fehlerursache:</u> falsche Motoransteuerung	28,8%	475
8	Greifer legt Werkstück nicht korrekt über der Rutsche ab. <u>Fehlerursache:</u> Endschalte falsch positioniert	53,3%	169
9	Fehlerhafte Materialerkennung im Tipp-Betrieb der Anlage. <u>Fehlerursache:</u> Rücksetzbedingung der Speicher falsch	27,9%	172
10	Werkstück wird vom Greifer nicht ausreichend lange gehalten. <u>Fehlerursache:</u> Ausgang nicht speichernd gesetzt	30,1%	103

Fachinformatiker/-innen

Bei den Fachinformatikerinnen und Fachinformatikern erfolgte die Erfassung der Problemlösefähigkeit anhand einer Client-Server-Umgebung (siehe Abbildung 3). Diese wurde innerhalb einer Virtualisierungsumgebung (VirtualBox) umgesetzt, die eine besonders große Authentizität der realisierten Anforderungen sichert. Des Weiteren war es so möglich, die Infrastruktur der in die Erhebungen einbezogenen Schulen zu nutzen und gleichzeitig einheitliche Rahmenbedingungen sicher zu stellen. In dieser virtuellen Umgebung sollten die Auszubildenden unterschiedliche Problemfälle lösen, wie z.B. das Passwort einer Person zurücksetzen, die Ursachen für Probleme bei der Remote-Desktop-Verbindung identifizieren, Probleme mit dem Webbrowser beheben sowie selbstständig ein kurzes Skript entwickeln. Bei der Bearbeitung der Aufgaben konnten die Auszubildenden auf im Betriebssystem enthaltene Bordmittel, das Internet sowie zur Verfügung gestellte Tools (z.B. Netzwerkscanner, Prozessviewer, Programmierer usw.) zurückgreifen, die auch an den realen Arbeitsplätzen in den Unternehmen zur Verfügung stehen. Die Ergebnisse der Auszubildenden wurden Paper-Pencil-basiert auf vorbereiteten Dokumentationsbögen erfasst, die Bearbeitung der Aufgaben erfolgte vollständig innerhalb der virtualisierten Umgebung.

Innerhalb der Simulation mussten die Auszubildenden insgesamt sechs Aufgaben bearbeiten, die wiederum in mehrere Unteraufgaben untergliedert waren und in Summe 14 Einzelaufgaben ergaben. Insgesamt decken die Aufgaben ein breites Schwierigkeitsspektrum ab. Bei einzelnen Aufgaben sind allerdings Deckeneffekte beobachtbar (vgl. Tabelle 5). So reichen die Lösungsquoten z.B. bis zu 92,5% für das Zurücksetzen des Passworts. Offenbar stellt dies für die Auszubildenden eine einfache Routineaufgabe dar. Im Gegensatz dazu fällt den Auszubildenden die Entwicklung eines kurzen Skripts trotz Hilfestellungen, wie sie dem Internet entnommen werden können, deutlich schwerer (Lösungsquote 21,3%). Daraus kann gefolgert werden, dass diese Art von Problemen den Auszubildenden deutlich weniger vertraut war bzw. höhere Ansprüche stellte. Die Problemlöseleistungen übertreffen bei analytischen Problemen jene bei konstruktiven Problemen deutlich. Betrachtet man den Test als Ganzes, ergibt die Skalierung mit Conquest eine EAP/PV Reliabilität von 0.66 für den eingesetzten Test, was für die geringe Itemzahl und unter Berücksichtigung der Schwierigkeiten, die sich bei ähnlichen Unternehmungen in anderen Domänen zeigten (NICKOLAUS u.a. 2012), einen erfreulichen Wert darstellt. Dennoch zeigt sich bei dem eingesetzten Instrument Verbesserungsbedarf. Die entwickelten Items decken zwar mit Werten von -2,67 bis 1,55 auf der Logit-Skala einen Bereich ab, innerhalb dessen sich ca. 97% der Probanden befinden und zudem zeigt sich, dass sich die Items in diesem Bereich relativ gleichmäßig verteilen, allerdings wird auch deutlich, dass sich der eingesetzte Test mit einem Mittelwert von -0,88 tendenziell als zu leicht erweist. Da die Anforderungen aus Expertensicht jedoch angemessen sind, könnte man auch argumentieren, dass hier – im Gegensatz zu nahezu allen bisher vorliegenden Ergebnissen in anderen technischen Domänen (LEHMANN/SEEBER 2007; GEIBEL

2008; GSCHWENDTNER 2008; NICKOLAUS u.a. 2012) – die curricularen Anforderungen eingelöst werden. Insgesamt zeigt sich, dass die Problemlösefähigkeit der Fachinformatiker/-innen mit dem entwickelten Instrument gut gemessen werden kann, vor einer weiteren Verwendung sollten jedoch Ergänzungen erfolgen, um den oberen Bereich der Skala stärker zu berücksichtigen, und ggf. einen Teil der leichten Items zu modifizieren.

Abbildung 3: Die simulierte Client-Server-Umgebung bei den Fachinformatiker/-innen

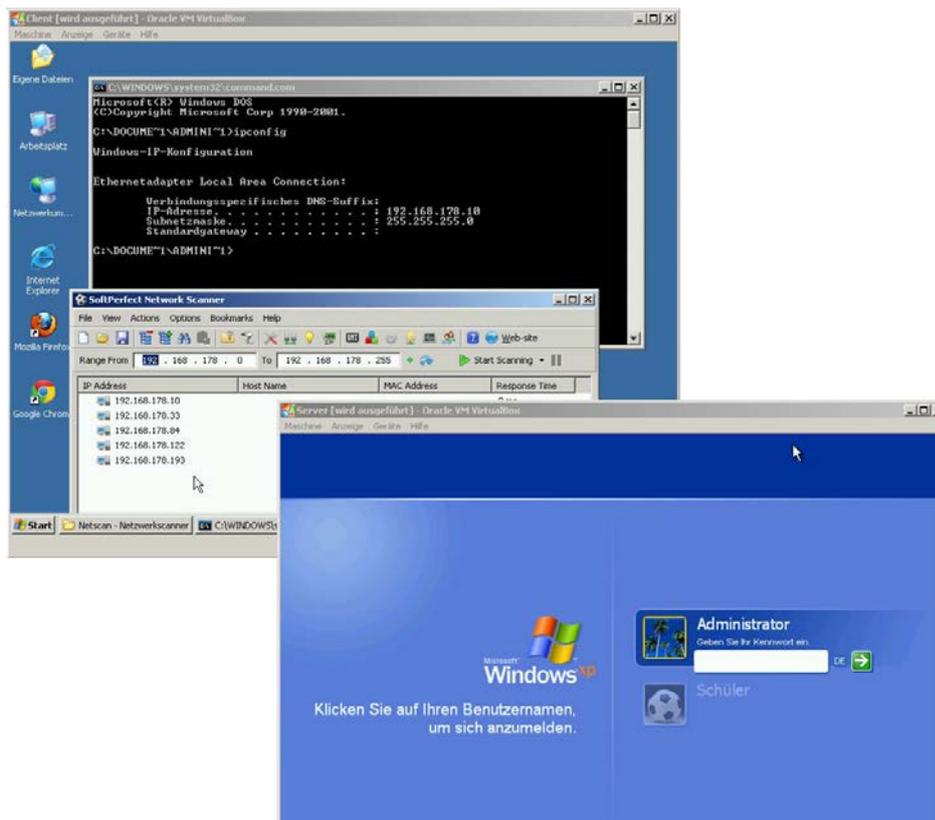


Tabelle 5: Aufgabenbeschreibungen und Lösungsquoten im Problemlösetest Fachinformatiker/-innen

Nr.	Fehlerbeschreibung	Gesamtstichprobe (N = 183 bis 354)	
		Prozent richtige Lösung	Prozent Teillösung
1	IP-Adresse eines Webservers im Netzwerk herausfinden.	88,5	11,6
2	Grund dafür, dass sich die Windows Remote-Desktop-Verbindung zum Server nicht aufbauen lässt, herausfinden.	5,6	86,8
3	Mit dem Befehl ping.exe die Fragmentierung der Daten auf IP-Ebene und die maximale Blockgröße der Übertragung bestimmen.	20,2	3,1
4	Als Administrator auf das Konto eines Benutzers und dessen Passwortdatei zugreifen.	92,5	-*
5	Neues Passwort setzen, das höheren Sicherheitskriterien genügt.	51,3	48,7
6	Probleme bei der Darstellung einer Webpage mit dem Browser Firefox beheben.	28,2	66,2

Nr.	Fehlerbeschreibung	Gesamtstichprobe (N = 183 bis 354)	
		Prozent richtige Lösung	Prozent Teilleistung
7	Problem beim Zugriff auf einen Webserver mit dem Browser Chrome beheben.	89,4	7,4
8	Einen potenziell mit Schadsoftware infizierten Computer untersuchen und mögliche Gefahren beseitigen.	52,8	39,6
9	Eine Batch-Datei zur Deaktivierung von NetBIOS erstellen.	7,1	53,6
10	Lösungen zur Minimierung des Risikos einer Infektion mit Schadsoftware durch den Browser vorschlagen.	15,1	63,3
11	Ursache für eine ungewollte Websiteumleitung finden.	72	10,1
12	Möglichkeiten nennen, eine Datei vor unberechtigtem Zugriff zu schützen.	30,6	63,5
13	Vorteile und Nachteile von Einträgen in der Datei „Hosts“ nennen.	42,4	38,8
14	Skript zum automatischen Schließen von Microsoft Paint entwickeln.	21,3	57,7

*keine Teilleistung möglich

4.2 Beziehung zwischen Input-, Prozess- und Outputvariablen der beruflichen Bildung

Ein wesentliches Ziel des Forschungsprojektes war es, Beziehungen zwischen zentralen Aspekten der Input-, Prozess- und Outputebene des Ausbildungsgeschehens zu analysieren.

In den folgenden beiden Abschnitten sollen einige Ergebnisse der Zusammenhänge von Qualitätsmerkmalen und verschiedenen Outputvariablen vorgestellt werden. Zunächst werden in Abschnitt 4.2.1 die Zusammenhänge der Qualitätsmerkmale mit der intrinsischen Motivation der Auszubildenden sowie den Kompetenzausprägungen vorgestellt. In Abschnitt 4.2.2 wird anschließend ein Gesamtmodell zur Prognose der Leistungen in den Fachwissenstests präsentiert.

4.2.1 Qualitätsmerkmale der Ausbildung und Outputvariablen

Die Qualität an den beiden Lernorten Berufsschule und Ausbildungsbetrieb wurde durch die Auszubildenden eingeschätzt, da wir davon ausgehen, dass die subjektive Wahrnehmung der Lernumgebungen einen handlungsrelevanten Einfluss ausübt. Darüber hinaus haben wir im Ergänzungsfragebogen weitere Variablen erfasst, wie die Auszubildenden/Ausbilder-Relation, die Häufigkeit der Kontrolle des Berichts oder das Vorhandensein einer Jugend- und Auszubildendenvertretung. Die subjektive Beurteilung der Ausbildungsqualität erfolgte zu mehreren Erhebungszeitpunkten. Im ersten Längsschnitt fand die erste Erhebung ungefähr ein halbes Jahr nach Ausbildungsbeginn statt und die zweite etwa zum Zeitpunkt der Zwischenprüfung. Im zweiten Längsschnitt wurden die Qualitätsmerkmale erstmals zum Zeitpunkt der Zwischenprüfung erhoben und ein zweites Mal am Ende der Ausbildung.

Zu jedem Befragungszeitpunkt wurden die Auszubildenden der beiden Ausbildungsberufe gebeten, ihre schulische Lernumgebung auf insgesamt sieben und ihre betriebliche Lernumgebung auf insgesamt acht Skalen einzuschätzen (vgl. 4.1.1). Alle Items wurden auf einer sechsstufigen Antwortskala eingeschätzt. Die Mittelwerte einiger Beispielskalen zur betrieblichen und schulischen Lernumgebung

finden sich in Tabelle 6. Die Beispielskalen verdeutlichen, dass die Jugendlichen die betriebliche Lernumgebung im Mittel durchweg positiver beurteilen und sich dort weniger überfordert fühlen. Diese divergierende Beurteilung der betrieblichen und der schulischen Lernumgebung findet sich auch in anderen Studien wieder (STAMM 2012, JUNGKUNZ 1996).

Tabelle 6: Ausgewählte Mittelwerte zur Einschätzung der Ausbildungsqualität im Beruf Mechatroniker/-in

	Betrieb			Schule		
	Überforderung	lernförderliche Aufgaben	Unterstützung durch Kollegen	Überforderung	Lehrerinteresse	Relevanzzuschreibung
1. Längsschnitt Beginn der Ausbildung	2,19 (0,89)	4,62 (0,82)	4,54 (0,98)	2,95 (1,41)	3,22 (1,82)	3,88 (1,14)
1. Längsschnitt Mitte der Ausbildung	2,48 (0,89)	4,26 (0,98)	4,35 (0,97)	3,11 (1,29)	3,14 (1,18)	3,5 (1,06)
2. Längsschnitt Mitte der Ausbildung	2,42 (0,9)	4,41 (0,85)	4,41 (0,94)	3,16 (1,31)	3,17 (1,13)	3,67 (1,09)
2. Längsschnitt Ende der Ausbildung	2,62 (0,80)	4,24 (0,99)	4,37 (0,94)	3,11 (1,17)	3,17 (1,05)	3,45 (1,06)

Anmerkungen: N=554-651, in Klammern sind die entsprechenden Standardabweichungen dargestellt, Antwortskala von 1 „trifft überhaupt nicht zu“ bis 6 „trifft voll und ganz zu“

Die Einschätzungen der einzelnen Qualitätsfacetten ändern sich im Mittel kaum über die Ausbildungszeit hinweg. Aber leichte deskriptive Veränderungen lassen darauf schließen, dass die Auszubildenden im Ausbildungsverlauf kritischer werden.

Ausgehend von der Theorie PRENZELS (1996, 1998), dessen Skalen zu den motivationsförderlichen Bedingungen in adaptierter Form in unsere Erhebungen einbezogen wurden, wird angenommen, dass die wahrgenommenen Qualitätsmerkmale positiv – im Falle der subjektiven Überforderung negativ – mit der Motivation der Auszubildenden zusammenhängen.

Die Motivationsausprägungen im Betrieb und in der Schule korrelieren in mittleren Größenordnungen mit den jeweiligen motivationalen Bedingungen. Die Größenordnungen stehen in Einklang mit bisherigen Forschungsergebnisse (z.B. KNÖLL u.a. 2007). Tabelle 7 zeigt beispielhaft die bivariaten Korrelationen zwischen den betrieblichen Qualitätsmerkmalen und der intrinsischen Motivation der Auszubildenden der Mechatronik im ersten Ausbildungsjahr. Bemerkenswert scheint auch, dass die Korrelationen zwischen den Qualitätsmerkmalen und den motivationalen Bedingungsmerkmalen domänenübergreifend nur innerhalb des jeweiligen institutionellen Kontextes zu beobachten sind und beispielsweise die betrieblichen Qualitätsmerkmale mit der schulischen Lernmotivation keine substantiellen Korrelationen aufweisen. Demzufolge lassen sich eine Reihe direkter Effekte von Qualitätsmerkmalen auf die intrinsische Motivation der Jugendlichen nachweisen. Die Korrelationen zwischen den Leistungsdaten und den Qualitätsmerkmalen bleiben hingegen mit Ausnahme der schulischen Überforderung in einem eher niedrigen Bereich.

Tabelle 7: Bivariate Korrelationen zwischen Qualitätsfacetten und betrieblicher Motivation im Beruf Mechatroniker/-in (n=579)

Qualitätsaspekt	Motivation im Betrieb
Lernförderliche Aufgaben	.465**
Handlungsspielraum	.336**
Bedeutsamkeit der Aufgaben	.311**
Feedback	.367**
Überforderung	-.379**
Fachkompetenz des Ausbilders	.484**
Fürsorglichkeit des Ausbilders	.457**
Unterstützung durch Kollegen	.406**

Um zu prüfen, ob einzelne Qualitätsaspekte für die Motivation und die Testleistungen der Jugendlichen von besonderem Interesse sind, wurden verschiedene Regressionsanalysen gerechnet. So konnte beispielsweise die betriebliche Motivation vor allem durch die lernförderlichen Aufgaben, die Unterstützung durch die Kolleginnen und Kollegen sowie die Überforderung vorhergesagt werden (vgl. Tabelle 8). Insgesamt konnten die betrieblichen Merkmale knapp 38% der Varianz der betrieblichen Motivation aufklären.

Eine Prognose der Motivation in der Mitte der Ausbildung durch die ein Jahr zuvor erfassten Qualitätsfacetten zeigt erwartungsgemäß niedrigere, aber immer noch signifikante Effekte (SCHNITZLER/VELTEN 2013). Auch hier zeigen sich die positive Bedeutung der Aufgabengestaltung sowie der negative Einfluss der Überforderung sogar über eine Zeit von einem Jahr hinweg.

Tabelle 8: Hierarchische Regression der Qualitätsfacetten auf die betriebliche Motivation (n=579 Mechatroniker/-innen), Aufnahme der Variablen in zwei Schritten

Qualitätsaspekte	B	SE	Beta-Gewicht	R ²	Korr. R ²
<i>1. Schritt</i>					
Lernförderliche Aufgaben	.214	.053	.170**		
Überforderung	-.200	.043	-.171**		
Handlungsspielraum	.084	.031	.101**		
Feedback	.015	.042	.016		
Bedeutsamkeit der Aufgaben	.052	.033	.062	.338	.332
<i>2. Schritt</i>					
Unterstützung durch Kollegen	.187	.039	.178**		
Fachkompetenz des Ausbilders	.123	.049	.125*		
Fürsorglichkeit des Ausbilders	.095	.043	.112*	.387	.378

Im Vergleich zur Motivation der Auszubildenden können ihre Kompetenzausprägungen (z.B. Fachwissen zum Zeitpunkt des Zwischentests) nur zu einem geringeren Anteil durch die Qualitätsmerkmale vorhergesagt werden. So erzielen die Qualitätsmerkmale in Schule und Betrieb in der Stichprobe der Mechatroniker/-innen eine Varianzaufklärung von 16.4%. Für die Fachinformatiker/-innen ergeben sich nahezu identische Erklärungsanteile, was als domänenübergreifende Replikation gedeutet werden kann.

Es erscheint plausibel, dass die Effekte einer hohen lernförderlichen Ausbildung nicht unmittelbar auf die Testleistungen der Jugendlichen wirken, sondern vermittelt über deren Lernmotivation an den beiden Lernorten. So zeigen unsere Ergebnisse, dass den Merkmalen der schulischen bzw. betrieblichen Ausbildungsqualität eine hohe Erklärungskraft für die intrinsische Motivation am jeweiligen Lernort zukommt, die sich wiederum langfristig positiv auf die Lernergebnisse auswirkt. Ergänzende Analysen, die weiter vertieft werden sollen, sprechen dafür, dass neben den klassischen Qualitätsmerkmalen den curricularen Schwerpunktsetzungen Bedeutung für die Kompetenzentwicklung zukommt. Im Hinblick auf die Entwicklung der motivationalen Bedingungsfaktoren bzw. der Qualitätsmerkmale bestätigen sich in beiden Domänen die auch in anderen Studien konstatierten negativen Entwicklungsprozesse, partiell bleiben die Einschätzungen allerdings weitgehend stabil. Progressionen sind jedoch nicht beobachtbar, was mit der zunehmend kritischeren Haltung der Auszubildenden im Ausbildungsverlauf erklärt werden könnte, die in einer ganzen Reihe der vorliegenden Sozialisationsstudien dokumentiert wurden (im Überblick z.B. LEMPERT 1998).

4.2.2 Erklärungsmodelle des Fachwissens

Zu Beginn des Projekts stellten wir die Frage, wie die erhobenen Merkmale der Input-, Prozess und Outputqualität in den beiden Berufen zusammenwirken. Für alle drei Qualitätsbereiche wurden Variablen erfasst; bei den Inputqualitäten wurden die persönlichen Voraussetzungen der Auszubildenden im Sinne ihrer Basiskompetenzen (Leseverständnis und Mathematikkenntnisse) und ihre kognitiven Grundfähigkeiten gemessen. Die Prozessmerkmale beinhalten die wahrgenommenen Merkmale der Ausbildungsqualität an den beiden Lernorten Berufsschule und Ausbildungsbetrieb. Als Outputvariablen wurden das Fachwissen sowie die fachspezifische Problemlösefähigkeit erfasst. Die Motivation in der Ausbildung spielt eine Doppelrolle, da sie auf der einen Seite als erwünschtes Ergebnis der Ausbildung einen Outputindikator darstellt, auf der anderen Seite aber auch als weitere Erklärungsvariable für die Testleistungen in die Modellbildung einfließt.

Der gleichzeitige Einfluss mehrerer Variablen kann am besten mit Hilfe von Strukturgleichungsmodellen abgebildet werden, die in den letzten Jahren in den Sozialwissenschaften eine immer stärkere Verbreitung gefunden haben (HERSHBERGER 2003). Strukturgleichungsmodelle ermöglichen die Schätzung von latenten, d.h. nicht direkt beobachtbaren Variablen, durch mehrere manifest gemessene Indikatoren. Darüber hinaus können lineare Beziehungen zwischen diesen latenten Variablen geschätzt werden unter Berücksichtigung von Messfehlern auf der Indikatorenseite. Strukturgleichungsmodelle stellen somit eine Möglichkeit der fehlerbereinigten linearen Zusammenhangsanalyse dar (vgl. REINECKE 2005).

Ein solches Strukturgleichungsmodell zur Erklärung der Fachwissenstestleistungen zum Zeitpunkt der Zwischenprüfung für den Beruf Mechatroniker/-in zeigt Abbildung 4 (vgl. GÖNNENWEIN/VELTEN 2013). Die mit Kreisen gekennzeichneten Variablen stellen die latent geschätzten Variablen dar, die mit einem Rechteck gekennzeichneten Variablen stellen die manifesten Indikatoren dar. So wird beispielsweise der Fachwissenstest aus den fünf inhaltlichen Dimensionen des Tests geschätzt. Die Pfadkoeffizienten geben jeweils die Ladung der einzelnen Indikatoren auf der latenten Variablen an. So weist der Bereich „Grundlagen Elektrotechnik“ mit .57 die höchste, der Bereich „Vertiefung Elektrotechnik“ mit .47 die niedrigste Ladung auf. Während auf der rechten Seite mit dem Fachwissen die zu erklärende Variable dargestellt ist, sind die Prädiktoren auf der linken Seite abgebildet. Hier finden sich die latent geschätzten Merkmale der kognitiven Grundfähigkeit, des Leseverständnisses, der Mathe-

matikkenntnisse und des berufsrelevanten Vorwissens wieder. Schließlich wird die Motivation an den beiden Lernorten als weitere Erklärungsvariable in das Modell aufgenommen.

Unten rechts sind die Goodness-of-Fit-Werte dargestellt, die angeben, wie gut die Daten zu diesem aufgestellten Modell passen. Bei der Interpretation dieser Werte erfolgt eine Orientierung häufig an den Grenzwerten, wie sie von HU/BENTLER (1999) festgelegt worden sind. So sollte der Quotient aus dem χ^2 -Wert und den Freiheitsgraden idealerweise kleiner als 2 sein, wobei der noch akzeptable Bereich bis 3 reicht. Der Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) sollte idealerweise kleiner .05 sein, wenn er kleiner als .08 ist, gilt er als akzeptabel. Schließlich wird ein Comparative-Fit-Index (CFI-Wert) größer .9 als gut, ab .95 als sehr gut bezeichnet. Für das Strukturgleichungsmodell in Abbildung 4 kann ein χ^2 -Freiheitsgrad-Quotient von 2,02, ein RMSEA von .03 und ein CFI-Wert von .95 berichtet werden, was darauf hinweist, dass das aufgestellte Modell die erhobenen Daten sehr gut abbildet.

Inhaltlich zeigen die Daten, dass die Leistung der Mechatroniker/-innen im Fachwissenstest in der Mitte der Ausbildung auf latenter Ebene zu 66% durch die einbezogenen Variablen erklärt werden kann. Dabei kommt dem berufsbezogenen Vorwissen eine dominante Rolle zu. Das Vorwissen wiederum wird stark beeinflusst durch die Kenntnisse in Mathematik, nicht jedoch im Lesen (Pfadkoeffizienten von .45 und .1, wobei die gestrichelte Linie einen nicht-signifikanten Einfluss darstellt). Die Motivation der Auszubildenden im Betrieb erbringt in dem Modell einen zusätzlichen signifikanten Beitrag zur Erklärung des Fachwissens, auch wenn der Einfluss mit einem Pfadkoeffizienten von .13 eher gering ausfällt. Dass die Motivation in der Schule keinen signifikanten Beitrag zur Erklärung des Fachwissens beiträgt, lässt sich vermutlich mit der Interkorrelation zwischen den beiden Motivationsvarianten begründen, so dass letztendlich nur die Variable mit dem stärkeren Einfluss in das Modell mit aufgenommen wird. Der im Vergleich zu den wissensbasierten Komponenten und der kognitiven Grundfähigkeit geringe Beitrag scheint zudem auch vor dem Hintergrund plausibel, dass in den anderen Leistungsdaten die Traitkomponente der Motivation inkludiert ist (s.u.).

Aus den erhobenen Daten wird die Bedeutung des Vorwissens und der Kenntnisse in Mathematik für das spätere Fachwissen deutlich. Ein ähnliches Ergebnis findet sich für verwandte Berufe wie der Elektronikerin/dem Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik (NICKOLAUS u.a. 2011). Für Jugendliche, die bereits über relevante Vorkenntnisse verfügen, ist es einfacher weiteres berufsbezogenes Fachwissen zu erwerben. Dies lässt sich auch kognitionspsychologisch erklären, da an bereits vorhandene Wissensstrukturen angeknüpft werden kann und diese erweitert oder vertieft werden können. Für Jugendliche, die kaum oder über gar keine Vorkenntnisse verfügen, ist eine solche Anknüpfung nicht oder nur schwerer möglich.

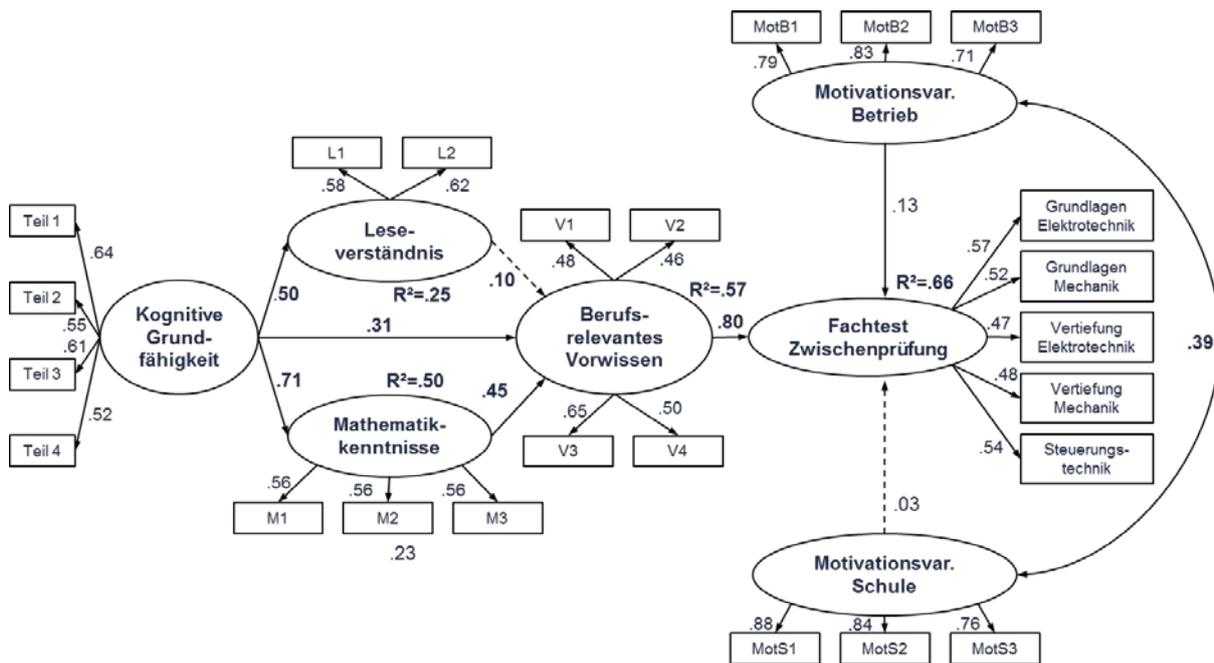
Entgegen der theoretischen Vermutungen zur Bedeutung der Motivation für das Lernen zeigen sich in dem Strukturgleichungsmodell nur geringe Einflüsse der Motivation auf die Testleistung. Es ließe sich zwar vermuten, dass die verwendeten Skalen zur Erfassung der intrinsischen Motivation sensu PRENZEL nicht hinreichend sensitiv waren, um die Leistungs- und Lernmotivation der Auszubildenden abzubilden, was jedoch wenig plausibel scheint. Vielmehr kann davon ausgegangen werden, dass ein substantieller Anteil der Lern- und Leistungsmotivation (Traitkomponente) bereits durch die Testleistung in den verschiedenen Tests zum Lesen, zu den mathematischen und beruflichen Vorkenntnissen und dem beruflichen Fachwissen zum Ausdruck kommt und somit implizit im Modell bereits enthalten ist. So spiegelt sich in den Testleistungen der durchgängig freiwillig zu bearbeitenden Tests, die keinerlei Einfluss auf Schulnoten oder ähnliches hatten, nicht nur fachbezogenes Wissen wider, son-

dern auch die Motivation dieses Wissen in einem solchen Forschungssetting zu zeigen. Bezieht man in das Modell alle Qualitätsskalen (betrieblich; schulisch) ein, erbringt allein die Überforderung im schulischen Kontext einen signifikanten Beitrag. Dies war so nicht zu erwarten, da doch davon ausgegangen werden kann, dass sich eine als qualitativ hochwertig wahrgenommene Ausbildung in den Leistungen der Auszubildenden niederschlägt. Für den fehlenden Nachweis der übrigen Qualitätsmerkmale auf die Leistungen der Auszubildenden können mehrere Ursachen sowohl inhaltlicher als auch methodischer Art diskutiert werden. Eine mögliche inhaltliche Überlegung besteht darin, dass Jugendliche, die über hohe kognitive Fähigkeiten und eine hohe Leistungsmotivation verfügen (welche sich ebenfalls in den Testleistungen der Jugendlichen widerspiegelt), Kompensationsstrategien besitzen, die es ihnen ermöglichen trotz weniger guter Lernbedingungen gute Leistungen zu erbringen.

Für die Fachinformatiker/-innen ergibt sich strukturell ein ähnliches Zusammenhangsgefüge, wie das in Abbildung 4 dargestellte Strukturgleichungsmodell der Mechatroniker/-innen. Zudem sollen weitere Strukturgleichungsmodelle zur Erklärung des Fachwissens zum Ende der Ausbildung sowie für die fachbezogene Problemlösefähigkeit für beide Berufe Mechatroniker/-in und Fachinformatiker/-in berechnet werden. Hierbei wird letztlich das Ziel verfolgt, ein umfassendes Strukturgleichungsmodell zu generieren, in welches über die in Abbildung 4 aufgeführten Erklärungsvariablen zudem die Fachleistungen zum Abschlusstest, die fachspezifische Problemlösefähigkeit und die Qualitätsmerkmale integriert werden.

Neben der angeführten Erklärung, dass die Motivation und die motivationalen Bedingungsfaktoren bereits als Traitkomponenten über die Basiskompetenzen und das fachspezifische Vorwissen zur Erklärung des erzielten Fachwissenstandes zu einem späteren Zeitpunkt beitragen, bleibt weiter zu berücksichtigen, dass bei der Berechnung eines Strukturgleichungsmodells die Einflüsse „hierarchisch“ in das Modell aufgenommen werden. So wird, vereinfacht gesagt, durch die Algorithmen zunächst diejenige Komponente aufgenommen, die den höchsten Beitrag zur Erklärung der abhängigen Variable liefert, als nächstes jene, die unter Korrektur der ersten Komponente den zweithöchsten Beitrag bietet usw.

Abbildung 4: Strukturgleichungsmodell zur Erklärung der Zwischentestleistung bei den MechatronikerInnen



$N = 1401$, $\chi^2 = 491.018$, $df = 243$, $CFI = .95$, $RMSEA (90\%) 0.027 (.024 - .030)$, $SRMR = .04$

4.3 Zusammenhänge der Testleistungen mit den IHK-Prüfungsleistungen

Das Zielkonstrukt dieses Projekts stellt die berufliche Fachkompetenz bei Auszubildenden der Mechatronik und der Fachinformatik mit Schwerpunkt auf die Fachrichtung Systemintegration dar. Wie bereits erläutert, wird in Bezug auf den bisherigen Forschungsstand davon ausgegangen, dass das Konstrukt der Fachkompetenz in die zwei Dimensionen des Fachwissens und der fachlichen Anwendungsfähigkeit oder Problemlösefähigkeit unterteilt werden kann. Für diese zwei Dimensionen kamen im Projekt unterschiedliche Testformate zur Anwendung, die zunächst neu entwickelt wurden und deren inhaltliche Validität sowohl durch Dokumentenanalysen als auch Expertinnen und Experten sichergestellt wurde. Damit soll durch die schriftlichen Paper-Pencil-Tests zum Fachwissen und die computerbasierten Testverfahren zur Problemlösefähigkeit für beide Berufe die Fachkompetenz der Auszubildenden valide gemessen und abgebildet werden.

In der dualen Ausbildung erfüllen Zwischen- und Abschlussprüfungen den Zweck des Nachweises der beruflichen Handlungsfähigkeit. So heißt es im BBIG von 2005 (§38): „Durch die Abschlussprüfung ist festzustellen, ob der Prüfling die berufliche Handlungsfähigkeit erworben hat. In ihr soll der Prüfling nachweisen, dass er die erforderlichen beruflichen Fertigkeiten beherrscht, die notwendigen beruflichen Kenntnisse und Fähigkeiten besitzt und mit dem im Berufsschulunterricht zu vermittelnden, für die Berufsausbildung wesentlichen Lehrstoff vertraut ist. Die Ausbildungsordnung ist zugrunde zu legen.“ Demzufolge soll durch die Prüfungen die Fachkompetenz der Auszubildenden ermittelt werden. Die Rolle der Zwischenprüfung in den einzelnen Berufen ist unterschiedlich. Teilweise wird ihr Ergebnis mit in die Ausbildungsabschlussnote einbezogen, teilweise hat sie eher die Rolle einer unverbindlichen „Standortbestimmung“ im Lernprozess, wobei von dem Ergebnis der Zwischenprüfung gegebenenfalls Ausbildungszeitverkürzungen abhängen. Zum Zeitpunkt der Durchführung des Forschungsprojektes Aqua.Kom hatte das Ergebnis der Zwischenprüfung in beiden Berufen keinen Einfluss auf die Abschlussnote. Die Zwischenprüfung erfolgte in beiden Berufen als schriftliche Erfassung

beruflicher Wissensbestände. In der Abschlussprüfung wird der schriftliche Teil dann noch um einen praktisch-mündlichen Prüfungsteil erweitert, um berufliche Handlungskompetenzen festzustellen.

Da sowohl die entwickelten Testverfahren als auch die Zwischen- und Abschlussprüfungen einen sehr ähnlichen Gegenstand (die beruflichen Kenntnisse und Fähigkeiten) zu erfassen beabsichtigen, stellen sie wechselseitig wichtige Kriterien für eine Validierung dar. In Bezug auf unsere Untersuchungen wird erwartet, dass zwischen den Testverfahren und den Prüfungen hohe Zusammenhänge bestehen. Dabei sollten die Zusammenhänge zwischen den schriftlichen Tests und den schriftlichen Prüfungsteilen höher ausfallen als zwischen dem Problemlösetest und den praktischen Prüfungsteilen. Eine weitere Ausdifferenzierung der schriftlichen Prüfungen nach inhaltlichen Bereichen, z.B. fachbezogenes Wissen oder allgemeine Wirtschafts- und Sozialkunde würde zusätzliche Erkenntnisse zur Konvergenz und Divergenz mit den einzelnen Subdimensionen der Fachwissenstests ermöglichen. Generell ist auch hier die Hypothese, dass inhaltlich ähnlichere Bereiche höher korrelieren sollten, d.h. es sollte sich bei ähnlichen Konstrukten eine stärker ausgeprägte Konvergenz zeigen, als bei weniger ähnlichen (Divergenz).

Aus diesen Gründen wurde im Projektantrag die Validierung der Testverfahren mittels der Ergebnisse der IHK-Prüfungen angestrebt (siehe Projekterweiterung Phase 2 im Projektantrag). Darin wurde auch der geplante Datenzugang konkretisiert: Zwischen- und Abschlussprüfungen sind gem. § 19 der Musterprüfungsordnung (MPO) nicht öffentlich, ferner haben gem. § 6 MPO alle mit der Prüfung befassten Personen gegenüber Dritten Verschwiegenheit über alle Prüfungsvorgänge zu wahren. Daraus folgt, dass personenbezogene Prüfungsergebnisse von den zuständigen Stellen nicht weitergegeben werden dürfen bzw. zumindest anonymisiert werden müssen, was mit erheblichem Aufwand für die Prüfungsstellen verbunden ist, sofern die Zuordenbarkeit zu den Testdaten gewährleistet werden soll. Daher müssen andere Wege gesucht werden, um die Prüfungsergebnisse erfassen und eindeutig den Testergebnissen zuordnen zu können.

Für die Erhebung der Ergebnisse aus den Zwischenprüfungen bot sich für beide Längsschnitte an, diese im Rahmen einer Klassenraumbefragung unmittelbar bei den Auszubildenden zu ermitteln. Hinsichtlich der Erfassung der Ergebnisse aus der Abschlussprüfung beim zweiten Längsschnitt ließ sich dieser Weg nicht beschreiten, da die Absolventinnen und Absolventen mit Ende der Ausbildungszeit die Berufsschule verlassen.

Für die Erfassung der Ergebnisse der Abschlussprüfung sowie die detaillierte Abfrage der einzelnen Prüfungsteile der Zwischenprüfung wurde eine schriftlich-postalische sowie elektronische Datenabfrage gestartet. Dazu wurde allen Auszubildenden am Ende der letzten Befragungswelle ein Umschlag ausgehändigt mit einem kurzen Fragebogen und einem frankierten Rückumschlag mit der Bitte diesen auszufüllen und an uns zurückzusenden, sobald die Prüfungsergebnisse vorliegen. Zusätzlich wurden auf freiwilliger Basis die E-Mail-Adressen der Teilnehmer/-innen erhoben, um die Jugendlichen nach einiger Zeit an die Übermittlung der Prüfungsergebnisse zu erinnern und diese durch einen per Mail zugesendeten Fragebogen zu ermöglichen. Als Anreiz wurden Amazon-Gutscheine verlost.

Aufgrund der Zeit, die zwischen dem letzten Besuch in der Berufsschule und der Ergebnissrückmeldung der IHK-Prüfungen lag, musste mit hohen Ausfallquoten gerechnet werden. Inwieweit dies zu Verzerrungen in der Stichprobe sowie in den Daten führt, wird zu überprüfen sein. Um die Größe dieses Effektes zu kontrollieren und eventuelle Verzerrungen in den Daten erkennen zu können, wäre es zweckdienlich, weitere Daten direkt von den zuständigen Stellen zu bekommen, um Plausibili-

tätsprüfungen durchführen zu können. Trotz intensiver Nachfassaktionen blieb die Anzahl der von den Auszubildenden im Nachhinein rückgemeldeten Prüfungsergebnisse vor allem bezogen auf die Abschlussprüfung deutlich hinter den Erwartungen zurück. So kann nur ein kleiner Prozentteil der erzielten Prüfungsergebnisse betrachtet werden. Tabelle 9 gibt einen Überblick über die Daten der einzelnen Stichproben zu Zwischen- und Abschlussprüfungsergebnissen.

Tabelle 9: Verfügbare Daten der Zwischen- (ZP) und Abschlussprüfungen (AP)

Stichprobe	ZP gesamt	ZP detail- liert	ZP (IHK)	AP gesamt	AP detail- liert	AP (IHK)
Mechatroniker/- innen 1. Längsschnitt	-	37	89	-	-	-
Mechatroniker/- innen 2. Längsschnitt	353	-	90	120	15	105
Fachinformati- ker/-innen 1. Längsschnitt	76	24	14	-	-	-
Fachinformati- ker/-innen 2. Längsschnitt	260	-	15	24	23/24	30

Für beide Berufe liegen hohe Zahlen selbstberichteter Gesamtwischenprüfungsergebnisse (Punkt-
werte von 1-100) vor. Für die Abschlussprüfung liegen jeweils nur sehr geringe Fallzahlen vor. Um belastbare Aussagen machen zu können, ist hier eine weitere Datensammlung wünschenswert und notwendig, ebenso eine Integration weiterer Prüfungsdaten von den zuständigen Stellen in den Da-
tensatz. Allerdings bestehen dabei auf Seiten der Verantwortlichen erhebliche Bedenken z.B. wegen
des Datenschutzes. Ob weitere Daten generiert werden können, ist daher offen.

Eine interessante Frage, die sich praktisch bei fast allen empirischen Untersuchungen stellt, ist die
Frage nach der Zuverlässigkeit von Selbstauskünften, insbesondere in sensiblen Bereichen wie z.B.
bei Prüfungsergebnissen. Daher war ein Ziel der Projekterweiterung, die selbstberichteten Noten mit
den tatsächlichen, von der IHK gelieferten Noten zu vergleichen. Bei den Fachinformatikerinnen und
Fachinformatikern liegen nur für N=19 Jugendliche detaillierte Daten aus beiden Informationsquellen
vor. Eine Korrelation von $r=.98$ weist darauf hin, dass die Abweichungen sehr gering sind. Nur in Ein-
zelfällen berichten die Jugendlichen bessere Ergebnisse als die tatsächlich erreichten. Allerdings ist
die Stichprobengröße deutlich zu klein, um generalisierende Aussagen machen zu können.

Obwohl die Zwischenprüfung der Fachinformatiker/-innen nicht in die Note der Abschlussprüfung
einfließt und somit davon ausgegangen werden muss, dass die Motivation der Auszubildenden in der
Zwischenprüfung im Durchschnitt niedriger sein dürfte als in der Abschlussprüfung, zeigen die Daten
einen mittleren statistisch signifikanten Zusammenhang von $r=.341$ ($p=.042$, $N=36$) zwischen den
Zwischen- und Abschlussprüfungsergebnissen. Allerdings basiert auch hier die Korrelation auf einer
recht kleinen Stichprobe.

Aufgrund der vorliegenden Daten werden zur Kriteriumsvalidierung der Testverfahren die selbstberichteten Gesamtergebnisse in der Zwischenprüfung herangezogen. Die Erfassung eines Konstrukts durch Test- oder Prüfungsverfahren erfolgt jedoch niemals fehlerfrei. Mit der Reliabilität eines Testverfahrens werden dessen Messgenauigkeit und damit auch das Ausmaß des Messfehlers bestimmt (FISSENI 2004). Allerdings kann mit Hilfe von Korrekturformeln die Unreliabilität der vorliegenden Instrumente berücksichtigt und damit der ‚wahre‘ Validitätswert berechnet werden. Üblicherweise wird lediglich die Reliabilität des Kriteriums korrigiert. Für die Prüfungen in der dualen Ausbildung gibt es keine bekannten Reliabilitätswerte, da die Tests nicht zugänglich sind. In Anlehnung an BARON-BOLDT/SCHULER/FUNKE (1988) sowie ABELE (2013) wird für die Reliabilität der IHK-Prüfungen ein Wert von $\alpha=.80$ angenommen, der aufgrund fehlender empirischer Reliabilitätsbelege eine konservative Schätzung darstellt. Mit Hilfe dieses Reliabilitätswertes für die IHK-Prüfungen werden die Korrelationen zusätzlich korrigiert, um eine Näherung an eine Näherung für die Zusammenhänge auf Konstruktebene zu erhalten.

Für die Fachinformatiker/-innen zeigen sich gemäß COHEN (1988) starke Effekte für die Zusammenhänge mit den Fachwissenstests und mittlere Zusammenhänge mit dem Problemlösetest (siehe Tabelle 10). Demzufolge kann eine erwartete Konvergenz der Fachwissenstests mit den (selbstberichteten) Ergebnissen der Zwischenprüfung bestätigt werden, wobei diese für den Eingangstest am höchsten und den Abschlusstest am niedrigsten ausfällt. Möglicherweise liegen zwischen den Anforderungen in der Zwischenprüfung und dem entwickelten Eingangs- und Zwischentest größere inhaltliche Überschneidungen vor, während im Abschlusstest eine Reihe von schwierigeren Aufgaben zum Einsatz kam. Der Zusammenhang zu den Ergebnissen des Problemlösetests ist immer noch deutlich, wenn auch geringer als der mit den Fachwissenstests. Dies sind Hinweise auf die auch in anderen ähnlichen Untersuchungen gefundenen Zusammenhänge zwischen den Leistungen der Jugendlichen in deklarativen Fachwissenstests und eher prozeduralen Tests zur Erfassung der Anwendungsfähigkeit (NICKOLAUS u.a. 2011).

Tabelle 10: Korrelationskoeffizienten zwischen Kompetenztests und IHK-Prüfungen für die Fachinformatiker/-innen

	Eingangstest	Zwischentest	Abschlusstest	Problemlösetest
IHK-Zwischenprüfung	.59**(N=62)	.49**(N=282)	.42**(N=246)	.35**(N=217)
	.66	.55	.47	.39

Anmerkungen. In Klammern Anzahl der Fälle, In der unteren Zeile Korrelationskoeffizienten mit Korrektur der Kriteriumsreliabilität

Die Analysen zur kriterienbezogenen Validität werden im Weiteren fortgeführt, ggf. durch Daten ergänzt und in naher Zukunft publiziert.

4.4 Weitere Ergebnisse

Im Rahmen der Datenanalysen wurden neben den drei Hauptzielbereichen weitere Themen bearbeitet und mittels der vorhandenen Daten ausgewertet. So offenbarten sich beispielsweise in Bezug auf die erfassten Basiskompetenzen (Leseverständnis, Mathekenntnisse und kognitive Grundfähigkeiten) deutliche Mittelwert- und Varianzunterschiede zwischen einzelnen Klassen, jedoch keine Unterschiede zwischen den in die Untersuchung einbezogenen Bundesländern. Dies wird vor dem Hintergrund der vorliegenden PISA-Ergebnisse diskutiert (PRENZEL u.a. 2006). Üblicherweise schneiden hier Schüler/-innen in Sachsen und Baden-Württemberg signifikant besser ab als die in Hessen und Nordrhein-Westfalen. Als Ursache für die nicht signifikanten Unterschiede werden betriebliche Rekrutierungs-

strategien gesehen, die zu einer Selektion der Auszubildenden führten, denn die Daten zeigen, dass in Hessen und Nordrhein-Westfalen vermehrt Auswahltests bei der Auswahl der Jugendlichen eingesetzt wurden (vgl. NICKOLAUS/ GÖNNENWEIN/DIETZEN/VELTEN 2013).

So können die Ergebnisse des Aqua.Kom- Projekts auch einen Beitrag zum Erkenntnisgewinn in aktuellen bildungspolitischen Fragestellungen liefern, die über die Zielbereiche des Projekts hinausgehen. Die erhobenen Datensätze bieten hierzu zahlreiche Möglichkeiten.

Des Weiteren zeigen die Analysen erhebliche Varianzen zwischen den beteiligten Klassen und klassenspezifisch unterschiedliche Kompetenzzuwächse, womit die Frage aufgeworfen wird, ob neben den oben vorgestellten Prädiktoren weitere Einflussfaktoren relevant werden. Erste Analysen deuten darauf hin, dass u.a. curriculare Schwerpunktsetzungen für die Kompetenzentwicklung bedeutsam werden. Die einschlägigen Analysen werden gegenwärtig weiter vorangetrieben und sollen in eine geplante Publikation zu den Erklärungsmodellen Eingang finden.

Im Anschluss an Analysen von GEIßEL u.a. (2013), in welchen für zwei Domänen gezeigt werden konnte, dass bei Kontrolle des IQ mathematische Leistungsdaten auch für Fachkompetenzleistungen prädiktiv werden, in welchen gar keine mathematischen Anforderungen bedeutsam sind, wurden auch in diesem Projekt einschlägige Analysen durchgeführt, die diesen Befund bestätigten. Wir interpretieren diesen Befund als Bestätigung der Annahme, dass in den Leistungsdaten der Mathematik domänenübergreifend leistungsrelevant werdende metakognitive (und motivationale) Erklärungselemente inkludiert sind. Ein einschlägiger Beitrag ist weitgehend abgeschlossen.

5 Zielerreichung

Das gesamte Projekt verlief insgesamt weitgehend planmäßig. Jedoch musste bereits zu Beginn auf eine weitere zusätzliche Betriebsbefragung zur Validierung der Qualitätsmerkmale am Lernort Betrieb aufgrund von Datenschutzproblemen verzichtet werden. Weiterhin wurde eine Projektverlängerung nötig, da der Ausbildungsberuf Mechatroniker/-in dreieinhalb Jahre umfasst und es im Projektverlauf sinnvoll erschien, sowohl Verkürzerklassen als auch reguläre Klassen in die Untersuchung mit einzubeziehen.

Weiterhin erwies sich die Validierung der Testergebnisse anhand der IHK-Prüfungsdaten deutlich schwieriger als geplant, da die Auskunftsbereitschaft der Jugendlichen hinter den Erwartungen zurück blieb und von Seiten der Prüfungsstellen datenschutzrechtliche Bedenken geäußert wurden. Wenn keine weiteren Daten geliefert werden können, muss auf detaillierte Analysen, in welchen auch die Leistungen in nicht berufsfachlichen Bereichen einbezogen werden könnten, leider verzichtet werden.

6 Ausblick und Transfer

Das Forschungsprojekt „Einfluss der betrieblichen Ausbildungsqualität auf die Fachkompetenz“ konnte Erkenntnisse zur Kompetenzmodellierung in den zwei gewerblich-technischen Ausbildungsberufen Mechatroniker/-in und Fachinformatiker/-in generieren. Es konnte aufgezeigt werden, welche Strukturen der Fachkompetenz sich unterscheiden lassen und dass die hier berechneten Ausdifferenzierungen Ähnlichkeiten zu den empirisch ermittelten Dimensionen in anderen gewerblich-technischen Berufen wie Elektroniker/-in für Energie- und Gebäudetechnik und KFZ-Mechatroniker/-in aufweisen (vgl. NICKOLAUS 2011). Inhaltlich bedeutet dies, dass die Auszubildenden unterschiedliche Stärken und Schwächen in den einzelnen Kompetenzbereichen aufweisen können und dass eine einseitige Fokussierung auf Teildimensionen zu Fehleinschätzungen in der Kompetenzausprägung führt. Gleiches gilt für die Unterscheidbarkeit zwischen eher deklarativem Fachwissen und der Anwendungsfähigkeit des Wissens in konkreten Problemsituationen. Eine valide Kompetenzmessung muss diese beiden Aspekte der Fachkompetenz hinreichend abbilden.

Einflussmodelle der Kompetenzentwicklung verdeutlichen die hohe Bedeutung vor allem der mathematischen Kenntnisse und des fachspezifischen Vorwissens auf das spätere Fachwissen. Dieses Ergebnis ist konsistent mit anderen Befunden aus dem gewerblich-technischen Bereich (NICKOLAUS/GSCHWENDTNER/ABELE 2013) und verdeutlicht die hohe Bedeutung mathematisch-technischer Grundkenntnisse für den Kompetenzzuwachs in gewerblich-technischen Berufen. Um Jugendlichen einen erfolgreichen Kompetenzerwerb in gewerblich-technischen Ausbildungsberufen zu ermöglichen, ist eine solide Förderung mathematisch-technischer Kenntnisse bereits in der allgemeinbildenden Schule sinnvoll und erfolgsversprechend.

Ein weiteres wichtiges Ziel des Forschungsprojektes war es, Erkenntnisse zur Relevanz der Lernumgebung hinsichtlich des Kompetenzerwerbs zu generieren. Ein zentrales Ergebnis lautet, dass die durch die Auszubildenden wahrgenommenen Aspekte der Lernumgebung an den beiden Lernorten im Vergleich zu deren kognitiven Voraussetzungen nur eine untergeordnete Rolle spielen. Gleichwohl kann gezeigt werden, wie sich die Merkmale der Lernumgebung auf die intrinsische Motivation auswirken. Hier gibt es Ansatzpunkte für die Formulierung praktischer Hinweise zur lern- und motivati-

onsförderlichen Gestaltung der beiden Lernorte. Allerdings bezieht sich die Beurteilung der Ausbildungsumgebung lediglich auf die Aussagen der Auszubildenden. Ein Abgleich mit den Einschätzungen der Betriebe konnte aus datenschutzrechtlichen Gründen im Rahmen dieses Projektes nicht erfolgen. Systematische Erweiterungen der Erkenntnisse zur Rolle der Lernumgebungen können beispielsweise auch aus den Projekten der ASCOT-Initiative erwartet werden, in denen ebenfalls durch die Auszubildenden eingeschätzte Qualitätsmerkmale der Lernumgebungen erhoben werden.

Obwohl aus theoretischer Perspektive eine enge Beziehung zwischen intrinsischer Motivation und Leistung angenommen werden kann, lässt sich diese in unseren Daten nicht wiederfinden. Als mögliche Ursache dafür wird die Tatsache angesehen, dass die freiwillige Teilnahme und ernsthafte Bearbeitung der Fachtests nicht nur fachliches Wissen und Können widerspiegelt, sondern bereits hier ein nicht zu unterschätzender Anteil intrinsischer Motivation integriert ist. Für weitere Forschungen wäre zu prüfen, in wie weit die Motivation in der Testsituation und die längerfristige Lernmotivation empirisch voneinander getrennt werden können, um differenziertere Aussagen zur Beeinflussbarkeit der Lernmotivation und zur Relevanz der Testmotivation zu machen.

Im Rahmen des Forschungsprojektes fanden sehr umfangreiche Neuentwicklungen psychometrischer Testverfahren statt. Durch die Fachexpertise der Universität Stuttgart konnten für die beiden Berufe Mechatroniker/-in und Fachinformatiker/-in sowohl mehrere schriftliche Paper-Pencil-Tests zur Ermittlung des Fachwissens zu Beginn, in der Mitte und am Ende der Ausbildung als auch computerbasierte Simulationen zur Feststellung der Problemlösefähigkeiten entwickelt und im Rahmen des Projektes umfangreichen Erprobungen zugeführt werden. Mit dem neu entwickelten Instrument zur Erfassung der betrieblichen Ausbildungsqualität scheint insbesondere mit der Berücksichtigung zusätzlicher Qualitätsmerkmale ein wichtiger Schritt unternommen, um die betriebliche Ausbildungsqualität zu beschreiben.

Die genannten Verfahren stehen auch nach Projektabschluss für weitere (Forschungs-) Zwecke zur Verfügung. Sowohl die simulationsbasierten als auch die schriftlichen Testinstrumente haben bei den Lehrkräften Interesse geweckt. So haben einige von Ihnen nachgefragt, ob es möglich wäre, diese zu Übungszwecken im Unterricht einzusetzen. Hier gilt es zu prüfen, wie groß das Interesse der Praxis an den entwickelten Instrumenten ist und in wie weit diese auch nach Abschluss des Projektes genutzt werden können. So wäre von praktischem Interesse, die entwickelten Instrumente unter Prüfungsbedingungen zu erproben. Sie zeigen ferner Alternativen zur Abschätzung informell erworbener Kompetenzen auf.

Für die Forschung ließen sich weitere Fragestellungen entwickeln, die mittels der Testverfahren zur Erfassung berufsfachlicher Kompetenzen geklärt werden könnten. Beispielsweise liegen bereits konkrete Projektplanungen vor, bei denen solche computerbasierten Simulationen im Rahmen einer Interventionsstudie zum Einsatz kommen sollen. Umfassende Validierungsstudien zu den entwickelten Testinstrumenten stehen noch weitgehend aus. Erste Validierungsschritte wurden im Projekt durch eine Kriteriumsvalidierung der Testverfahren an Hand der IHK-Zwischen- und Abschlussprüfungen gegangen und weisen auf eine beachtliche Konvergenz hin. Um die Befunde abzusichern, sind jedoch umfangreichere Datensätze von Nöten.

Veröffentlichungen

DIETZEN, Agnes; LAZAR, Andreas; NICKOLAUS, Reinhold; SCHNITZLER, Annalisa; VELTEN, Stefanie: An explanatory model for the development of professional competences in information technology specialists. 3rd Congress on Research in Vocational Education and Training. Bern, Zollikofen 2013

DIETZEN, Agnes; TSCHÖPE, Tanja; VELTEN, Stefanie: In die Blackbox schauen - Kompetenzen messen, Ausbildungsqualität sichern. In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis 39 (2010) 1, S. 27-30

DIETZEN, Agnes; VELTEN, Stefanie: Der Einfluss betrieblicher Ausbildungsqualität auf die Entwicklung beruflicher Fachkompetenz. 2. Österreichische Berufsbildungsforschungskonferenz. Steyr 2010

DIETZEN, Agnes; VELTEN, Stefanie: Qualität und Kompetenz - Bedingungen und Ergebnisse betrieblicher Ausbildung. In: MARKOWITSCH, Jörg; GRUBER Elke; LASSNIGG, Lorenz (Hrsg.): Turbulenzen auf Arbeitsmärkten und in Bildungssystemen. Beiträge zur Berufsbildungsforschung. Innsbruck 2011, S. 166-179

DIETZEN, Agnes; VELTEN, Stefanie; SCHNITZLER, Annalisa; TSCHÖPE, Tanja; NICKOLAUS, Reinhold; NITZSCHKE, Alexander; GÖNNENWEIN, Annette; LAZAR, Andreas: Einfluss der betrieblichen Ausbildungsqualität auf die Fachkompetenz in ausgewählten Berufen (Zwischenbericht Aqua.Kom). Bonn 2011.

EBBINGHAUS, Margit; TSCHÖPE, Tanja; VELTEN, Stefanie: Qualität betrieblicher Ausbildung - Forschungsstand und Perspektiven, eine Zwischenbilanz. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (2011) Beiheft 25, S. 199-210

GÖNNENWEIN, Annette; LAZAR, Andreas; NITZSCHKE, Alexander; SCHNITZLER, Annalisa; VELTEN, Stefanie: Analyse der Fachkompetenzen – Erklärungsmodell zur Fachkompetenz bei Mechatroniker/-innen und Niveaumodellierung bei Fachinformatiker/-innen. Vortrag anl. der Herbsttagung der Sektion Berufs- und Wirtschaftspädagogik der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaften. Paderborn 2012

GÖNNENWEIN, Annette; NICKOLAUS, Reinhold; SCHNITZLER, Annalisa: Einflüsse der Ausbildungsqualität auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung. Frühjahrstagung der Gesellschaft für empirische Bildungsforschung (GEBF) 2013. Kiel 2013

GÖNNENWEIN, Annette; NITZSCHKE, Alexander; SCHNITZLER, Annalisa: Fachkompetenzerfassung in der gewerblichen Ausbildung am Beispiel des Ausbildungsberufs Mechatroniker/-in - Entwicklung psychometrischer Fachttests. In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis 40 (2011) 5, S. 14-18

GÖNNENWEIN, Annette; SCHNITZLER, Annalisa: Der Einfluss der betrieblichen Ausbildungsqualität auf die Fachkompetenz bei Mechatroniker/-innen. Frühjahrstagung der Sektion Berufs- und Wirtschaftspädagogik der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaften. Aachen 2011

GÖNNENWEIN, Annette; VELTEN, Stefanie: Einfluss der betrieblichen und schulischen Ausbildungsqualität auf die Fachkompetenz. Lehrveranstaltung „Bedingungen und Strukturen beruflichen Lernens“ an der Goethe-Universität in Frankfurt. Frankfurt 2013

GÖNNENWEIN, Annette; VELTEN, Stefanie: Einflüsse der Ausbildungsqualität auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung. Frühjahrstagung der Sektion Berufs-, Wirtschafts- und Technikpädagogik der DGfE. Kassel 2013

LAZAR, Andreas; VELTEN, Stefanie: Der Einfluss der betrieblichen Ausbildungsqualität auf die Fachkompetenz bei Fachinformatiker/-innen. Frühjahrstagung der Sektion Berufs- und Wirtschaftspädagogik der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaften. Aachen 2011

NICKOLAUS, Reinhold; GÖNNENWEIN, Annette; DIETZEN, Agnes; VELTEN, Stefanie: Varianzen von Eingangskompetenzen und berufsfachlichen Kompetenzen - Selektions- und Sozialisierungseffekte. Herbsttagung der Sektion Berufs- und Wirtschaftspädagogik der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaften. Chemnitz 2013

NICKOLAUS, Reinhold u.a.: Einfluss der betrieblichen und schulischen Ausbildungsqualität auf die Fachkompetenzentwicklung. Lehrveranstaltung an der Universität Stuttgart. Stuttgart 2013

SCHNITZLER, Annalisa: To what extent do facets of the learning environment influence apprentices' motivation and learning success? 5th INAP Conference (Konferenztitel: Apprenticeship in a Globalised World: Premises, Promises and Pitfalls). Johannesburg 2013

SCHNITZLER, Annalisa ; NITZSCHKE, Alexander: Einfluss der betrieblichen Ausbildungsqualität auf die Fachkompetenz in ausgewählten Berufen - erste Projektergebnisse. 6. BIBB-Berufsbildungskongress. Berlin 2011

SCHNITZLER, Annalisa; VELTEN, Stefanie: To what extent do facets of the learning environment influence apprentices' motivation and learning success? In: AKOOJEE, Salim; GONON, Philipp; HAUSCHILDT, Ursel; HOFMANN, Christine (Hrsg.): Apprenticeship in a Globalised World: Premises, Promises and Pitfalls. Münster 2013, S. 91-94

VELTEN, Stefanie: Betriebliche und schulische Qualität aus Sicht von Auszubildenden. 17. Hochschultage Berufliche Bildung. Essen 2013

VELTEN, Stefanie: The relevance of the working environment for the development of vocational self-efficacy. European Conference on Educational Research. Istanbul 2013

VELTEN, Stefanie; SCHNITZLER, Annalisa: Inventar zur betrieblichen Ausbildungsqualität (IBAQ). In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik 108 (2012) 4, S. 511-527

VELTEN, Stefanie; SCHNITZLER, Annalisa: Welche Bedeutung hat die Lernumgebung für den Ausbildungserfolg? 3. Österreichische Konferenz für Bildungsforschung. Neue Lernwelten als Chance für alle. Museum Arbeitswelt Steyr 2012.

VELTEN, Stefanie; SCHNITZLER, Annalisa: Welche Bedeutung hat die Lernumgebung für die intrinsische Motivation? In: STOCK, Michaela; DIETZEN, Agnes; LASSNIGG, Lorenz; MARKOWITSCH, Jörg; MOSER, Daniela (Hrsg.): Neue Lernwelten als Chance für alle. Beiträge zur Berufsbildungsforschung. Innsbruck 2013, S. 242-255

Anhang/Literaturverzeichnis

ABELE, Stephan u.a.: Dynamische Problemlösekompetenz - Ein bedeutsamer Prädiktor von Problemlöseleistungen in technischen Anforderungskontexten? In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 15 (2012) 2, S. 363-391

ABELE, Stephan: Modellierung und Entwicklung berufsfachlicher Kompetenz in der gewerblich-technischen Ausbildung. Dissertation. Universität Stuttgart. Stuttgart 2013

ANDERSON, Lorin; KRATHWOHL, David R.: A taxonomy for learning, teaching and assessing, A revision of Bloom`s taxonomy of educational objectives. New York 2001

BADER, Reinhard: Entwicklung beruflicher Handlungskompetenz durch Verstehen und Gestalten von Systemen – Ein Beitrag zum systemtheoretischen Ansatz in der Technikdidaktik. In: Die berufsbildende Schule 43 (1991), S. 441-458

BAETHGE, Martin; ACHTENHAGEN, Frank; ARENDS, Lena; BABIC, Edvin; BAETHGE-KINSKY, Volker; WEBER, Susanne: Berufsbildung-PISA. Machbarkeitsstudie. Stuttgart 2006

BARON-BOLDT, Jutta, SCHULER, Heinz; FUNKE, Uwe: Prädiktive Validität von Schulabschlußnoten: Eine Metaanalyse. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 2 (1988) 2, S. 79-90

BEICHT, Ursula; KREWERTH, Andreas (2008): Ausbildungsqualität in Deutschland aus Sicht der Auszubildenden. Erste Ergebnisse einer Umfrage des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) unter Teilzeitberufsschülern und -schülerinnen. Bonn. Abrufbar unter: <http://www.bibb.de/de/wlk29213.htm>

BLOOM, Benjamin S.; ENGELHART, Max D.; FURST, Edward J.; HILL, Walker H.; KRATHWOHL, David R.: Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich (4. Aufl.). Weinheim 1974

COHEN, Jacob: Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2. Aufl.). Hillsdale 1988

DECI, Edward L.; RYAN, Richard M.: Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: Zeitschrift für Pädagogik 39 (1993) 2, S. 223-238

DIETZEN, Agnes; MONNIER, Moana; TSCHÖPE, Tanja: Soziale Kompetenzen von medizinischen Fachangestellten messen. Entwicklung eines Verfahrens im Projekt CoSMed, Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis 41 (2012) 6, S. 24-28

DÖRNER, Dietrich: Problemlösen als Informationsverarbeitung (3. Aufl.). Stuttgart 1987

EBBINGHAUS, Margit; KREWERTH, Andreas; FLEMMING, Simone; BEICHT, Ursula; EBERHARD, Verena; GRANATO, Mona: BIBB-Forschungsverbund zur Ausbildungsqualität in Deutschland. Abschlussbericht. Bonn 2010. Abrufbar unter: https://www2.bibb.de/tools/fodb/pdf/eb_22202.pdf

EBBINGHAUS, Margit; TSCHÖPE, Tanja; VELTEN, Stefanie: Qualität betrieblicher Ausbildung - Forschungsstand und Perspektiven, eine Zwischenbilanz. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (2011) Beiheft 25, S. 199-210

EULER, Dieter: Qualitätsentwicklung in der Berufsausbildung. Bund-Länder-Kommission (Hrsg.). Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung, Heft 127. Bonn 2005. Abrufbar unter: <http://www.blk-bonn.de/papers/heft127.pdf> (Stand 06.01.2014)

FISSENI, Hermann-Josef: Lehrbuch der psychologischen Diagnostik. Göttingen 2004

FRANKE, Guido: Facetten der Kompetenzentwicklung. Schriftenreihe des Bundesinstituts für Berufsbildung. Bielefeld 2005

FUNKE, Joachim: Problemlösendes Denken. Stuttgart 2003

GEIßEL, Bernd: Ein Kompetenzmodell für die elektrotechnische Grundbildung: Kriteriumsorientierte Interpretation von Leistungsdaten. In: SCHANZ, Heinrich; NICKOLAUS, Reinhold (Hrsg.): Didaktik gewerblich-technischer Berufsbildung. Festschrift für Bernhard Bonz. Baltmannsweiler 2008, S. 121-142

GEIßEL, Bernd; NICKOLAUS, Reinhold; STEFANICA, Florina; HÄRTIG, Hendrik; NEUMANN, Knut: Die Relevanz mathematischer und naturwissenschaftlicher Kompetenzen für die fachliche Kompetenzentwicklung im gewerblich-technischen Berufen. In: NICKOLAUS, Reinhold u.a. (Hrsg.): Mathematisch-naturwissenschaftliche Kompetenzen in der beruflichen Erstausbildung. Stand der Forschung und Desiderata. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik; Beiheft 26, Stuttgart 2013. S. 39-65

GÖNNENWEIN, Annette; NITZSCHKE, Alexander; SCHNITZLER, Annalisa: Fachkompetenzerfassung in der gewerblichen Ausbildung am Beispiel des Ausbildungsberufs Mechatroniker/-in - Entwicklung psychometrischer Fachtests. In: Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis 40 (2011) 5, S. 14-18

GÖNNENWEIN, Annette; VELTEN, Stefanie: Einflüsse der Ausbildungsqualität auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung. Frühjahrstagung der Sektion Berufs-, Wirtschafts- und Technikpädagogik der DGfE. Kassel 2013

GSCHWENDTNER, Tobias: Ein Kompetenzmodell für die kraftfahrzeugtechnische Grundbildung. In: NICKOLAUS, Reinhold; SCHANZ, Heinrich (Hrsg.): Didaktik der gewerblich-technischen Berufsbildung. Diskussion Berufsbildung; Jg. 9) Baltmannsweiler 2008, S. 103-120

GSCHWENDTNER, Tobias: Die Ausbildung zum Kraftfahrzeugmechatroniker im Längsschnitt. Analysen zur Struktur von Fachkompetenz am Ende der Ausbildung und Erklärung von Fachkompetenzentwicklung über die Ausbildungszeit. In: NICKOLAUS, Reinhold; PÄTZOLD, Günter (Hrsg.): Lehr-Lernforschung in der gewerblich-technischen Berufsbildung. Stuttgart 2011, S. 55-76

GSCHWENDTNER, Tobias; ABELE, Stefan; NICKOLAUS, Reinhold: Computersimulierte Arbeitsproben: Eine Validierungsstudie am Beispiel der Fehlerdiagnoseleistung von KFZ-Mechatronikern. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik 105 (2009) 4, S. 556-578

GSCHWENDTNER, Tobias; GEIßEL, Bernd, NICKOLAUS, Reinhold: Förderung und Entwicklung der Fehleranalysefähigkeit in der Grundstufe der elektrotechnischen Ausbildung. In: Berufs- und Wirtschaftspädagogik-online, Ausgabe 13, 2007, URL: http://www.bwpat.de/ausgabe13/gschwendtner_etal_bwpat13.shtml (Stand: 6.2.14)

HACKER, Winfried: Allgemeine Arbeitspsychologie: Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten. Bern 1998

HACKMAN, Richard; OLDHAM, Greg: The Job Diagnostic Survey: An instrument for the diagnosis of jobs and evaluation of job redesign projects. In: Technical Report No. 4. New Haven: Yale University, Department of Administrative Sciences, 1974

HACKMAN, Richard; OLDHAM, Greg: Development of the Job Diagnostic Survey. In: Journal of Applied Psychology 60 (1975) 2, S. 159-170

HARTIG, Johannes: Skalierung und Definition von Kompetenzniveaus. In: KLIEME, Eckhard; BECK, Bärbel (Hrsg.): Sprachliche Kompetenzen. Konzepte und Messung. DESI-Studie (Deutsch Englisch Schülerleistungen International). Weinheim u.a. 2007, S. 83-99

HERSHBERGER, Scott L.: The growth of structural equation modeling from 1994 to 2001. Structural Equation Modeling. A multidisciplinary Journal, 10, (2003) S. 35-47

HU, Litze; BENTLER, Peter M.: Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. In: Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal 6 (1999) 1, S. 1-55

JUNGKUNZ, Dieter: Zufriedenheit von Auszubildenden mit ihrer Berufsausbildung. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik 92 (1996), S. 400-415

KNÖLL, Bernd; GSCHWENDTNER, Tobias; NICKOLAUS, Reinhold; ZIEGLER, Beate: Motivation in der elektrotechnischen Grundbildung. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik 103 (2007) 3, S. 397-415

LEHMANN, Rainer H.; IVANOV, Stanislav; HUNGER, Susanne; GÄNSFUß, Rüdiger: ULME I. Untersuchungen der Leistungen, Motivationen und Einstellungen zu Beginn der beruflichen Ausbildung. Hamburg: Behörde für Bildung und Sport, Amt für Berufliche Bildung und Weiterbildung. Hamburg 2005

LEHMANN, Rainer; SEEBER, Susan: Untersuchung der Leistungen, Motivationen und Einstellungen von Schülerinnen und Schülern in den Abschlussklassen der teilqualifizierenden Berufsfachschulen (ULME III). Behörde für Bildung und Sport, Amt für berufliche Bildung und Weiterbildung. Hamburg 2007

LEHMANN, Rainer; SEEBER, Susan; HUNGER, Susanne: Untersuchung der Leistungen, Motivationen und Einstellungen von Schülerinnen und Schülern in den Abschlussklassen der teilqualifizierenden Berufsfachschulen (ULME II). Behörde für Bildung und Sport, Amt für berufliche Bildung und Weiterbildung. Hamburg 2006

LEHMANN, Rainer; SEEBER, Susan.; HUNGER, Susanne; GÄNSFUß, Rüdiger: ULME I: Untersuchung der Leistungen, Motivationen und Einstellungen zu Beginn der beruflichen Ausbildung. Behörde für Bildung und Sport, Amt für berufliche Bildung und Weiterbildung. Hamburg 2005

LEMPERT, Wolfgang: Berufliche Sozialisation oder Was Berufe aus Menschen machen. Eine Einführung. Baltmannsweiler 1998

NICKOLAUS, Reinhold: Die Erfassung fachlicher Kompetenzen und ihrer Entwicklungen in der beruflichen Bildung - Forschungsstand und Perspektiven. In: ZLOTKIN-TROITSCHANSKAJA, Olga (Hrsg.): Stationen empirischer Bildungsforschung: Traditionslinien und Perspektiven. Wiesbaden 2011, S. 331-351

NICKOLAUS, Reinhold: Kompetenzmessung und Prüfungen in der beruflichen Bildung. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), 107 (2011b) 2, S. 161-173

NICKOLAUS, Reinhold; GEIBEL Bernd; ABELE, Stefan; NITZSCHKE, Alexander: Fachkompetenzmodellierung und Fachkompetenzentwicklung bei Elektronikern für Energie- und Gebäudetechnik im Verlauf der Ausbildung - Ausgewählte Ergebnisse einer Längsschnittstudie. In: NICKOLAUS, Reinhold; PÄTZOLD, Günter (Hrsg.): Lehr-Lernforschung in der gewerblich-technischen Berufsbildung. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW) Beiheft 25. Stuttgart 2011, S. 77-94

NICKOLAUS, Reinhold; GÖNNENWEIN, Annette; DIETZEN, Agnes; VELTEN, Stefanie: Varianzen von Eingangskompetenzen und berufsfachlichen Kompetenzen - Selektions- und Sozialisationseffekte. Herbsttagung der Sektion Berufs- und Wirtschaftspädagogik der Deutschen Gesellschaft für Erziehungswissenschaften. Chemnitz 2013

NICKOLAUS, Reinhold; GSCHWENDTNER, Tobias; ABELE, Stephan: Die Validität von Simulationsaufgaben am Beispiel der Diagnosekompetenz von Kfz-Mechanikern. Vorstudie zur Validität von Simulationsaufgaben im Rahmen eine VET-LSA. Abschlussbericht. Universität Stuttgart. Stuttgart 2009

NICKOLAUS, Reinhold; GSCHWENDTNER, Tobias; ABELE, Stephan: Bringt uns eine genauere Vermessung der erreichten Kompetenzen weiter? Kompetenzmessung, Kompetenzmodelle, Kompetenzstrukturen und erreichte Kompetenzniveaus in der beruflichen Bildung. In: Die berufsbildende Schule, 65 (2013) 2, S. 40-46

NICKOLAUS, Reinhold; GSCHWENDTNER, Tobias; GEIßEL, Bernd: Entwicklung und Modellierung beruflicher Fachkompetenz. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW) 104 (2008) 1, S. 48-73

NICKOLAUS, Reinhold; SEEBER, Susan: Berufliche Kompetenzen: Modellierungen und diagnostische Verfahren. In: FREY, Andreas; LISSMANN, Urban; SCHWARZ, Bernd: Handbuch Berufspädagogische Diagnostik. Weinheim und Basel 2013, S. 155-180

NICKOLAUS, Reinhold u.a.: Erklärungsmodelle zur Kompetenz- und Motivationsentwicklung bei Bankkaufleuten, Kfz-Mechatronikern und Elektronikern. In: SEIFRIED, Jürgen u.a. (Hrsg.): Lehr-Lernforschung in der kaufmännischen Berufsbildung - Ergebnisse und Gestaltungsaufgaben. Stuttgart 2010, S. 73-87

NICKOLAUS, Reinhold u.a.: Fachspezifische Problemlösefähigkeit in gewerblich-technischen Ausbildungsberufen - Modellierung, erreichte Niveaus und relevante Einflussfaktoren. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik 108 (2012) 2, S. 243-271

RAUNER, Felix; HAASLER, Bernd; HEINEMANN, Lars; GROLLMANN, Philipp: Messen beruflicher Handlungskompetenz. Band 1: Grundlagen und Konzeption des KOMET-Projektes. Bremen 2008

PRENZEL, Manfred; ARTELT, Cordula; BAUMERT, Jürgen; BLUM, Werner; HAMMANN, Marcus; KLIEME, Eckhard; PEKRUN, Reinhard: PISA 2006 in Deutschland. Die Kompetenzen der Jugendlichen im dritten Ländervergleich. Zusammenfassung. 2008. URL: http://pisa.ipn.uni-kiel.de/Zusfsg_PISA2006_national.pdf (Stand: 6.2.14)

PRENZEL, Manfred; DRECHSEL, Barbara; KRAMER, Klaudia: Lernmotivation im kaufmännischen Unterricht: Die Sicht von Auszubildenden und Lehrkräften. In: BECK, KLAUS; DUBS, Rolf: Kompetenzentwicklung in der Berufserziehung. Kognitive, motivationale und moralische Dimensionen kaufmännischer Qualifizierungsprozesse. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik. Beiheft 14. Stuttgart 1998, S. 169-187

PRENZEL, Manfred; KIRSTEN, Alexandra; DENGLER, Petra; ETTLE, Roland; BEER, Thomas: Selbstbestimmt motiviertes und interessiertes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung. In: BECK, Klaus; HEID, Helmut (Hrsg.): Lehr- Lern- Prozesse in der kaufmännischen Erstausbildung – Wissenserwerb, Motivierungsgeschehen und Handlungskompetenzen. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik Beiheft 13. Stuttgart 1996, S. 109-127

REINECKE, Jost: Strukturgleichungsmodelle in den Sozialwissenschaften. Wien 2005

ROST, Jürgen: Lehrbuch Testtheorie-Testkonstruktion. Bern 2004

ROTH, Heinrich: Pädagogische Anthropologie Bd. II. Entwicklung und Erziehung. Hannover 1971

SCHNITZLER, Annalisa ; NITZSCHKE, Alexander: Einfluss der betrieblichen Ausbildungsqualität auf die Fachkompetenz in ausgewählten Berufen - erste Projektergebnisse. 6. BIBB-Berufsbildungskongress. Berlin 2011

SCHNITZLER, Annalisa; VELTEN, Stefanie: To what extent do facets of the learning environment influence apprentices' motivation and learning success? In: AKOOJEE, Salim; GONON, Philipp; HAUSCHILDT, Ursel;

HOFMANN, Christine (Hrsg.): Apprenticeship in a Globalised World: Premises, Promises and Pitfalls. Münster 2013, S. 91-94

SEEBER, Susan: Ansätze zur Modellierung beruflicher Fachkompetenz in kaufmännischen Ausbildungsberufen. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 104 (2008) 1, S. 74-97

SEEBER, Susan u.a.: Kompetenzdiagnostik in der Berufsbildung - Begründung und Ausgestaltung eines Forschungsprogramms. In: Beilage zu BWP 39 (2010) 1

STAMM, Margrit: Zur Rolle des Betriebes beim Ausbildungsabbruch. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 108 (2012) 1, S. 18-27

VELTEN, Stefanie; SCHNITZLER, Annalisa: Inventar zur betrieblichen Ausbildungsqualität (IBAQ). In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik 108 (2012) 4, S. 511-527

VELTEN, Stefanie; SCHNITZLER, Annalisa: Welche Bedeutung hat die Lernumgebung für den Ausbildungserfolg? 3. Österreichische Konferenz für Bildungsforschung. Neue Lernwelten als Chance für alle. Museum Arbeitswelt Steyr 2012.

VELTEN, Stefanie; SCHNITZLER, Annalisa: Welche Bedeutung hat die Lernumgebung für die intrinsische Motivation? In: STOCK, Michaela; DIETZEN, Agnes; LASSNIGG, Lorenz; MARKOWITSCH, Jörg; MOSER, Daniela (Hrsg.): Neue Lernwelten als Chance für alle. Beiträge zur Berufsbildungsforschung. Innsbruck 2013, S. 242-255

WEINERT, Franz E.: Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: WEINERT, Franz E. (Hrsg.): Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim und Basel 2001, S. 17-31

WEIß, Rudolf H.: Grundintelligenztest Skala 2 - Revision - (CFT 20-R). Göttingen 2006

WINTHER, Esther: Kompetenztests für die kaufmännische Erstausbildung. Folien zum Vortrag auf der Tagung der Arbeitsgruppe für empirische pädagogische Forschung. Kiel 2008

WINTHER, Esther; ACHTENHAGEN, Frank: Kompetenzstrukturmodell für die kaufmännische Bildung. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik 104 (2008) 4, S. 511-538

WINTHER, Esther; ACHTENHAGEN, Frank: Skalen und Stufen kaufmännischer Kompetenz. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 105 (2009a) 4, S. 521-556

WINTHER, Esther; ACHTENHAGEN, Frank: Simulationsaufgaben als innovatives Testverfahren für Industriekaufleute im Rahmen eines VET-LSA. In: Wirtschaft und Erziehung, 61 (2009b) 10, S. 317-325

ZIMMERMANN, Matthias; WILD, Klaus-Peter; MÜLLER, Wolfgang: Das „Mannheimer Inventar zur Erfassung betrieblicher Ausbildungssituationen“. (MIZEBA) In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), 95. Bd., H. 3, 1999, S. 373-402