

Entwicklung und Modellierung beruflicher Fachkompetenz in der gewerblich-technischen Grundbildung

KURZFASSUNG: In diesem Beitrag¹ werden (1) Entwicklungen beruflicher Fachkompetenz(en) sowie relevante Prädiktoren dieser Entwicklungen und (2) Überlegungen zur Modellierung beruflicher Fachkompetenzen und erste Ergebnisse deren empirischer Überprüfung vorgestellt. Die Prüfung der Dimensionalität und Graduierung der Modellierung erfolgt für die Kfz-Grundbildung im Rückgriff auf Item-Response-Modelle. Für die Fehleranalysefähigkeit (Problemlösefähigkeit) im Bereich der elektrotechnischen Grundbildung wird ein hypothetisches Modellkonstrukt präsentiert, das im Anschluss an fünf empirische Untersuchungen zur Entwicklung und zur Förderung der Fehleranalysefähigkeit generiert wurde. Entwicklungen beruflicher Fachkompetenz werden auf der Basis klassischer Testtheorie für die Grundbildung von Kfz-Mechatronikern und Elektronikern für Energie- und Gebäudetechnik aufgezeigt. Neben dem üblicherweise dominanten Prädiktor des Vorwissens werden auch die kognitiven Grundfähigkeiten (IQ), zentrale Basiskompetenzen (Mathematik, Lesen), die Ausbildungsform (vollzeitschulisch vs. dual), schulische und betriebliche Ausbildungsqualitäten und die Motivation als relevante Einflussfaktoren zur Varianzaufklärung des Lernerfolgs in die Analysen einbezogen.

ABSTRACT: This paper firstly presents developments of vocational and occupational competencies as well as the relevant predictors for these competencies. Secondly, reflections on the modelling of vocational and occupational competencies including first results of its empirical testing are addressed. In case of the car-mechatronics basic education the testing of the dimensionality and gradation of the modelling are based on item response models. Regarding trouble shooting skills (problem solving) in electricians basic education a hypothetical model is presented which was generated on the basis of five empirical studies dealing with the development and improvement of trouble shooting skills. Developments of vocational and occupational competencies are presented in recourse to classical testing theory related to the basic education of car-mechatronics and electrical fitters. Besides pre-knowledge, which usually is the dominant predictor, other predictors such as the basic cognitive abilities (IQ), central basic competencies (mathematics, reading), the type of training (full-time schooling vs. dual system), quality of training in school and companies and the motivation are considered as relevant influencing factors to explain the variance of learning success.

1. Ausgangsproblematik und Forschungsstand

Unser Wissen zu den *Prädiktoren beruflicher Fachkompetenz* ist nach wie vor unbefriedigend. Ebenso unbefriedigend stellt sich über weite Strecken die Modellierung beruflicher Fachkompetenz dar. Zwar häufen sich gegenwärtig Beiträge und Anstrengungen zur Kompetenzmodellierung², doch stehen wir wohl noch am Anfang eines länger andauernden Entwicklungsprozesses. Vor diesem Hintergrund

- 1 Der Beitrag baut auf dem von der DFG geförderten Projekt (Ni 606/3-1) „Einflüsse betrieblicher und schulischer Ausbildungsvarianten auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung“ auf.
- 2 Beispielhaft angeführt sei die von Seiten der AGBFN am 5./6.11.07 durchgeführte Tagung „Theorie und Praxis der Kompetenzfeststellung im Betrieb – Status quo und Entwicklungsbedarf“, die von LEHMANN/SEEBER (2007) im Rahmen von ULME vorgelegten Untersuchungsergebnisse und die Aktivitäten des geplanten VET-LSA (Berufsbildungs-PISA) (BAETHGE U.A. 2006).

scheint es zweckmäßig, die Forschungsanstrengungen nicht allein auf die Kompetenzmodellierung auszurichten und erst auf der Basis abgesicherter Modellierungen mit Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung zu beginnen, sondern beide Forschungsstränge miteinander zu verknüpfen.

Zu den *Prädiktoren der Wissensentwicklung* als einem Aspekt der Fachkompetenz liegen relativ gut abgesicherte Aussagen zur herausragenden Rolle des Vorwissens für den weiteren Lernerfolg vor (DOCHY 1992; HELMKE/WEINERT 1997; NICKOLAUS/HEINZMANN/KNÖLL 2005; NICKOLAUS/KNÖLL/GSCHWENDTNER 2006), des Weiteren erweisen sich Qualitätsindikatoren der Ausbildung als bedeutsam. Hinweise zu Zusammenhängen zwischen *Ausbildungsqualitäten und Effekten in der betrieblichen Ausbildung* geben primär die in den 70er und 80er Jahren entstandenen Sozialisationsstudien, in welchen allerdings nicht die Entwicklung der Fachkompetenz, sondern *Ausschnitte* der Sozialkompetenz (Moralische Urteilsfähigkeit, Wahrnehmung sozialer Ungleichheit, Kontrollbewusstsein etc.) in den Blick genommen wurden (HÄFELI/KRAFT/SCHALLBERGER 1988; HOFF/LEMPERT/LAPPE 1991; KÄRTNER/OTTO/WAHLER 1985; MAYER u.a. 1981). Speziell zur moralischen Urteilsfähigkeit liegen auch neuere Untersuchungen von BECK u.a. vor (vgl. BECK u.a. 1996, 1998, 2000). Erfasst wurden in diesen Studien z.T. sowohl „objektive“ Qualitätsindikatoren (wie z.B. Systematik, Vorhandensein hauptberuflichen Ausbildungspersonals) als auch von Seiten der Auszubildenden wahrgenommene Qualitätsmerkmale (wie z.B. Anregungsgehalt übertragener Aufgaben, Führungsverhalten des Ausbilders, subjektive Wahrnehmung der Arbeits- und Ausbildungssituation, Handlungsspielräume, Kommunikations- und Kooperationsmöglichkeiten). Bezogen auf die soziale Kompetenzentwicklung erweisen sich folgende Qualitätsmerkmale als relevant: Berufliches Qualifikationsniveau, Sach- vs. Personenbezug des Berufs, Gestaltungsfreiräume, subjektive Bewertungen der Arbeits- und Ausbildungssituation, Anforderungsgehalt der Arbeit, Konfrontation mit Konflikten, Kommunikations- und Kooperationsmöglichkeiten, Verantwortungsübernahme etc. (HÄFELI/KRAFT/SCHALLBERGER 1988; HOFF/LEMPERT/LAPPE 1991; KÄRTNER/OTTO/WAHLER 1985; MAYER u.a. 1981).

Ob sich die hier ausgewiesenen Bedingungen auch für die Entwicklung fachlicher Kompetenz als relevante Prädiktoren erweisen, ist für die gewerblich-technische Berufsbildung nicht systematisch untersucht. Während in beruflichen Anforderungssituationen von Kaufleuten insbesondere bei kommunikativen Kompetenzen Parallelitäten zwischen sozialer und fachlicher Kompetenzentwicklung in größerem Umfang nahe liegend scheinen, deuten für den gewerblich-technischen Bereich leicht rückläufige bzw. stagnierende Sprachkompetenzen (HÄFELI/KRAFT/SCHALLBERGER 1988) und erhebliche Unterschiede zwischen kaufmännischen und gewerblichen Auszubildenden im Konfliktverhalten (MAYER u.a. 1981) auf domänenspezifische Unterschiede in den Bedingungsmerkmalen und Entwicklungsverläufen hin. Generell ist davon auszugehen, dass je nach Persönlichkeitsmerkmal andere Bedingungen relevant werden. Besondere Bedeutung kommt nach den Ergebnissen von HÄFELI/KRAFT/SCHALLBERGER (1988) allerdings den subjektiven Wahrnehmungen der Arbeits- und Ausbildungssituation zu. Die Studie von HOFF/LEMPERT/LAPPE (1991) weist in diesem Zusammenhang insbesondere die wahrgenommenen Tätigkeits- und Entscheidungsspielräume als übergreifende Prädiktoren aus.

Zu den *qualitativen Merkmalen des schulischen Unterrichts* sind einerseits übergreifende Erkenntnisse zu berücksichtigen, in welchen u.a. Adaptivität, Klarheit, Strukturiertheit, bedarfsgerechte Unterstützung, Lernklima etc. als wichtige Prä-

diktoren des Lernerfolgs ausgewiesen sind (HELMKE 2004; HELMKE/WEINERT 1997). Andererseits kann auf Arbeiten zurückgegriffen werden, die im Kontext beruflicher Ausbildung entstanden. Für den kaufmännischen Bereich erbrachten hier verschiedene Arbeiten, die vor allem im Zuge des DFG-Schwerpunktprogramms zur kaufmännischen Erstausbildung durchgeführt wurden, wesentliche Aufschlüsse (BECK/DUBS 1998; BECK/HEID 1996). Im gewerblich-technischen Feld³ bieten u.a. verschiedene Arbeiten aus München (zusammenfassend siehe NICKOLAUS/RIEDL/SHELLEN 2005) und eigene Vorarbeiten Anschlussmöglichkeiten (NICKOLAUS 2005; NICKOLAUS/BICKMANN 2002; NICKOLAUS/HEINZMANN/KNÖLL 2005; NICKOLAUS/ZIEGLER 2005). Im kaufmännischen Bereich verweisen die Arbeiten von SEMBILL u.a. auf gewichtige qualitätsrelevante Implikationen methodischer Entscheidungen. Referiert wurden deutliche Vorteile selbstgesteuerten Lernens gegenüber traditionellen (direktiven) Erarbeitungsformen im Hinblick auf die Kompetenzentwicklung und das Interaktionsgeschehen (u.a. im Hinblick auf das Aufwerfen tiefergehender Fragen) im Unterricht (SEMBILL u.a. 1998). WUTTKE berichtet im Rekurs auf den gleichen Datensatz (bezogen auf die Analyse von 20h eines schülerzentrierten Unterrichts) von signifikanten Zusammenhängen zwischen dem Aufwerfen tiefergehender Begründungsfragen und dem Lernerfolg (vgl. WUTTKE 2005; NIEGEMANN 2004; SEMBILL/GUT-SEMBILL 2004). SEIFRIED dokumentiert u.a. Vorteile schülerzentrierten Unterrichts im Hinblick auf das Erleben der Lehr-Lernsituationen der Schüler in verschiedener Hinsicht (Mitgestalten, Motivation). Befürchtete Nachteile schwächerer Schüler in offenen Lernsituationen lassen sich in dieser Untersuchung nicht bestätigen (SEIFRIED 2004). Aufschlüsse zu unterschiedlichsten, auch leistungsrelevanten Bedingungsfaktoren in der schulischen und betrieblichen Ausbildung geben z.B. BECK u.a. 1996, 1998; PRENZEL u.a. 1996, 1998 sowie SEMBILL u.a. 1998. Zu den hier verfolgten Forschungsperspektiven kommt insbesondere den motivationalen Bedingungsfaktoren Relevanz zu, die in der Regel im betrieblichen Teil der Ausbildung von Seiten der Lernenden als günstiger wahrgenommen werden (PRENZEL u.a. 1996, 1998; SEMBILL/SCHEJA 2003). Zur *wechselseitigen Abhängigkeit schulischer und betrieblicher Ausbildung* bzw. der Verarbeitung der Lehrangebote beider Lehrorte durch die Auszubildenden geben jedoch auch diese Studien keinen Aufschluss.

Auch die zahlreichen in den letzten Jahrzehnten entstandenen Arbeiten zur Koordination und Kooperation betrieblicher und schulischer Ausbildung geben letztlich keinen befriedigenden Aufschluss zu den Effekten mehr oder weniger abgestimmter Lehr-Lernprozesse. Dokumentiert werden in den vorliegenden Arbeiten trotz zahlreicher Modellversuche nach wie vor bestehende Probleme, schulische und betriebliche Lehr-Lernprozesse systematisch abzustimmen (EULER/BERGER 1999; EULER 2004a und b; PÄTZOLD 1995; PÄTZOLD/DREES/THIELE 1998; WALDEN/BRANDES 1995). Sieht man von Ausnahmereischeinungen umfangreich angelegter Koordinations- und Kooperationsprozesse in betriebshomogenen Berufsschulklassen ab, wie sie z. T. für Großbetriebe gebildet werden, dann bleibt es den Lernenden weitgehend allein überlassen, schulische und betriebliche Lehrangebote/Lerngelegenheiten aufeinander zu beziehen, ohne dass dafür notwendige Stützfunktionen durch Ausbilder und Lehrer gesichert sind (PÄTZOLD 1995; PÄTZOLD/DREES/THIELE 1998; ROSS 1993).

3 Die meisten Arbeiten zur Fachkompetenzentwicklung im gewerblich-technischen Bereich liegen für die elektrotechnische Ausbildung vor, weniger bearbeitet ist der Metallbereich, zum Baubereich siehe BÜNNING 2007 und WÜLKER 2004.

Inwieweit es den Lernenden unter diesen Bedingungen gelingt, Bezüge zwischen den Lehrangeboten herzustellen und damit für die eigene Kompetenzentwicklung fruchtbar zu machen, harret der Klärung (NICKOLAUS/SCHELTEN/SEMBILL 2005, S. 11; vgl. auch SEIFRIED/SEMBILL/NICKOLAUS/SCHELTEN 2005).

KNÖLL (2007, S. 346) kann allerdings zeigen, dass die Wahrnehmung von inhaltlichen Bezügen betrieblicher und schulischer Ausbildung durch die Auszubildenden positiv mit der Entwicklung der Fehleranalysefähigkeit in elektrotechnischen Systemen korreliert. Vor diesem Hintergrund wäre zu erwarten, dass bezogen auf diesen Kompetenzaspekt in vollzeitschulischen Ausbildungsgängen und in betriebshomogenen Klassen günstigere Lernvoraussetzungen gegeben sind als in dualen, durch Betriebsheterogenität gekennzeichneten Klassen. Die vorliegenden Arbeiten zu diesem Themenkomplex stammen überwiegend aus den 70er und 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts und entstanden im Kontext der Einführung des Berufsgrundbildungsjahres bzw. der einjährigen Berufsfachschulen (BUNK 1989; BUNK U.A. 1989; HÖHN 1980; HÖHN U.A. 1983; MÜNCH U.A. 1976; ROTHGÄNGEL 1991).

Während vollzeitschulischen Ausbildungsvarianten häufig Praxisferne und Modernitätsrückstände in der technischen Ausstattung zugeschrieben werden (vgl. z.B. HÖHN 1980, S. 36), verbunden mit Nachteilen im Erwerb fachlicher Fähigkeiten und sozialem Kompetenzerwerb (HAHN 1997, S. 28), erwartete man von schulischen Ausbildungsgängen eine systematische, die kleinbetrieblichen Qualitätsschwankungen ausgleichende Ausbildung. HÖHN U.A. (1983) kamen in einer auch methodisch befriedigenden Vergleichsuntersuchung des schulischen und dual-kooperativen BGJ, die in den Berufsfeldern Metall und Elektro durchgeführt wurde, zum Ergebnis signifikanter Leistungsvorteile der dual-kooperativen Form des BGJ. Als praktisch bedeutsam beurteilen sie die Unterschiede in der Fachpraxis (Metall + Elektro), der Fachkunde (Metall) und in Chemie (Elektro). Erklärt werden die Unterschiede von den Autoren primär durch quantitative und qualitative Varianzen der betrieblichen Ausbildung (ebd., S. 431 f.). Duale Teilzeitvarianten waren in diese Untersuchung nicht einbezogen. BUNK U.A. (1989) bezogen zwar die duale Teilzeitvariante ein und berücksichtigten weitere Berufsfelder (Holztechnik, kaufmännisch-verwaltend etc.), beschränkten sich jedoch wegen des politischen Entscheidungsdrucks auf eine Querschnittuntersuchung und reduzierten damit zugleich ihre Aussagemöglichkeiten. Gleichwohl gibt diese äußerst breit angelegte Untersuchung zahlreiche Hinweise, die für die Hypothesengenerierung bedeutsam scheinen. Als besonders relevant erachten wir, dass sich im industriellen und handwerklichen Bereich, vermutlich moderiert über Selektionsprozesse und Ausbildungsqualitäten⁴, unterschiedliche Organisationsformen der Ausbildung (duale Ausbildung, kooperatives BGJ, schulisch-freiwilliges und schulisch-verpflichtendes BGJ) hinsichtlich je verschiedener Kompetenzaspekte als vorteilhaft erwiesen und sich keine Organisationsform der anderen als prinzipiell überlegen darstellte, Auszubildende mit höherwertigen formalen Schulabschlüssen in ihrer Leistungsentwicklung weniger von der Organisationsform abhängig scheinen als Hauptschüler, wobei Hauptschüler vor allem von systematischen Ausbildungsformen profitieren und im Berufsfeld Wirtschaft und Verwaltung im Kontrast zum gewerblich-technischen Bereich die besten Ergebnisse

4 Im gewerblich-technischen Bereich zeigen vorliegende Untersuchungen erhebliche Unterschiede der Eingangsvoraussetzungen der Auszubildenden im industriellen und handwerklichen Bereich sowie substantielle Unterschiede der betrieblichen Ausbildungsqualitäten (KNÖLL/GSCHWENDTNER/NICKOLAUS 2006; MAYER U.A. 1981; PÄTZOLD/DREES 1989).

in allen Prüfungsteilen im Teilzeitbereich erzielt wurden (BUNK u.A. 1989; ROTHGÄNGEL 1991, S. 202 ff., 222 ff.).

ROTHGÄNGEL verweist darüber hinaus auf problematische Motivationsverläufe, insbesondere im BGJ-freiwillig, in das primär Auszubildende ohne Vorvertrag einmünden (ROTHGÄNGEL 1991, S. 188 f.), eine Situation, die gegenwärtig verstärkt in der Berufsfachschule zu beobachten ist.

Zu berücksichtigen bleibt, dass neuere, breit angelegte Untersuchungen zur Motivationsentwicklung erhebliche, berufsspezifisch variierende Motivationsentwicklungen dokumentieren (SEMBILL/SCHJEJA 2003), wobei die Ausbildungsqualitäten jedoch nicht kontrolliert wurden.

In einer eigenen Untersuchung bei Elektroinstallateuren (NICKOLAUS/HEINZMANN/KNÖLL 2005) bestätigten sich für die Entwicklung des deklarativen und prozeduralen Wissens Vorteile der vollzeitschulischen Berufsgrundbildungsform (in Baden-Württemberg länderspezifisch umgesetzt in Form der einjährigen Berufsfachschule für Elektrotechnik (BFS)) gegenüber der Teilzeitvariante zumindest in einem Berufsfeld. In einer Regressionsanalyse, die insgesamt eine Varianzaufklärung der Wissensentwicklung zum Zeitpunkt des Zwischentests von 61,6 % erbringt, trägt die Organisationsform nach dem Vorwissen an zweiter Stelle mit ca. 10,5 % zur Varianzaufklärung bei. Bei der Problemlösefähigkeit, operationalisiert über die Fähigkeit in elektrotechnischen Systemen Fehler zu analysieren, ergeben sich jedoch tendenziell eher Vorteile der Teilzeitvariante (ebd. S. 68 ff.).

Diese eher inkonsistente Befundlage verdeutlicht einerseits substantielle Effekte der Ausbildungsform, verweist andererseits jedoch auch auf kompetenz- und bereichsspezifische Differenzen und auf die Relevanz der Vorbildung der Lernenden.

Im Anschluss an die ernüchternden Befunde aus den PISA-Studien wurde bezogen auf den letzten Aspekt verschiedentlich gar unterstellt, ein substantieller Anteil der Absolventinnen und Absolventen könne den Ansprüchen einer beruflichen Bildung nicht genügen⁵. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob und inwieweit die mathematischen und sprachlichen Basiskompetenzen tatsächlich den Lernerfolg in der Berufsausbildung bestimmen. Die Ergebnisse aus ULME stützen die Vermutung praxisbedeutsamer Zusammenhänge zwischen basalen Fähigkeiten und der Ausbildung von Fachkompetenz (LEHMANN/SEEGER 2007; LEHMANN/SEEGER/HUNGER 2006). In eigenen (qualitativen) Analysen zur Kompetenzentwicklung Schwächerer in der elektrotechnischen Ausbildung erweisen sich vor allem mathematische Defizite als schwer überwindbare Barrieren der Fachkompetenzentwicklung (NICKOLAUS/ZIEGLER 2005; THIELE 2000).

Zu den Einflüssen kognitiver Grundfähigkeiten (IQ) auf die Kompetenzentwicklung besteht zumindest insoweit Konsens, dass diese Grundfähigkeiten bedeutsame Einflüsse für den Wissenserwerbsprozess darstellen. Zu berücksichtigen bleibt, dass überdurchschnittliches Vorwissen Defizite in der allgemeinen Intelligenz kompensieren kann, aber nicht umgekehrt (STERN 2001). In eigenen Studien geht die Intelligenz in Regressionsanalysen primär bei der Problemlösefähigkeit als Prädiktor ein (GSCHWENDTNER/GEISSEL/NICKOLAUS 2007; NICKOLAUS/HEINZMANN/KNÖLL 2005; NICKO-

5 Vergleiche z. B. die Leitlinien zur Modernisierung und Strukturverbesserung der beruflichen Bildung, die von einem von 2006 durch Bundesbildungsministerin SCHAVAN einberufenen Innovationskreis Berufliche Bildung erarbeitet wurden (ZBW, 103. Bd. (2007), 4, S. 560 – 568).

LAUS/KNÖLL/GSCHWENDTNER 2006). Positive Korrelationen bestehen jedoch auch zur Wissensentwicklung.

Zur *Modellierung beruflicher Fachkompetenz* stehen wir noch am Anfang (im Überblick BREUER 2006). Die umfangreichsten und forschungsmethodisch elaboriertesten Studien führten LEHMANN und SEEBER in Zusammenarbeit mit TRAMM u.a. im Rahmen von ULME durch. Entwickelt wurden in diesem Kontext Fachleistungstests für 17 Berufe, für die im Rückgriff auf die probabilistische Testtheorie größtenteils Raschskalierungen vorgenommen werden konnten (LEHMANN/SEEBER 2007). Offen bleibt bei diesen Modellierungen allerdings die Frage, welche Anforderungsmerkmale geeignet sind, die Niveaustufen empirisch abzusichern. Präsentiert werden stattdessen Ankeraufgaben für die verschiedenen Niveaustufen mit Erläuterungen für deren Anforderungscharakter. Elaboriert beschrieben ist der Modellierungsprozess beispielhaft für kaufmännische Ausbildungsberufe in SEEBER (2008). Alle anderen Modellierungsvorstellungen zu beruflicher Fachkompetenz wurden soweit uns bekannt noch keiner empirischen Überprüfung unterzogen. In diesem Beitrag wird eine Modellierung für das Fachwissen von Kfz-Mechatronikern präsentiert sowie ein empirisch begründeter Modellierungsentwurf für die Fehleranalysefähigkeit von Elektronikern vorgestellt.

2. Zentrale Fragestellungen und Anlage der Untersuchung

Im Mittelpunkt der von der DFG geförderten Untersuchung „Einflüsse betrieblicher und schulischer Ausbildungsvarianten auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung“ steht das Ziel, zur Klärung folgender Fragen beizutragen:

- a) Welchen Einfluss nehmen organisatorische Gestaltungsvarianten beruflicher Grundbildung in verschiedenen Domänen, vermittelt über die dort realisierten Ausbildungsqualitäten, auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung?
- b) Welche Zusammenhänge bestehen zwischen organisatorischen Gestaltungsvarianten, Ausbildungsqualitäten, methodischen Grundentscheidungen, den Lernvoraussetzungen der Lernenden und deren Kompetenz- und Motivationsentwicklung?
- c) gibt es domänenspezifische Zusammenhänge zwischen Ausbildungsberufen, methodischen Grundentscheidungen und Organisationsformen einerseits und der Kompetenzentwicklung andererseits?

Bezogen auf die Fragen a) – c) beschränken wir uns in diesem Beitrag darauf (1) Ergebnisse vorzustellen, die Aufschluss dazu geben, ob und inwieweit sich

- die Organisationsform der Ausbildung,
- schulische und betriebliche Ausbildungsqualitäten,
- fachspezifisches Vorwissen,
- Basiskompetenzen und
- kognitive Grundfähigkeiten (IQ)

als relevante Prädiktoren des deklarativen und prozeduralen Fachwissens⁶ in der elektrotechnischen und kraftfahrzeugtechnischen Grundbildung erweisen.

6 Auf den Einbezug der Problemlösefähigkeit wird hier aus Raumgründen verzichtet.

- (2) Des Weiteren nehmen wir eine raschbasierte Modellierung des Fachwissens der Kraftfahrzeugmechaniker zum Zeitpunkt des Abschlusstests vor und präsentieren einen empirisch begründeten Vorschlag zur Modellierung der Fehleranalysefähigkeiten von Elektronikern.

Während wir theoriekonform positive Beiträge des Vorwissens (Basiskompetenzen und fachspezifisches Vorwissen), der kognitiven Grundfähigkeiten, Selbstbestimmter Motivationsvarianten (introjiert/interessiert) und einer Reihe schulischer und betrieblicher Qualitätsindikatoren (Adaptivität, Klarheit, soziale Einbindung, Kompetenzerleben, Klima, inhaltliches Interesse der Lehrenden) für die Kompetenzentwicklung erwarten, sind die Einflüsse der Organisationsform schwerer abschätzbar. Zu vermuten wäre im Anschluss an die Eingangs dargestellte Befundlage, dass sich in Abhängigkeit von den betrachteten Kompetenzaspekten und gegebenenfalls auch berufsspezifisch die eine oder andere Organisationsform als vorteilhaft erweist.

Das Forschungsprojekt wurde im Schuljahr 2006/07 im Großraum Stuttgart in der Grundstufe der elektrotechnischen und kraftfahrzeugtechnischen Berufsausbildung durchgeführt. Die Datenerfassung erfolgte zu fünf Messzeitpunkten (vgl. Abb. 1).

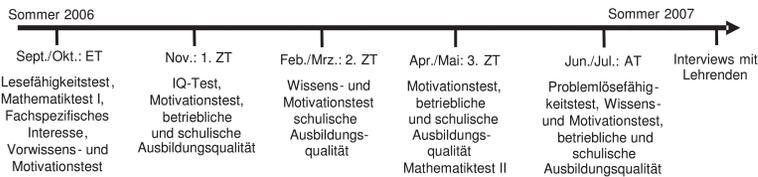


Abbildung 1: Zeitpunkte der Datenerfassung

Als Instrumente kamen zum Einsatz: (1) selbstentwickelte und erprobte Fachleistungstests zum deklarativen und prozeduralen Wissen und zur Problemlösefähigkeit, (2) der CFT 3 (WEISS 1999) zur Erfassung kognitiver Grundfähigkeiten, (3) Mathematik- (LAU) und Lesekompetenztests (Gates-MacGinitie), (4) Instrumentarien zur Erfassung der Motivation, motivationaler Bedingungen (PRENZEL U.A.) sowie des fachspezifischen Interesses (SCHIEFELE U.A. 1993; berufliche Adaption) und (5) das Mannheimer Inventar zur Erfassung betrieblicher Ausbildungssituationen (ZIMMERMANN/WILD/MÜLLER 1999), das für die schulpraktische Ausbildung adaptiert wurde und verschiedene Skalen zur Unterrichtsgüte (Überforderung/Adaptivität, Klarheit) im Anschluss an PRENZEL. Die Güte der Instrumente ist durchgängig gut bis befriedigend.

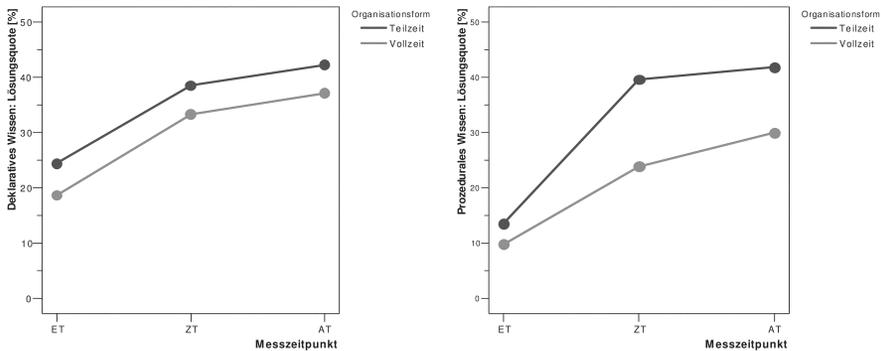
Stichprobe:

In die Untersuchung waren 203 Auszubildende des Berufs Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik (9 Klassen, 5 Voll- und 4 Teilzeitklassen) und 286 Auszubildende des Berufs Kfz-Mechatroniker (11 Klassen, 7 Vollzeit- und 4 Teilzeitklassen) einbezogen. Während in die Teilzeitklassen ausschließlich Auszubildende einmünden, die über einen Lehrvertrag verfügen, verfügt in den Vollzeitklassen (1jährige Berufsfachschule) nur ein Teil der Auszubildenden über Vorverträge. Die in dualer Variante ausgebildeten Kfz-Mechatroniker absolvieren ihre Ausbildung ausschließlich in Großbetrieben der Industrie.

3. Die Entwicklung des deklarativen und prozeduralen Wissens und relevante Prädiktoren

Wie aus den beiden folgenden Schaubildern deutlich wird, führen Selektionsprozesse bereits zu deutlich unterschiedlichen kognitiven Eingangsvoraussetzungen der in der schulischen und dualen Variante ausgebildeten Lehrlinge. Während dies im Kfz-Bereich zu erwarten war, da die großen Industrieunternehmen traditionell gute Auswahlmöglichkeiten besitzen, überrascht diese Differenz bei den Elektronikern, da vier Jahre zuvor noch keine nennenswerten Unterschiede feststellbar waren (NICKOLAUS/HEINZMANN/KNÖLL 2005).

Elektroniker: Stand deklarativen und prozeduralen Wissens (ET, ZT, AT)



Kfz-Mechatroniker: Stand deklarativen und prozeduralen Wissens (ET, ZT, AT)

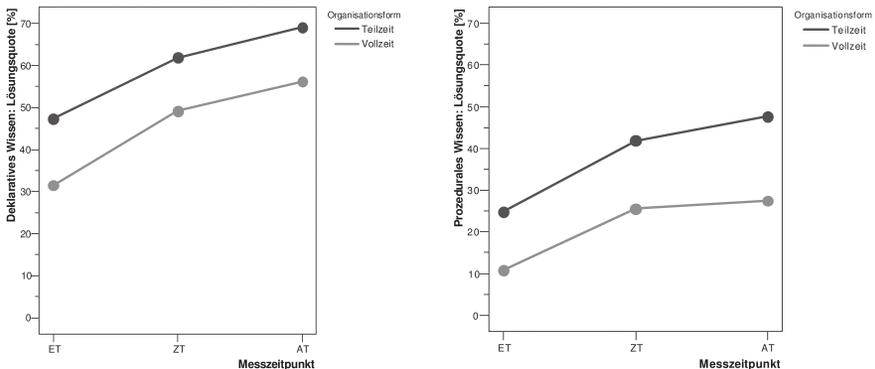


Abbildung 2: Entwicklung des deklarativen und prozeduralen Wissens (ET: Testzeitpunkt am Anfang des Schuljahres, ZT: Testzeitpunkt zum Schulhalbjahr, AT: Testzeitpunkt zum Ende des ersten Ausbildungsjahres)

Bei den Kfz-Mechatronikern entwickelt sich sowohl das deklarative als auch das prozedurale Wissen in den Teilzeitklassen deutlich günstiger. Regressionsanalysen mit dem deklarativen und prozeduralen Wissen zum Zeitpunkt des Abschlusstests als abhängige Variablen erbringen für die Kfz-Mechatroniker dann auch relevante Beiträge der Organisationsform zur Varianzaufklärung (vgl. Abb. 3).

AV: Deklaratives Wissen		AV: Prozedurales Wissen	
32,2%	Deklaratives Vorwissen	38,4%	Prozedurales Vorwissen
9,3%	Extrinsische Motivation	8,8%	Überforderung
5,9%	Allg.-mathematische Kompetenz	5,1%	Fachspezifisches Interesse
3,7%	Lesekompetenz	3,9%	Allg.-mathematische Kompetenz
51,1%	Gesamte aufgeklärte Varianz	56,2%	Gesamte aufgeklärte Varianz

Abb. 3a: Elektroniker: Ergebnisse der Regressionsanalysen (N=150)

AV: Deklaratives Wissen		AV: Prozedurales Wissen	
37,0%	Deklaratives Vorwissen	28,7%	Deklaratives Vorwissen
6,4%	Lesekompetenz	10,5%	Organisationsform (VZ/TZ)
2,3%	Organisationsform (VZ/TZ)	5,4%	Lesekompetenz
1,1%	Alter	1,5%	Alter
46,8%	Gesamte aufgeklärte Varianz	46,1%	Gesamte aufgeklärte Varianz

Abb. 3b: Kfz-Mechatroniker: Ergebnisse der Regressionsanalysen (N=239)

Abb. 3: Prädiktoren der Fachkompetenzentwicklung

Erwartungskonform erweist sich einmal mehr das fachspezifische Vorwissen als mächtigster Prädiktor, relevante Beiträge zur Varianzaufklärung erbringen auch die Basiskompetenzen, verschiedene Motivationsvarianten und die Überforderung im Falle des prozeduralen Wissens bei den Elektronikern. Werden speziell für die Subgruppen der Stärkeren und Schwächeren (oberstes und unterstes Quartil des fachspezifischen Vorwissens) Regressionsanalysen durchgeführt, gehen die mathematischen und sprachlichen Basiskompetenzen als gewichtigste Prädiktoren ein⁷.

Ergänzend zu den Regressionsanalysen lohnt ein Blick auf die bivariaten Korrelationen, aus welchen deutlich wird, dass nicht nur das fachspezifische Vorwissen, sondern auch alle anderen Eingangskompetenzen relativ hohe Korrelationen zur Wissensausprägung im Abschlusstest aufweisen.

7 Bei den Elektronikern ergeben sich bei den Schwachen für das gesamte Wissen zum Zeitpunkt des Abschlusstests folgende Beiträge zur Varianzaufklärung: Mathematik zum Zeitpunkt des 2. Messzeitpunkts 38%, Mathematik zum Zeitpunkt des Eingangstest 7,2%, introjizierte Motivation 4%. Bei den Starken geht ebenfalls die mathematische Kompetenz (16% Varianzaufklärung), aber auch die betriebliche Ausbildungsqualität (16,5%), das Vorwissen (6,4%) und die identifizierte Motivation in die Modellbildung ein.

	Elektroniker (N=140):		Kfz-Mechatroniker (N=233):	
	deklaratives Wissen	Prozedurales Wissen	deklaratives Wissen	Prozedurales Wissen
Deklaratives Vorwissen	r=,57**	r=,44**	r=,61**	r=,54**
Prozedurales Vorwissen	r=,46**	r=,62**	r=,53**	r=,53**
Lesekompetenz	r=,46**	r=,25**	r=,49**	r=,48**
Allg.-mathematische Kompetenz	r=,45**	r=,54**	r=,45**	r=,46**
IQ	r=,22**	r=,30**	r=,43**	r=,48**

Abbildung 4: Bivariate Korrelationen kognitiver Variablen

Im Anschluss an die Ergebnisse aus den vorangegangenen Projekten, wäre zu erwarten gewesen, dass insbesondere die Variante des identifiziert motivierten Lernens substantielle Korrelationen zur Wissensentwicklung aufweisen (KNÖLL u.A. 2007). Dies bestätigt sich jedoch nur bei den Kfz-Mechatronikern ($r=,20^{**}$). In gleicher Größenordnung korreliert bei beiden Berufen das parallel zu PRENZELS Instrumentarium einbezogene Interessenkonstrukt⁸ ($r=,20^{**}$). Etwas höhere Korrelationen weisen in beiden Berufsfeldern die schulischen Qualitätsindikatoren der Instruktionklarheit ($r=,26^{**}$) mit dem deklarativen und prozeduralen Wissen und die Überforderung ($r=,37^{**}$) auf.

Zum Einfluss der betrieblichen Ausbildungsqualität hatten wir angenommen, dass die betriebliche Ausbildungsqualität (in der Wahrnehmung der Lernenden) auch die Entwicklung des deklarativen und prozeduralen Wissens, wie es systematisch im schulischen Kontext vermittelt werden soll, beeinflusst. Diese These ist weniger trivial, als es auf den ersten Blick scheint, denn gerade in handwerklich geprägten Ausbildungsberufen sind die auf die Lernenden (im ersten Ausbildungsjahr) zukommenden Arbeitsanforderungen teils wenig lernanregend und primär durch die Übernahme einfacher Routinetätigkeiten geprägt. Zudem herrscht dort üblicherweise eine unsystematische, auftragsgebundene Ausbildungsorganisation vor, die ggf. relativ weit entfernt ist von den theoretischen Lerninhalten beruflicher Grundbildung. Für den Elektrobereich wird daher erwartet, dass sich eher Zusammenhänge bei den Schülern der einjährigen Berufsfachschule ergeben, da sich hier die Lehr-Lern-Prozesse in der Schulwerkstatt mit dem fachtheoretischen Unterricht stärker ergänzen dürften als in der dualen Variante. Für den Kfz-Bereich werden aufgrund der Verortung der dualen Ausbildung in der Industrie mit einer systematischen, auftragsungebundenen Ausbildung in innerbetrieblichen Lehrwerkstätten, ähnliche Ergebnisse wie für die Berufsfachschüler erwartet.

Bei den Elektronikern ergeben sich zwischen den Wissensvariablen und den Dimensionen des MIZEBAs lediglich in der Gruppe der Berufsfachschüler zwei signifikante Korrelationen⁹ (Arbeitsklima - deklaratives Wissen: $r=,22^{**}$; Überfor-

8 Der Einfluss des Interesses auf den Lernerfolg ist relativ breit abgesichert. In ihrer Metaanalyse referieren SCHIEFELE/KRAPP/SCHREYER einen mittleren Zusammenhang von $r=,30$ (vgl. SCHIEFELE/KRAPP/SCHREYER 1993, S. 131).

9 Die Standardabweichungen der Mittelwerte in den Subgruppen sind so hoch, dass fehlende Varianzen kaum als Erklärung für die ausbleibenden Zusammenhänge ursächlich sein können.

derung¹⁰ - deklaratives Wissen: $r=-,33^{**}$, Überforderung - prozedurales Wissen: $r=-,41^{**}$, $N=62$).

Teilzeit (N=95):		Vollzeit (N=128):	
Überforderung (1 Item)	$r=-,17^{**}$	Überforderung (1 Item)	$r=-,25^{**}$
Soziale Einbindung	$r=,17^{**}$	Soziale Einbindung	$r=,23^{**}$
Komplexität	$r=,20^{**}$	Klima	$r=,22^{**}$
		Experte	$r=,15^{**}$
		Kompetenzerleben	$r=,22^{**}$
		Inhaltliches Interesse des Lehrenden	$r=,16^{**}$
		Klarheit	$r=,24^{**}$

Abbildung 5: Kfz-Mechatroniker: Zusammenhänge zwischen prozeduralem Wissen (AT) und Dimensionen betrieblicher Ausbildungsqualität

Nach den in Abb. 5 dokumentierten Befunden scheint sich zumindest für die Kraftfahrzeugmechatroniker die obige Annahme zu bestätigen. Bei den Elektronikern besteht vor allem im Vollzeitbereich weiterer Klärungsbedarf, da hier strukturell ähnliche Bedingungen wie bei den in Vollzeit ausgebildeten Kraftfahrzeugmechatronikern bestehen. Im Teilzeitbereich ist der Befund bei den Elektronikern plausibel, da hier die handwerklich geprägten Ausbildungsbedingungen kaum engere Parallelitäten zwischen schulischer und betrieblicher Ausbildung erwarten lassen.

Eine Pfadanalyse (vgl. Abbildungen 6 und 7), in welche nur die metrisch skalierten Variablen einbezogen wurden¹¹, führt für die beiden Berufe zu partiell strukturähnlichen Modellen, die jedoch auch substantielle Unterschiede aufweisen.

10 Die Überforderung ist über ein Einzelitem operationalisiert und der Skala zur Erfassung der Passung zwischen Anforderungs- und Fähigkeitsniveau entnommen. Die Reliabilitätsanalyse ergab zunächst für die ursprüngliche Skala ein ungenügendes Cronbach's α , so dass das Item zur Erfassung des Überforderungsempfindens herausgelöst wurde, um die Reliabilität der verbleibenden Skala zu erhöhen.

11 Bezieht man auch die dichotome Variable Unterrichtsorganisationsform mit ein, so verschlechtert sich der Modellfit enorm, was in Anbetracht der geschilderten Selektionsprozesse und der damit einher gehenden höheren Korreliertheit zwischen Organisationsform und den Basiskompetenzen, des IQ und des Fachwissens zum Pretest nicht weiter verwunderlich ist. Um sinnvolle Pfadanalysen rechnen zu lassen, werden somit lediglich die metrischen Variablen berücksichtigt.

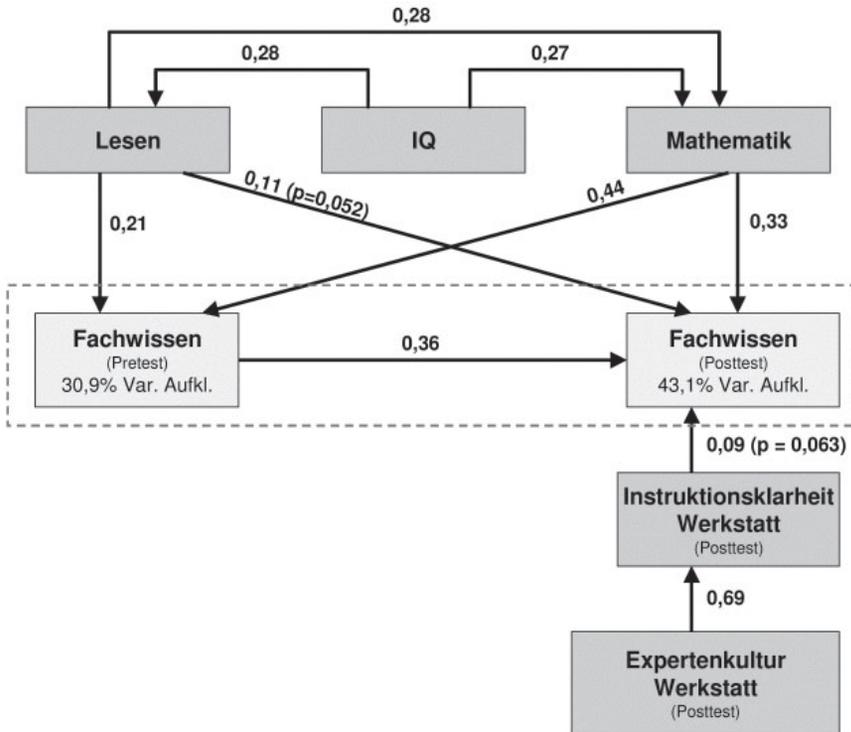


Abbildung 6: Pfadmodell für Elektroniker ($\chi^2 = 11,16$; $df = 11$; $RMSEA = 0,008$)

Lesehilfe: Die Pfadkoeffizienten geben die jeweilige Effektstärke an. Am Beispiel: Verändert sich bei den Elektronikern im Pretest die Lesekompetenz um eine Standardabweichung so ändert sich das Fachwissen zum Zeitpunkt des Pretests um 0,21 und das Fachwissen im Posttest um 0,11 Standardabweichungen.

Gemeinsam ist beiden Modellen, dass sich das fachspezifische Vorwissen als stärkerer Prädiktor erweist und die Lesekompetenz nicht nur zur Varianzaufklärung des Vorwissens, sondern auch zur Varianzaufklärung des Fachwissens im Abschlusstest beiträgt. Deutliche Unterschiede ergeben sich bei den Einflüssen der kognitiven Grundfähigkeit und der mathematischen Kompetenz auf das Fachwissen zum Zeitpunkt des Abschlusstests. Ursächlich ist dafür vermutlich die deutlich höhere Varianz des IQ bei den Kfz-Mechatronikern, verursacht durch den Einbezug von Industrielehrlingen und die deutlich stärkere „Mathematiklastigkeit“ des Abschlusstests der Elektroniker.

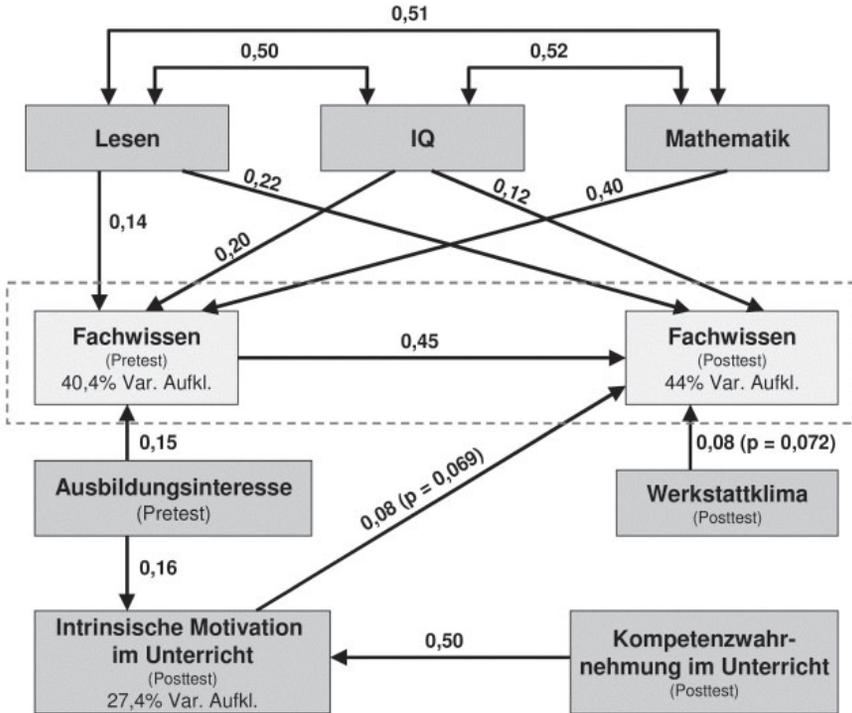


Abbildung 7: Pfadmodell für Kfz-Mechatroniker (Chi-Quadrat=53,5; df=22; RMSEA= 0,072)

Bei den mit \longleftrightarrow gekennzeichneten Symbolen handelt es sich um bivariate Korrelationen, bei den mit \rightarrow gekennzeichneten Symbolen um Pfadkoeffizienten.

Die Effektstärken der Ausbildungsqualität sind durchgängig relativ schwach, bei den Elektronikern gehen erwartungswidrig keine Qualitätsindikatoren des Unterrichts, sondern nur die Instruktionklarheit in der Ausbildungswerkstatt bzw. dem Betrieb ein, bei den Kfz-Mechatronikern ergibt sich eher eine erwartungskonforme Modellierung.

Zusammenfassend können wir festhalten, dass sich die kognitiven Voraussetzungen der Lernenden als zentrale Prädiktoren erweisen und neben dem fachspezifischen Vorwissen die basalen Grundkompetenzen (Mathematik, Lesen) in hohem Grade bedeutsam sind. Den schulischen und betrieblichen Ausbildungsqualitäten kommt zwar ebenfalls Bedeutung für die Entwicklung des Fachwissens zu, die Effektstärken blieben jedoch relativ bescheiden. Wie die zu Beginn des Kapitels präsentierten Regressionsanalysen zeigen, führt insbesondere eine (hochwertige) industrielle Ausbildung auch zu einer weiteren Spreizung der Fachkompetenzen und verstärkt die durch Selektionsprozesse ohnehin bestehenden Unterschiede zwischen Handwerks- und Industriehilfswählern weiter.

4. Rasch-basierte Modellierung berufsfachlicher Kompetenzen in der Grundbildung von Kraftfahrzeugmechatronikern

Das Kompetenzmodell wurde unter Rückgriff auf latent trait bzw. item-responsetheoretische Vorstellungen (generalisiertes Raschmodell) mit ConQuest (WU u.a. 1998) und den Systematisierungen zur Niveaumodellierung aus der DESI-Studie (HARTIG 2007) konstruiert. Dabei wurden Überlegungen zur Struktur, d.h. der Dimensionalität der zugrunde liegenden latenten Fähigkeitsstrukturen, und der Kompetenzniveaus (Stufen) in Abhängigkeit von einer post-hoc durchgeführten Aufgabenschwierigkeitsanalyse angestellt.

Das mit diesen „Werkzeugen“ entstandene Kompetenzmodell erlaubt kriteriumsorientierte Aussagen bzgl. der Leistungsstände der beteiligten Schüler am Ende des ersten Ausbildungsjahres. Eine Gegenüberstellung der im Handwerk angesiedelten Vollzeitschulform mit den Teilzeitschülern der Industrie gibt darüber hinaus einen differenzierteren Einblick in Unterschiedlichkeiten der erreichten Kompetenzniveaus innerhalb eines normativ gleich fixierten Curriculums bei unterschiedlichen Eingangsvoraussetzungen der rekrutierten Klientel.

4.1 Skalierung des Instruments und Strukturmodellierung

Das verwendete Instrumentarium zur Erfassung berufsfachlicher Kompetenzen basiert zum einen auf curricularen Analysen und zum anderen auf Aufgabensammlungen aus Unterrichts- und Klassenarbeitsmaterialien zweier nicht an dieser Studie partizipierender Schulen bzw. deren Lehrkräfte. Um eine größere Bandbreite unterrichtlicher Curriculumumsetzungen und damit eine höhere unterrichtliche Validität zu erhalten, erfolgte im Vorfeld der Untersuchung durch zwei weitere Lehrkräfte anderer Schulen und, ex post, durch die in die Untersuchung einbezogenen Lehrkräfte eine erneute Begutachtung der Testmaterialien. Eine Pilotierung in fünf Klassen (N = 99) führte darüber hinaus zur Eliminierung nicht trennscharfer Items. Als Ergebnis standen insgesamt 27 Items, davon 3 dichotome und 24 polytome Items, zur Verfügung. Die meisten der einbezogenen polytomen Items wurden als partial credit Items nach MASTERS (1982) formuliert und gingen in die Itemparametrisierung als Steppschwierigkeiten ein. Daraus entstanden insgesamt 45 (Pseudo)Items.

Für eine mehrdimensionale Untersuchung benötigt ConQuest eine ex ante zur treffende Entscheidung über die Ladung der Items auf einer Dimension. Für die Skalierung dieser Items bedarf es deshalb im Vorfeld einiger Überlegungen darüber, inwiefern das Instrument mehrdimensionale Fähigkeitsstrukturen anspricht und insofern mehrdimensional oder eher eindimensional zu skalieren ist. Dies ist prinzipiell weniger eine Frage von Plausibilitäten oder z.B. der zur Entscheidung zu Rate gezogenen kognitiven Modelle als vielmehr eine Frage nach der Passung unterschiedlicher statistischer Modelle auf die Daten (WILSON 2003) und damit eine empirisch zu beantwortende Frage. Zur Dimensionalität wurden folgende Überlegungen angestellt:

- (1) Im Anschluss an die analytische Wissensdimensionierung von FORTMÜLLER (1996) wurde vermutet, dass von einer 2-dimensionalen Struktur im Sinne deklarativer und prozeduraler Wissensaufgaben auszugehen ist.

- (2) Die Ausbildungsinhalte, die aus genuin fahrzeugtechnischen – im weitesten Sinne mechanischen – und aus elektrotechnischen Inhalten bestehen, lassen ebenso, wenn auch anders geschnitten, eine 2-dimensionale Struktur vermuten.
- (3) Die Kombinationen aus den beiden genannten Strukturierungsgedanken könnten zu einer 4-dimensionalen Struktur führen, namentlich deklarativ-fahrzeugtechnische, deklarativ-elektrotechnische, prozedural-fahrzeugtechnische und prozedural-elektrotechnische Aufgaben.
- (4) Wenn sich am Anfang des ersten Ausbildungsjahres eine Mehrdimensionalität ergibt, kann vermutet werden, dass sich diese im Verlauf der Ausbildung aufgrund paralleler Lehr-Lernprozesse auflöst bzw. die Dimensionen verschmelzen.

Unabhängig von diesen Überlegungen wurde für den Abschlusstest eine explorative Faktorenanalyse mit Promax- und, ergänzend, mit Varimax-Rotation durchgeführt, bei der eine 2-dimensionale Struktur favorisiert wird, wobei die zweite Dimension lediglich durch 3 Items mit mittleren Ladungshöhen repräsentiert wird. Da diese drei Items auch inhaltlich nur begrenzte Gemeinsamkeiten aufweisen, scheint es nicht zweckmäßig, die zweidimensionale Struktur beizubehalten.

Die insgesamt vier unterschiedlich möglichen Mehrdimensionalitäten¹² wurden in ConQuest zur eindimensionalen Skalierung vergleichend gerechnet. Eine eindimensionale Modellierung erbrachte eine Devianz von 7482. Die mehrdimensionalen Modellierungen erbrachten signifikant höhere Devianzen und damit größere Modellabweichungen. Die Devianzwerte (und in Klammern die p-Werte der Devianzunterschiede zwischen mehrdimensionalen und eindimensionalen Modellbildungen) und latenten Korrelationen lauten für die 2-dimensionale Modellierung mit den Dimensionen deklaratives und prozedurales Wissen 9186 ($p < ,000$) und $r = ,97$ ¹³, für die 2-dimensionale Modellierung mit den Dimensionen fahrzeugtechnische und elektrotechnische Aufgaben 9184 ($p < ,000$) und $r = ,90$, für die 4-dimensionale Modellierung 8737 ($p < ,000$) und $r = ,75$ bis $r = ,92$. Eine explorative Faktorenanalyse des Pretests zu Beginn der Ausbildung (eine Skalierung dieses Tests wurde noch nicht durchgeführt) zeigt eine stabile, mehrdimensionale Struktur der unter obigem Punkt (2) vermuteten latenten Fähigkeitsstruktur. Vor diesem Hintergrund erscheint die unter Punkt (4) angedachte Vermutung wahrscheinlich. Der berufsschulische Unterricht führt im ersten Ausbildungsjahr tatsächlich zu einer empirisch beobachtbaren Angleichung beider Dimensionen. Daraus ergibt sich die Konsequenz für die weitere Modellierung, dass das auf deklarativen und prozeduralen Wissensaufgaben aufgebaute Testinstrument lediglich eindimensional zu strukturieren ist. Eine mehrdimensionale Skalierung könnte sich allerdings beim noch ausstehenden Einbezug der Problemlösefähigkeit ergeben.

Bei der eindimensionalen Skalierung wurde mit der Einstellung „constraint=cases“ gerechnet, wobei nicht die Item- sondern die Personenparameter summennormiert werden, was alle Itemparameter (Itemparameter, Itemschwierigkeitsmittel

12 Die faktorenanalytisch ermittelten Dimensionen bleiben hierbei wegen der genannten Schwächen unberücksichtigt.

13 Die in Abschnitt 3 auf manifester Ebene beobachteten Korrelationen zwischen deklarativen und prozeduralen Wissensaufgaben von $r = ,54$ ergeben (1) durch partial credit Formulierungen, d.h. separater Betrachtung deklarativer Aufgabenbestandteile innerhalb prozeduraler Aufgaben und (2) durch messfehlerbereinigter Korrelationsrechnungen auf latenter Ebene erheblich höhere Korrelationen.

und dessen Standardabweichung) frei schätzen lässt (WU u.a. 1998). Der erste Skalierungsdurchgang markierte 2 Items mit einem schlechten Modellfit von 0,76 bzw. 1,49 weighted MNSQ¹⁴. Der zweite Skalierungsdurchgang erbrachte für alle verbleibenden 25 bzw. 42 (dichotomen und partial credit) Items akzeptable Werte zwischen 0,81 und 1,20. Die Personenparameter wurden mit dem WLE-Schätzer¹⁵ ermittelt, der als reliabelster Schätzer für individuelle Personenwerte ausgewiesen wird (vgl. HARTIG/KÜHNBACH 2006; ROST 1996; WU 2005).

Im folgenden Kapitel werden die Itemparameter auf dem raschskalierten Kontinuum auf einer Dimension abgetragen, wobei dann zu klären bleibt, welche Stufungen das Niveaumodell besitzen kann.

4.2 Niveaumodellierung

Für diese Fragestellung wurde in Anlehnung an HARTIG (2007) in chronologischer Abfolge post-hoc eine Aufgabenschwierigkeitsanalyse durchgeführt¹⁶, die schwierigkeitsbestimmenden Merkmale wurden regressionsanalytisch auf die parametrisierten Itemschwierigkeiten rückgebunden, anschließend mit der so gewonnenen Regressionsgleichung Stufensprünge ermittelt und diese dann in einem letzten Schritt an den Rändern durch Differenzen zwischen den regressionsanalytisch geschätzten und den tatsächlichen Itemparameterwerten und den Aufgabenmerkmalen leicht korrigiert.

Zuerst wurden hypothetisch folgende acht, die Aufgabenschwierigkeit beeinflussenden Faktoren aus diversen Quellen extrahiert:

- (1) der Grad der Vertrautheit aus der Sekundarstufe I (BLUM u.a. 2004),
- (2) der Grad der Vertrautheit aus der beruflichen Grundbildung,
- (3) die von der Aufgabe eingeforderte Elaborationstiefe (vertikale Differenzierung) im Anschluss an die BLOOMSche Taxonomie (BLOOM u.a. 1979), wobei die Aufgabenschwierigkeit in aufsteigender Reihenfolge von einfachen Beschreibungen oder Benennungen z.B. eines Bauteils, Analysen über Funktionszusammenhänge innerhalb eines Bauteils oder zwischen Bauteilen, eingeforderten Begründungsleistungen und Beurteilungen eines Sachverhalts gesehen wird,
- (4) die Wissensvernetztheit, d.h. die Annahme aufsteigender Aufgabenschwierigkeiten, angefangen von Wissen über isolierte Einzelheiten, Wissen über Strukturen, systemisches Funktions- und Konditionswissen vollständig bekannter Systeme und systemisches Funktions- und Konditionswissen in weiten Teilen bekannter Systeme,

14 MNSQ steht für weighted mean square. Der Wertebereich, der für einen guten Itemfit angenommen wird, variiert je nach Referenzgröße. In TIMSS wird dieser Bereich als zwischen 0,70 und 1,30 und in PISA zwischen 0,80 und 1,20 liegend deklariert. Konservativer festgelegte Wertebereiche liegen zwischen 0,90 und 1,10.

15 Die Schätzwerte wurden auf der Basis einer Lösungswahrscheinlichkeit von $p=.65$ (nicht auf Basis der 50% der Raschformel) ermittelt, was eine sicherere Personenzuordnung auf die Kompetenzstufen ermöglicht.

16 In einem ersten Schritt wurde diese Analyse lediglich vom Testkonstrukteur durchgeführt, d.h. es wurden bisher keine weiteren Codierer mit hinzugezogen. Um die damit unweigerlich entstehenden Konfundierungen (Kollinearitäten) zwischen Korrekturindrücken bzgl. der Lösbarkeit der Items und dem merkmalsbezogenen Rating auszuschließen, wäre eine ex ante Analyse bzw. in dieser Situation eine breitere Fundierung des Ratings durch mehrere Codierer anzustreben.

- (5) die im Anschluss an FORTMÜLLER (1996) ausdifferenzierten Wissensdimensionen in deklaratives und prozedurales Wissen,
- (6) der Umfang, den das zum Gebrauch erlaubte Tabellenbuch tatsächlich (bei Nutzung) zur Lösung beitragen könnte¹⁷,
- (7) der Grad der zur Informationsaufnahme aus dem Tabellenbuch notwendigen, symbolischen Enkodierung des Informationsmaterials (explizit und ohne symbolische Rekodierung rezipierbar, explizit nicht wörtlich kodiert, implizit kodiert) (MACGINITIE 2000) und
- (8) der Grad expliziter Indexierung im Tabellenbuch (Schlüsselwörter sind direkt indexiert, Suche durch Kombinationen von Schlüsselwörtern im Index notwendig, arbiträr indexiert).

Mit diesen Kategorien und den dahinter liegenden und vermuteten Abstufungen der Aufgabenschwierigkeiten wurden die Aufgaben geratet, anschließend auf empirische Gültigkeit überprüft und z.T. empirisch gültig rekodiert. Im Anschluss daran wurden diese Ratings schrittweise auf die durch ConQuest ermittelten Itemparameter regrediert, was zu dem Einschluss ($p < ,05$) der BLOOMschen Taxonomie (44,9% Varianzaufklärung) und der Wissensvernetztheit (5,3%) führte. Da bei den Unsicherheiten des skizzierten Ratingverfahrens (siehe Fußnote 16) und der Zielsetzung einer Exploratorik für künftige Nutzung dieser Strukturierung mit den Informationen auch nicht so konservativ fixierter Einschlusskriterien gearbeitet werden soll, wurde das Einschlusskriterium auf $p < ,25$ erhöht, was zum zusätzlichen Einbezug der Vertrautheit der Aufgabeninhalte aus der Sekundarstufe I mit 2,1% führte. Die Regression unter Einschluss auch aller nicht integrierten Variablen trägt lediglich weitere 1,2% zur Varianzaufklärung bei. Erstaunlich ist der Nichteinbezug der vormals für relevant gehaltenen Nutzungsmöglichkeiten des Tabellenbuchs.

Mit der Regressionsgleichung und den tatsächlichen Merkmalskombinationen der Aufgaben wurden Stufen errechnet, die im Rückgriff auf den Vergleich regressionsanalytisch geschätzter, durch die Parametrisierung ermittelter und durch die obigen Merkmale beschriebener Itemschwierigkeiten einer leichten Korrektur der Stufenränder unterzogen wurde. Das Ergebnis sind 4 Stufen, die von -3,98 bis -0,89 Logits (erste Stufe), -0,89 bis +1,02 Logits (zweite Stufe), +1,02 bis +2,93 Logits (dritte Stufe) und von +2,93 bis +5,74 Logits für die vierte Stufe reichen.

Diese Stufen wurden im weiteren Prozess durch die stufenzugehörigen Beschreibungselemente der aufgabenschwierigkeitsbestimmenden Aufgabenkategorien charakterisiert. Das Ergebnis findet sich in Abschnitt 4.3, wobei die Beschreibungen der auch nicht regressionsanalytisch aufgenommenen Kategorien hinzugenommen wurden. Dies erscheint zweckmäßig, da diese trotz mangelnden Beitrags zur Varianzaufklärung deskriptiven Gehalt besitzen.

17 Das Tabellenbuch stellt in der gewerblich-technischen Ausbildung ein Hilfsmittel im Sinne eines Nachschlagewerks von Formeln, Kennwerten und Informationen zur Funktionsweise ganzer Baugruppen dar. Der Einsatz ist gewöhnlich auch auf Klassenarbeiten ausgeweitet und ist auch bei den Zwischen- und Abschlussprüfungen zur Nutzung erlaubt. Es ist davon auszugehen, dass das Tabellenbuch in Abhängigkeit der Rezeption(skompetenzen) einen nicht unerheblichen Beitrag zur Lösungswahrscheinlichkeit erbringt. Dies erklärt den differenzierten Zugriff innerhalb dreier Unterkategorien.

4.3 Das Kompetenzmodell

Das Kompetenzmodell gliedert sich in vier Kompetenzstufen (Abkürzung: KS), deren Anforderungsmerkmale im Folgenden skizziert werden:

Kompetenzstufe 1: Rudimentäre Kfz-Kenntnisse

Aufgaben dieser Kompetenzstufe erfordern eine Benennung oder Beschreibung isolierter Einzelheiten oder von Einzelheiten, die in eine gering abstrahierte Struktur (hohe Anschaulichkeit) eingebunden sind. Die lösungsrelevanten Einzelheiten sind entweder deklarativ repräsentiert (oder prozedural erschlossen) oder können aus dem Tabellenbuch durch direkte Indexierung von Schlüsselwörtern vollständig in expliziter (z.T. auch erst nach symbolischer Rekodierung) sprachlicher/graphischer Äquivalenz entnommen werden. Diese Inhalte sind durch die Sekundarstufe I und die Kfz-Grundbildung vollständig vertraut.

Kompetenzstufe 2: Basale Kfz-Kenntnisse

Diese Aufgaben erfordern häufig eine Analyse isolierter Einzelheiten oder von Einzelheiten, die in eine gering abstrahierte Struktur (hohe Anschaulichkeit) eingebunden sind. Die lösungsrelevanten Einzelheiten sind entweder deklarativ repräsentiert (oder prozedural erschlossen) oder können aus dem Tabellenbuch durch kombinatorische Suche teilweise in meist impliziter Kodierung entnommen werden. Diese Inhalte sind zumeist erst durch die Kfz-Grundbildung vollständig abgesichert.

Kompetenzstufe 3: Strukturelle und systemische Kfz-Kenntnisse

Diese Aufgaben erfordern zumeist eine Analyse und Begründung systemischer Zusammenhänge bekannter Systeme. Die lösungsrelevanten Zusammenhänge können aus dem Tabellenbuch durch kombinatorische Suche teilweise implizit entnommen werden. Diese Inhalte sind erst durch die Kfz-Grundbildung weitgehend abgesichert.

Kompetenzstufe 4: Evaluative Kfz-Kenntnisse

Diese Aufgaben erfordern zumeist eine Begründung oder Beurteilung systemischer Zusammenhänge in nur in weiten Teilen bekannten Systemen. Die lösungsrelevanten Zusammenhänge können aus dem Tabellenbuch durch kombinatorische Suche teilweise implizit entnommen werden. Diese Inhalte sind durch die Kfz-Grundbildung in Grundzügen abgesichert, erfordern jedoch eigenständiges in Beziehung setzen vertrauter Inhalte.

Auf diesem gestuften Kontinuum wurden die Personenverteilungen der gesamten und für interessant erachteten Substichproben abgetragen. Die daraus hervorgegangenen Ergebnisse werden im nächsten Abschnitt dargestellt.

4.4. Erste Erträge des Kompetenzmodells

Das Populationsmittel aller Kraftfahrzeugmechatroniker beträgt -0,63 (SD = 1,07) Logits, das heißt, die KS 2 der basalen Kenntnisse wird gerade erreicht. Vergleicht man die Vollzeit- und Teilzeitschüler, die sich bereits auf der Basis von Summerscores deutlich unterschieden (vgl. Abschnitt 3), so wird auf der Basis des Kompetenzmodells auch ein erheblicher qualitativer Unterschied sichtbar.

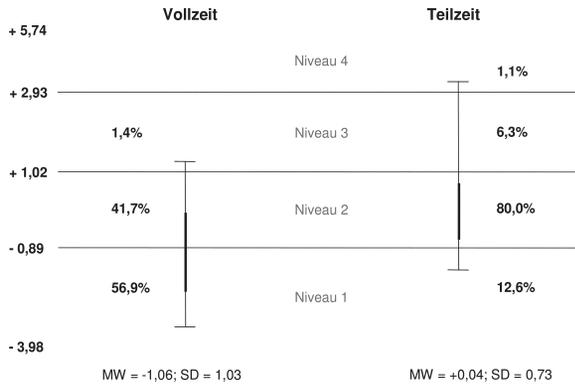


Abbildung 8: Kompetenzniveaus von Vollzeit- und Teilzeitschülern

Die Vollzeitschüler erreichen einen Mittelwert von $-1,06$ ($SD = 1,03$) Logits und gehören damit, wenn auch in einem oberen Bereich, lediglich der KS 1 an, die durch hauptsächlich rudimentäre Kenntnisse beschrieben wird. Genauer gehören 56,9% der Schüler der KS 1, 41,7% der KS 2 und 1,4% (lediglich 2 Schüler!) der KS 3 an. Kein einziger Schüler beherrscht mit einer hinreichenden Sicherheit Aufgaben der KS 4. Die Teilzeitschüler sind mit einem Mittelwert von $+0,04$ ($SD = 0,73$) Logits auf der KS 2 zu plazieren. Hier gehören 12,6% der SchülerInnen der KS 1, 80% der KS 2, 6,3% (lediglich 6 Schüler) der KS 3 und 1,1% (1 Schüler) der KS 4 an. Das bedeutet, dass Aufgaben, die Strukturwissen und Wissen zu systemischen Funktions- und Konditionszusammenhängen bekannter und eigentlich vertrauter Systeme erfordern, am Ende des ersten Ausbildungsjahres nicht beherrscht werden und die SchülerInnen im Wesentlichen nur einfache, wahrscheinlich weitgehend automatisierte Routineaufgaben bewältigen können. Dies steht in deutlichem Kontrast zu den curricularen Ansprüchen, ein Befund, der sich auch in ULME bestätigt (LEHMANN/SEEBER 2007).

Regressionsanalysen auf der Ebene der Kompetenzstufen 1 und 2¹⁸ ergeben erhebliche prädiktive Unterschiede der einbezogenen Variablen. Bei den am Ende des ersten Ausbildungsjahres schwachen Schülern der KS 1 gehen trotz erheblicher Varianzen sowohl auf der KS 1 als auch im Pretest Vorwissenseinflüsse nicht in die schrittweise durchgeführte Modellbildung ein. Die Lesekompetenz wird hingegen als stärkster Prädiktor mit 10,7% aufgenommen¹⁹, dann das wahrgenommene Interesse des Ausbilders in der Schulwerkstatt bzw. dem Betrieb (6,9%) und jeweils mit negativem Vorzeichen die wahrgenommene Autonomieunterstützung im schulischen Unterricht²⁰ (5,5%) sowie die Anforderung in der Schulwerkstatt bzw. dem Betrieb

18 Auf Grund der geringen Fallzahl auf den KS 3 und 4 können für diese keine Regressionsanalysen gerechnet werden.

19 Dies könnte dadurch erklärbar sein, dass textintensivere Aufgaben in diesem Test schwieriger sind und Teilleistungen (partial credits) von schwächeren Schülern mit höheren Rezeptionskompetenzen wahrscheinlicher lösbar sind, worüber weitere Analysen Aufschluss geben müssen.

20 In einer Studie bei schwachen Schülern des Berufsvorbereitungsjahres konnte ebenso eine solch invalide Rekonstruktion der Autonomieitems beobachtet werden, was zusammen mit positiven Korrelationen zwischen Autonomie und Amotivation auf eine Uminterpretation von lernorientierten Gestaltungsspielräumen in amotivierte Freiheitsräume schließen lässt (GSCHWENDTNER 2004).

(4,8%). Wir interpretieren dies so, dass diese relativ schwache Klientel (besonders auf die Zuwendung des Ausbilders angewiesen ist und mit höheren Autonomiegraden und Aufgabenkomplexitäten überfordert ist.

Auf der KS 2, d.h. bei den stärkeren Schülern, gehen erwartungskonform das Vorwissen im Pretest (21,6%), mit negativem Vorzeichen die Amotivation (6,4%) sowie die Autonomie in der Werkstatt (3,6%), wieder mit positiven Vorzeichen die Lesekompetenz (4,1%) sowie die Anforderung im Unterricht (3,0%), die soziale Einbindung in der Werkstatt (2,1%) und die Selbststeuerung im Unterricht (3,0%) in die Modellbildung ein. In einer praktischen Perspektive verweisen diese kompetenzstufenspezifischen Modellierungen auch auf die Notwendigkeit, das pädagogische Handeln gruppenspezifisch auszurichten.

5. Überlegungen zur Modellierung der Fehleranalysefähigkeit in (elektro)technischen Systemen

Die hier nur in knapper Form vorgestellten Überlegungen basieren auf Analysen des Fehleranalyseverhaltens von Auszubildenden in der elektrotechnischen Grundbildung, der Anforderungsanalyse der dabei verwendeten Problemstellungen und einer Reihe von Interventionen, die darauf zielten, das Fehleranalyseverhalten zu fördern²¹. Wie an anderer Stelle beschrieben (GSCHWENDTNER/GEISSEL/NICKOLAUS 2007; NICKOLAUS/HEINZMANN/KNÖLL 2005; NICKOLAUS/KNÖLL/GSCHWENDTNER 2006), korrelieren die Problemlöseleistungen in unterschiedlichen elektrotechnischen Systemen nur relativ schwach und Interventionseffekte zur Verbesserung der Fehleranalysefähigkeit innerhalb eines elektrotechnischen Systems können nicht bzw. nur eingeschränkt auf andere Systeme übertragen werden (siehe insbesondere GSCHWENDTNER/GEISSEL/NICKOLAUS 2007). Als stärkster Prädiktor der Fehleranalyseleistungen erweist sich in der Regel das (gesamte) Fachwissen, partiell gehen auch der IQ und motivationale Variablen in die Modellbildung ein (GSCHWENDTNER/GEISSEL/NICKOLAUS 2007; NICKOLAUS/HEINZMANN/KNÖLL 2006; NICKOLAUS/KNÖLL/GSCHWENDTNER 2006). Interventionen erweisen sich vor allem dann als erfolgreich, wenn sie direkt auf die Überwindung der Barriere zielen. Sofern mehrere Barrieren existieren, haben Interventionen, die nur auf eine Barriere ausgerichtet sind, nur bescheidene Effekte.

Analysen der Anforderungscharakteristik der Problemstellungen in Verbindung mit den Lösungsquoten und Interventionseffekten legen die Annahme nahe, dass folgende Schwierigkeitsparameter den Fehleranalyseerfolg beeinflussen:

- (1) Die Systemkomplexität;
- (2) Die Notwendigkeit, eigenständig Modellbildungen zur Funktionsweise von Funktionselementen oder zum Gesamtsystem vornehmen zu müssen;
- (3) Die Transparenz der Fehlersituation;
- (4) Die Anzahl der Messmöglichkeiten und die damit verbundenen Anforderungen eine angemessene Messstrategie zu entwickeln;

21 Durchgeführt wurden insgesamt 5 Untersuchungen zur Fehleranalysefähigkeit (DFG Ni 606/1-2; DFG Ni 606/2-2; DFG Ni 606/3-1; ein von der Landesstiftung Baden-Württemberg gefördertes, gegenwärtig noch laufendes und ein Pilotprojekt), wobei in vier Untersuchungen unterschiedliche Interventionsvarianten evaluiert wurden.

- (5) Die Hinweisgüte der Fehlerbeschreibung, die mehr oder weniger hilfreich ist, Hypothesen zu den Fehlerursachen und zu potentiell erfolgreichen Prüfverfahren zu entwickeln.

Aus der Fähigkeitsperspektive erweisen sich u.E. folgende Kompetenzaspekte als bedeutsam:

- (1) Ein Wissen über das Gesamtsystem und die Funktionsweise von Systemkomponenten und deren Zusammenspiel;
- (2) Die Fähigkeit, selbständig Modelle zur Funktionsweise von Funktionselementen bzw. dem Gesamtsystem zu entwickeln oder entsprechendes Wissen zu aktualisieren;
- (3) Die Fähigkeit, aus externen Fehlfunktionen auf interne Zustände des Systems zu schließen;
- (4) Wissen zu Messverfahren;
- (5) Die Fähigkeit, eine adäquate Messstrategie zu entwickeln und
- (6) schließlich die Fähigkeit Messdaten angemessen zu interpretieren.

Ob sich diese Modellierung als tragfähig erweist, ist in weiteren Studien zu prüfen. In einem ersten Schritt wären dazu in den Schwierigkeitsparametern systematisch variierte Problemstellungen zu entwickeln, die in einem zweiten Schritt zu testen wären.

6. Diskussion und Ausblick

Die *Ergebnisse zur Kompetenzentwicklung* machen deutlich, dass die kognitiven Voraussetzungen der Lernenden von zentraler Bedeutung für den fachspezifischen Kompetenzaufbau sind. Dabei spielen neben dem fachspezifischen Vorwissen die Basiskompetenzen (Lesen, Mathematik) eine substantielle Rolle. Der IQ geht primär vermittelt über die Basiskompetenzen in die Modellbildung zur Entwicklung des Fachwissens ein. Vor dem Hintergrund vorausgegangener Analysen zur Problemlösefähigkeit (GSCHWENDTNER/GEISSEL/NICKOLAUS 2007; NICKOLAUS/HEINZMANN/KNÖLL 2005; NICKOLAUS/KNÖLL/GSCHWENDTNER 2006) ist allerdings für die Problemlösefähigkeit ein größerer direkter Einfluss des IQ zu erwarten.

Die Analyseergebnisse zum Einfluss der Ausbildungsform machen deutlich, dass die Ausbildungsform die Kompetenzentwicklung beeinflusst. Dabei scheint das Zusammenspiel von Selektions- und Qualifizierungseffekten von Bedeutung. So wird am Beispiel der handwerklichen elektrotechnischen Ausbildung deutlich, dass in Zeiten massiven Ausbildungsplatzmangels in die vollzeitschulische Ausbildung in höherem Maße schwächere Auszubildende einmünden und die Vorteile, die für diese Ausbildung im Hinblick auf den Aufbau des Fachwissens in Zeiten einer weniger problematischen Übergangssituation an der ersten Schwelle zu konstatieren waren, schwinden. Bei den Auszubildenden des Kfz-Gewerbes führen bei der hier analysierten Stichprobe Selektionsprozesse zu hochsignifikanten Unterschieden der Eingangsvoraussetzungen zwischen den dual ausgebildeten Industrielehrlingen und den vollzeitschulisch ausgebildeten Handwerkslehrlingen. Diese Kompetenzlücke wird im Verlauf der Ausbildung im prozeduralen Wissen noch größer, wofür auch die betriebliche Ausbildungsqualität verantwortlich scheint. Die schulischen und betrieblichen Ausbildungsqualitäten gehen zwar ebenso wie die Motivation in

die Modellbildung ein, erweisen sich allerdings als relativ schwache Prädiktoren. Zu prüfen bleibt, inwieweit sich die hier präsentierten Erklärungsmodelle auch bei anderen Stichproben und anderen Berufen als tragfähig erweisen. Gleiches gilt für die *Modellierungen der Kompetenzaspekte*. Vorgesehen ist die *Modellierung des Fachwissens*, auch für die Pretestwerte der Kfz-Mechatroniker und die Pre- und Posttestwerte der Elektroniker. Für letztere besteht die Möglichkeit, auch umfangreiche Datensätze aus vorausgegangenen Untersuchungen zu nutzen, die u.a. die Möglichkeit bieten, auch hier Industrie- und Handwerkslehrlinge zu vergleichen. Im Anschluss an unsere Vorarbeiten vermuten wir beim Einbezug der Problemlösefähigkeit, dass sich eine zweidimensionale Struktur der Fachkompetenz ergibt. Angezeigt scheinen auch Untergruppenanalysen, einerseits auf Klassenebene und andererseits für Voll- und Teilzeitschüler. Angedacht ist des Weiteren eine Eliminierung nicht raschmodellkonformer Responsepatterns (Personen), die möglicherweise zu leichten Aussageverschiebungen führt. Des Weiteren bedarf es einer Präzisierung der aufgabenschwierigkeitsbestimmenden Kategorien, d.h. einer Annäherung an die Denkmuster der Probanden, wofür neben Befragungen von Schülern und Lehrkräften Dokumentationen der Schülergedanken im Lösungsprozess (Lautes Denken) zweckmäßig scheinen. Der starke Einfluss der BLOOMScen Taxonomie auf die Schwierigkeitsgrade ist möglicherweise daran gebunden, dass die Aufgaben auf ein Gegenstandsfeld, oder in den Schwierigkeitsgraden ähnliche Gegenstandsfelder bezogen sind, denn prinzipiell stellt die BLOOMScen Taxonomie keine Skala eines aufsteigenden Schwierigkeitsgrades bereit. So ist es beispielsweise möglich, dass ein erstes Gegenstandsfeld bereits auf der Stufe des Verstehens höhere Anforderungen stellt, als ein zweites Gegenstandsfeld auf der Stufe der Anwendung. Für die Modellierung der Fehleranalysefähigkeit steht zunächst die Aufgabe an, in Orientierung an den in Abschnitt 5 ausgewiesenen Schwierigkeitsparametern eine größere Batterie von Problemstellungen zu generieren, wofür prinzipiell paper-pencil-Formate, Simulationen und reale Aufgaben in Frage kommen. Zu prüfen wäre gegebenenfalls, ob substantielle Differenzen der Fehleranalyseleistungen in Abhängigkeit von den Aufgabenformaten auftreten. An den Konstruktionsprozess muss sich eine empirische Prüfung des Modells anschließen.

Literatur

- Baethge, M. u.a. (2006): Berufsbildungs-PISA. Machbarkeitsstudie. Stuttgart: Steiner
- Beck, K. u.a. (1996): Zur Entwicklung moralischer Urteilskompetenz in der kaufmännischen Erstausbildung – empirische Befunde und praktische Probleme. In: Beck K./ Heid, H., S. 188–207
- Beck, K. u.a. (1998): Die moralische Urteils- und Handlungskompetenz von kaufmännischen Lehrlingen – Entwicklungsbedingungen und ihre pädagogische Gestaltung. In: Beck, K./ Dubs R., S. 188–210
- Beck, K. u.a. (2000): Progression, Stagnation, Regression – Zur Entwicklung der moralischen Urteilskompetenz während der kaufmännischen Berufsausbildung. Mainzer Arbeitspapiere zur Wirtschaftspädagogik Nr. 27
- Beck, K./ Dubs, R. (1998): Kompetenzentwicklung in der Berufserziehung. Beiheft 14 zur ZBW. Stuttgart: Steiner
- Beck, K./ Heid, H. (1996): Lehr-Lernprozesse in der kaufmännischen Erstausbildung. Beiheft 13 zur ZBW. Stuttgart: Steiner
- Bloom, B. S. u.a. (1973): Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. Weinheim und Basel: Beltz

- Blum, W. u.a. (2004): Mathematische Kompetenz. In: Prenzel, M. u.a. (Hrsg.): PISA 2003. Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland – Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs. Münster: Waxmann, S. 47-92
- Breuer, K. (2006): Kompetenzdiagnostik in der beruflichen Bildung – eine Zwischenbilanz. ZBW, 102. Bd., H.2, S. 194 – 210
- Bunk, G. P. (1989): Organisationsformen beruflicher Anfangsausbildung im empirischen Vergleich. In: ZBW, 85. Bd., H. 1, S. 20–35
- Bunk, G. P. u.a. (1989): Organisationsformen beruflicher Anfangsausbildung im Vergleich. Berufsfeldbreite Grundbildung und monoberufliche Teilzeitausbildung in Rheinland-Pfalz. Mainz: v. Hase & Koehler (Schulversuche und Bildungsforschung, Berichte und Materialien; Bd. 62)
- Bünning, F. (2007): Experimentierendes Lernen in der Bau- und Holztechnik. Entwicklung eines fachdidaktisch begründeten Experimentalkonzepts als Grundlage für die Realisierung eines handlungsorientierten Unterrichts für die Berufsfelder der Bau- und Holztechnik. Habilitationsschrift vorgelegt an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- Dochy, F. J. R. C. (1992): Assessment of prior knowledge as a determinant for future learning. The use of prior knowledge state tests and knowledge profiles. Utrecht: Lemma
- Euler, D. (Hrsg.) (2004a): Handbuch der Lernortkooperation Bd. 1: Theoretische Fundierungen. Bielefeld: Bertelsmann
- Euler, D. (Hrsg.) (2004b): Handbuch der Lernortkooperation Bd. 2: Praktische Erfahrungen. Bielefeld: Bertelsmann
- Euler, D./ Berger, K. u.a. (1999): Kooperation der Lernorte im dualen System der Berufsausbildung. Bericht über eine Auswertung von Modellversuchen für die Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Nürnberg, Berlin, Bonn: Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschung
- Fortmüller, R. (1996): Wissenschaftsorientierung und Praxisbezug als komplementäre Prinzipien lernpsychologisch fundierter Lehr-Lern-Arrangements. In: Fortmüller, R./Aff, J. (Hrsg.): Wissenschaftsorientierung und Praxisbezug in der Didaktik der Ökonomie. Festschrift Wilfried Schneider. Wien: Manz-Verlag Schulbuch, S. 372-400
- Gschwendtner, T. (2004): Lesestrategieinstruktion durch „reciprocal teaching“. Evaluation der Implementation des pädagogischen Handlungsprogramms. Stuttgart: Univ., Diplomarbeit
- Gschwendtner, T./ Geißel, B./ Nickolaus, R. (2007): Förderung und Entwicklung der Fehleranalysefähigkeit in der Grundstufe der elektrotechnischen Ausbildung. In: bwpat, H. 13
- Häfeli, K./ Kraft, U./ Schallberger, U. (1988): Berufsausbildung und Persönlichkeitsentwicklung. Bern u.a.: Huber
- Hahn, A. (1997): Vollzeitschulen und duales System – Alte Konkurrenzdebatte oder gemeinsame Antworten auf dringende Fragen? In: Euler, D./Sloane, P.F.-E. (Hrsg.): Duales System im Umbruch. Pfaffenweiler: Centaurus, S. 27–51
- Hartig, J. (2007): Skalierung und Definition von Kompetenzniveaus. In: Beck, B./Klieme, E. (Hrsg.): Sprachliche Kompetenzen. Konzepte und Messung. DESI-Studie (Deutsch Englisch Schülerleistungen International), S. 83-99
- Hartig, J./ Kühnbach, O. (2006): Schätzung von Veränderung mit „plausible values“ in mehrdimensionalen Rasch-Modellen. In: Ittel, A./Merkens, H. (Hrsg.): Veränderungsmessung und Längsschnittstudien in der empirischen Erziehungswissenschaft. Wiesbaden: VS, S. 27-44
- Helmke, A. (2004): Unterrichtsqualität – erfassen, bewerten, verbessern. Seelze: Kallmeyersche Verl. Buchhandlung
- Helmke, A./ Weinert, F. E. (1997): Bedingungsfaktoren schulischer Leistung. In: Weinert, F. E. (Hrsg.): Psychologie des Unterrichts und der Schule. Hogrefe: Verlag für Psychologie (Pädagogische Psychologie; Bd. 3), S. 71-176
- Hoff, E.-H./ Lempert, W./ Lappe, L. (1991): Persönlichkeitsentwicklung in Facharbeiterbiographien. Bern u.a.: Huber
- Höhn, E. (1980): Zur Bewährung des Berufsgrundbildungsjahres – ein Vergleich der Vollzeitschulform und der dual-kooperativen Form. In: Sommer, K.-H.: Brennpunkte der Berufsbildung. Stuttgart: Holland+Josenhans, S. 59–83

- Höhn, E. u.a. (1983): Berufliche Grundbildung in verschiedenen Organisations- und Kooperationsformen. Abschlussbericht. Mainz: v. Hase & Koehler (Schulversuche und Bildungsforschung, Berichte und Materialien; Bd. 43)
- Kärtner, G./ Otto, E. M./ Wahler, P. (1985): Auszubildende und Politik. In: Friebe, H. (Hrsg.): Berufliche Qualifikationen und Persönlichkeitsentwicklung. Alltagserfahrungen Jugendlicher und sozialwissenschaftliche Deutung. Opladen: Westdeutscher Verlag, S. 204–228
- Knöll, B. (2007): Differenzielle Effekte von methodischen Entscheidungen und Organisationsformen beruflicher Grundbildung auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung in der gewerblich-technischen Erstausbildung. Eine empirische Untersuchung in der Grundausbildung von Elektroinstallateuren. Aachen: Shaker
- Knöll, B./ Gschwendtner, T./ Nickolaus, R. (2006): Einflüsse methodischer Grundentscheidungen auf die Entwicklung zentraler Aspekte beruflicher Handlungskompetenz in anforderungsdifferenten gewerblich-technischen Ausbildungsberufen. In: Gonon, P./ Klauser, F./ Nickolaus, R. (Hrsg.): Kompetenz, Qualifikation und Weiterbildung im Berufsleben. Opladen: Barbara Budrich, S. 27-40
- Knöll, B./ Gschwendtner, T./ Nickolaus, R./ Ziegler, B. (2007): Motivation in der elektrotechnischen Grundbildung. In: ZBW, 103. Bd., H. 3, S. 397-415
- Lehmann, R./ Seeber, S. (2007): Untersuchungen von Leistungen, Motivation und Einstellungen der Schülerinnen und Schüler in den Abschlussklassen der Berufsschulen (ULME III). Behörde für Bildung und Sport
- Lehmann, R./ Seeber, S./ Hunger, S. (2006): ULME II. Hamburg
- MacGinitie, W. H. u.a. (2000): Gates-MacGinitie Reading Tests Level 7/9. Manual for Scoring and Interpretation. Itasca (IL): Riverside Publishing
- Masters, G. N. (1982): A Rasch model for partial credit scoring. In: Psychometrika, Jg. 47, H. 2, S. 149-174
- Mayer, E. u.a. (1981): Betriebliche Ausbildung und gesellschaftliches Bewusstsein. Die berufliche Sozialisation Jugendlicher. Frankfurt a. M. u.a.: Campus
- Münch, J./ Reishauer, U./ Schmidt, R./ Schulz, E. (1976): Schulversuche zum Berufsgrundbildungsjahr in Rheinland-Pfalz. Abschlußbericht des Beirats zur Begleitung der Schulversuche zum Berufsgrundbildungsjahr in Rheinland-Pfalz. Mainz: v. Hase & Koehler (Schulversuche und Bildungsforschung, Berichte und Materialien; Bd. 10)
- Nickolaus, R. (2005): Methodische Entscheidungen und der Lernerfolg Schwächerer in der beruflichen Ausbildung – Konsequenzen für die Berufsvorbereitung und Berufsgrundbildung. In: Schlag, T./ Lallinger, M. W./ Fitzner, T. (Hrsg.): Von der Schule ... in den Beruf. Berufliche Bildung und Integration junger Menschen. Bad Boll. Evangelische Akademie, S. 98-111 (edition akademie; Bd. 16)
- Nickolaus, R./ Bickmann, J. (2002): Kompetenz- und Motivationsentwicklung durch Unterrichtskonzeptionen. In: Die Berufsbildende Schule, 54. Jg., H. 7-8, S. 236–243
- Nickolaus, R./ Heinzmann, H./ Knöll, B. (2005): Ergebnisse empirischer Untersuchungen zu Effekten methodischer Grundentscheidungen auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung in gewerblich-technischen Berufsschulen. In: ZBW, 101. Bd., H. 1, S. 58-78
- Nickolaus, R./ Knöll, B./ Gschwendtner, T. (2006): Methodische Präferenzen und ihre Effekte auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung – Ergebnisse aus Studien in anforderungsdifferenten elektrotechnischen Ausbildungsberufen in der Grundbildung. In: ZBW, 102. Bd., H. 4, S. 552-577
- Nickolaus, R./ Riedl, A./ Schelten, A. (2005): Ergebnisse und Desiderata zur Lehr-Lernforschung in der gewerblich-technischen Berufsausbildung. ZBW, 101. Bd., H. 4, S. 507-532
- Nickolaus, R./ Schelten, A./ Sembill, D. (2004): Analysen systemischer Wechselwirkungen beruflicher Bildungsprozesse. Antrag an den Senat der DFG zu Einrichtung eines Schwerpunktprogramms
- Nickolaus, R./ Ziegler, B. (2005): Der Lernerfolg schwächerer Schüler in der beruflichen Ausbildung im Kontext methodischer Entscheidungen. In: Gonon, P./ Klauser, F./ Nickolaus, R./ Huisinga, R. (Hrsg.): Kompetenz, Kognition und neue Konzepte der beruflichen Bildung Wiesbaden: VS-Verlag, S. 161–175 (Schriftenreihe der Sektion Berufs- u. Wirtschaftspädagogik der DGfE)

- Niegemann, H. (2004): Lernen und Fragen: Bilanz und Perspektiven der Forschung. In: Unterrichtswissenschaft, 32. Jg., H. 4, S. 345-356
- Pätzold, G. (1995): Kooperation des Lehr- und Ausbildungspersonals in der beruflichen Bildung – Berufspädagogische Begründungen. Bilanz, Perspektiven. In: Pätzold, G./ Walden, G. (Hrsg.): Lernorte im dualen System der Berufsbildung. Berlin, Bonn: Bertelsmann, S. 143-166
- Pätzold, G./ Drees, G./ Thiele, H. (1998): Kooperation in der beruflichen Bildung. Zur Zusammenarbeit von Ausbildern und Berufsschullehrern im Metall- und Elektrobereich. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren
- Prenzel, M. u.a. (1998): Lernmotivation im kaufmännischen Unterricht: Die Sicht von Auszubildenden und Lehrkräften. In: Beck, K./ Dubs, R., S. 169–187
- Prenzel, M./ Kirsten, A./ Dengler, P./ Eittle, R./ Beer, T. (1996): Selbstbestimmt motiviertes und interessiertes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung. In: Beck, K./Heid, H.: Lehr-Lern-Prozesse in der kaufmännischen Erstausbildung – Wissenserwerb, Motivierungsgeschehen und Handlungskompetenzen. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik. Beiheft 13. Stuttgart: Steiner, S. 108-127
- Roß, J. H. (1993): Didaktische Parallelität im dualen System der kaufmännischen Berufsausbildung. Curriculumentwicklung und –revision in Berufsschule und Betrieb. Frankfurt a.M. u.a.: Peter Lang (Beiträge zur Arbeits-, Berufs- und Wirtschaftspädagogik; Bd. 12)
- Rost, J. (1996): Lehrbuch Testtheorie Testkonstruktion. Bern u.a.: Huber
- Rothgänger, E. (1991): Berufliche Grundbildung im Wandel. Intention – Implementation – Realisation – Evaluation am Beispiel des Landes Rheinland-Pfalz. Frankfurt a.M.: Peter Lang (Beiträge zur Arbeits-, Berufs- und Wirtschaftspädagogik; Bd. 11)
- Schiefele, U./ Krapp, A./ Schreyer, I. (1993): Metaanalyse des Zusammenhangs von Interesse und schulischer Leistung. In: Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie, 25 Jg., H. 2, S. 120-148
- Schiefele, U./ Krapp, A./ Wild, K.-P. (1993): Der „Fragebogen zum Studieninteresse“ (FSI). In: Diagnostica, 39. Jg., H. 4, S. 335–351
- Seeber, S. (2008): Ansätze zur Modellierung beruflicher Fachkompetenz in kaufmännischen Ausbildungsberufen. In: ZBW (in diesem Heft)
- Seifried, J. (2004): Schüleraktivitäten beim selbstorganisierten Lernen. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 7. Jg., H. 4, S. 569–584
- Seifried, J./ Sembill, D./ Nickolaus, R./ Schelten, A. (2005): Analysen systemischer Wechselwirkungen beruflicher Bildungsprozesse. In: ZBW, 101. Bd, H. 4, S. 601-618
- Sembill, D. u.a. (1998): Prozessanalysen Selbstorganisierten Lernens. In: Beck, K./ Dubs, R., S. 75–79
- Sembill, D./ Gut-Sembill, K. (2004): Fragen hinter Schülerfragen – Schülerfragen hinterfragen. In: Unterrichtswissenschaft, 32. Jg. H. 4, S. 321-333
- Sembill, D./ Scheja, S. (2003): Motivationssituation von Auszubildenden der AUDI AG. Abschlussbericht. Bamberg
- Stern, E. (2001): Intelligenz, Wissen, Transfer und der Umgang mit Zeichensystemen. In: Stern, E. & Guthke, J. (Hrsg.): Perspektiven der Intelligenzforschung. Lengerich: Pabst Publisher, S. 163–204
- Thiele, N. (2000): Das Problemfeld „Technische Mathematik“ – Ergebnisse und Konsequenzen einer empirischen Untersuchung im Ausbildungsberuf Elektroinstallateur/Elektroinstallateurin. In: Bader, R./ Jenewein, K. (Hrsg.): Didaktik der Technik zwischen Generalisierung und Spezialisierung. Frankfurt a.M.: Gesellschaft zur Förderung Arbeitsorientierter Forschung und Bildung, S. 265-290
- Walden, G./ Brandes, H. (1995): Lernortkooperation – Bedarf, Schwierigkeiten, Organisation. In: Pätzold, G./ Walden, G. (Hrsg.): Lernorte im dualen System der Berufsbildung, Berlin, Bonn: Bertelsmann, S. 127-142
- Weiß, R. H. (1999): Grundintelligenztest CFT 3 Skala 3. Handanweisung für die Durchführung, Auswertung und Interpretation. Göttingen: Hogrefe Verlag
- Wilson, M. (2003): On choosing a model for measuring. In: Methods of Psychological Research Online, Vol. 8, No. 3, S. 1-22

- Wu, M. L. (2005): The Role of Plausible Values in Large-Scale Surveys. In: *Studies in Educational Evaluation*, 31, S. 114-128
- Wu, M. L./ Adams, R. J./ Wilson, M. R. (1998): *ACER ConQuest. Generalised Item Response Modelling Software*. Melbourne: Acer Press
- Wülker, W. (2004): Differentielle Effekte von Unterrichtsorganisationsformen in der gewerblichen Erstausbildung in Zimmererklassen – eine empirische Studie. Aachen: Shaker
- Wuttke, E. (2005): Schweigen ist Silber, Reden ist Gold? Analyse der Qualität und Wirkung von Unterrichtskommunikation in schülerzentrierten Sequenzen. In: Gonon, P./ Klauser, F./ Nickolaus, R./ Huisinga, R. (Hrsg.): *Kompetenz, Kognition und neue Konzepte beruflicher Bildung*. Wiesbaden: VS-Verlag, S. 147-160
- Zimmermann, M./ Wild, K.-P./ Müller, W. (1999): Das „Mannheimer Inventar zur Erfassung betrieblicher Ausbildungssituationen“ (MIZEBA). In: *ZBW*, 95. Bd., H. 3, S. 373-402

Anschrift der Autoren: Prof. Dr. Reinhold Nickolaus, Institut für Erziehungswissenschaft und Psychologie, Abteilung Berufs-, Wirtschafts- und Technikpädagogik, Geschwister-Scholl-Straße 24D, 70174 Stuttgart, Tel. 0711/6858-3181, Fax. 0711/6858-3130, nickolaus@bwt.uni-stuttgart.de

Dipl.-Gwl. Tobias Gschwendtner, Institut für Erziehungswissenschaft und Psychologie, Abteilung Berufs-, Wirtschafts- und Technikpädagogik, Geschwister-Scholl-Straße 24D, 70174 Stuttgart, Tel. 0711/6858-2998, Fax. 0711/6858-3130, gschwendtner@bwt.uni-stuttgart.de

Dr. phil. Bernd Geißel, Institut für Erziehungswissenschaft und Psychologie, Abteilung Berufs-, Wirtschafts- und Technikpädagogik, Geschwister-Scholl-Straße 24D, 70174 Stuttgart, Tel. 0711/6858-2997, Fax. 0711/6858-3130, geissel@bwt.uni-stuttgart.de