

MATTHIAS HEDRICH (Universität Stuttgart)

SUNITA ARIALI (Universität Stuttgart)

**Einfluss eines elektrotechnischen Förder- und
Interventionstrainings (Elektro-FIT) in Lernfeld 1 & 2 auf das
Fachwissen von Elektronikern für Energie- und Gebäudetechnik**

Herausgeber

BERND ZINN

RALF TENBERG

DANIEL PITTICH

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

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

MATTHIAS HEDRICH / SUNITA ARIALI

Einfluss eines elektrotechnischen Förder- und Interventionstrainings (Elektro-FIT) in Lernfeld 1 & 2 auf das Fachwissen von Elektronikern für Energie- und Gebäudetechnik

ZUSAMMENFASSUNG: Die als Quasi-Experiment angelegte Untersuchung ist eine längsschnittliche Interventionsstudie, welche die Wirkungseffekte eines sechsmonatigen *Elektro-Förder- und Interventions-Trainings* (Elektro-FIT)¹ auf die Fachwissensentwicklung analysiert. Die Interventionsmaßnahmen wurden speziell für die elektrotechnische Grundbildung in Lernfeld (LF) 1 und 2 entwickelt und vorliegend bei Elektronikern für Energie- und Gebäudetechnik eingesetzt (N = 213). Die Befunde zeigen, dass die Experimentalgruppe durch das Elektro-FIT einen signifikant höheren Lernzuwachs aufweist als die Kontrollgruppe. Dabei profitieren kognitiv stärkere Schüler eher vom Fördertraining als kognitiv schwächere Schüler. Durch tiefergehende Analysen mittels gemischter linearer Modelle (LMMs) lässt sich nachweisen, dass kognitive Voraussetzungen und der Migrationshintergrund, der über die Muttersprache erfasst wird, Einfluss auf das Fachwissen nehmen. Geringe kognitive Voraussetzungen und/oder eine nicht deutsche Muttersprache wirken sich hierbei limitierend auf Fachwissen aus.

Schlüsselwörter: (Fach-)Wissenserwerb, förderbedürftige Schüler, gemischte lineare Modelle, Elektro-Förder- und Interventions-Training (Elektro-FIT)

Influence of an electrotechnical support and intervention training (German: Elektro-FIT) in learning field 1 & 2 on the expertise of electronics engineers for energy and building technology

ABSTRACT: The quasi-experimental study is a longitudinal intervention study that analyses the effects of a six-month electrotechnical support and intervention training (German: *Elektro-Förder- und Interventions-Training - Elektro-FIT*)² on the development of expertise. The intervention measures were specifically designed for electrotechnical basic education in the learning fields (LF) 1 and 2, and in the present study they were deployed by electronics engineers for energy and building technology (N = 213). The findings show that the experimental group has a significantly higher learning increase due to Elektro-FIT than the control group. Here, the cognitively stronger students benefit more from the support training than cognitively weaker students. With in-depth analysis using linear mixed models (LMMs) it can be demonstrated that cognitive premises and the migration background, as established through their native language, exert influence on the expertise. Low cognitive premises and/or a non-German native language have a limiting effect on expertise.

Keywords: Keywords: (Expertise) knowledge acquisition, students in need of assistance, mixed linear models, electro support and intervention training (Elektro-FIT)

¹ Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1602 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt der Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

² The project on which this report is based was funded by the Federal Government and the States in the context of the joint "Teacher Education Quality Campaign" (German: Qualitätsoffensive Lehrerbildung) with funds from the Federal Ministry of Education and Research under grant number 01JA1602. The authors are responsible for the contents of the publication.

1 Ausgangslage

Mit der Einführung des Lernfeldkonzeptes (LF-Konzeptes) im Jahre 2003 wurde nicht nur die Intention verfolgt, berufsschulischen Unterricht an moderne schülerzentrierte Lehrformen anzupassen, sondern auch den individuellen Lernbedürfnissen von Schülern³ gerecht zu werden, um diese dadurch besser in ihrer beruflichen Ausbildung zu unterstützen. Die Ausrichtung des Unterrichts auf die Förderung beruflicher, aber auch gesellschaftlicher Handlungskompetenz steht hierbei an erster Stelle, was die Förderung von beruflicher Fachkompetenz und die Vertiefung der allgemeinen Bildung bedeutet (vgl. KMK 2003; KMK 2007; KMK 2011). Der Einsatz von schüleraktiven Lehr-/Lernformen und binnendifferenziertes Lernen sollen dabei die Basis für die Förderung sowohl von leistungsschwachen als auch -starken Schülern sein.

In den letzten Jahren galt es dieser Basis in besonderem Maße Rechnung zu tragen, da die Heterogenität im berufsschulischen Kontext erheblich zugenommen hat, was sich unter anderem an den Schülerzahlen bemerkbar macht. So nahm von 2011 bis 2015 die Zahl der Schüler an beruflichen Schulen⁴ zwar von rund 2.612 Mio. auf rund 2.496 Mio. ab, doch stieg in diesem Zeitraum gleichzeitig die Zahl der Schüler im Berufsvorbereitungsjahr (BVJ) um rund 65 % von 48.941 auf 80.796 (vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung [BMBF] 2017a, S. 46). Das BVJ wird von tendenziell schwächeren Schülern besucht, denen der Weg in eine Berufsausbildung ermöglicht werden soll. Es ist davon auszugehen, dass die Schülerzahlen im BVJ auch in Zukunft steigen werden, ohne dass es insgesamt mehr Schüler im Berufsbildungssystem geben wird. Das heißt, letztlich werden selbst bei einer ausreichenden Anzahl von Ausbildungsplätzen den steigenden Ansprüchen von Betrieben wachsende Qualifikationsdefizite der Bewerber gegenüberstehen (vgl. Albrecht et al. 2014, S. 18 f.). Bereits jetzt kann festgestellt werden, dass selbst in Berufen mit eher niedrigen Eingangsvoraussetzungen und geringeren Anforderungen, wie es im Beruf des Elektronikers für Energie- und Gebäudetechnik der Fall ist, immer mehr Auszubildende einen starken individuellen Förder- und Interventionsbedarf (auch über den Regelunterricht hinaus) aufweisen.⁵ Für die generelle Zunahme von Schülern mit Förder- und Interventionsbedarf in den verschiedenen Bildungsbereichen gibt es eine Reihe unterschiedlicher Ursachen und Gründe (vgl. auch Ernst & Westhoff 2011, S. 1), von denen hier drei Ursachen erwähnt werden sollen:

- (1) Die Determinierung des Bildungsgrades durch die soziale Herkunft, anstatt durch die individuell tatsächlich vorhandenen Fähigkeiten und Möglichkeiten einer Person, führt in Deutschland im Falle einer nachteiligen sozialen Herkunft zu einer ungünstigen (allgemeinen) Vorbildung bzw. ungünstigen schulischen Ausbildungsvoraussetzungen. So haben 43,4 % der Schüler, die auf die Hauptschule gehen, Eltern, die ebenfalls einen Volks- oder Hauptschulabschluss vorweisen. Kinder, deren Eltern eine Fachhochschul- oder Hochschulreife besitzen, machen hingegen lediglich 14,9 % der Schüler in der Hauptschule aus (vgl. Statistisches Bundesamt [Destatis] 2017, S. 87). Befinden sich Schüler also bspw. nur wegen

³ Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden nur die männliche Form verwendet; es sind jedoch stets alle Personen ungeachtet ihres Geschlechts gleichermaßen gemeint.

⁴ Mit beruflichen Schulen ist gemeint: Teilzeit-Berufsschule (größter Anteil mit ca. 1,5 Mio. Schülern im Jahr 2015), Berufsvorbereitungsjahr, Berufsgrundbildungsjahr in vollzeitschulischer Form, Berufsaufbauschule, Berufsfachschule, Berufsoberschule/Technische Oberschule, Fachgymnasium, Fachoberschule, Fachschule und Fachakademie.

⁵ Diese Situation ist bspw. auch in den Berufen Stuckateur, Fliesenleger und Maurer vorzufinden (vgl. Nickolaus et al., 2012). Anders verhält es sich bei Berufen mit deutlich höheren Eingangsvoraussetzungen, weil sie von leistungsstärkeren Schülern erlernt werden, wie dies bspw. für den Beruf des Elektronikers für Automatisierungstechnik gilt (vgl. van Waveren & Nickolaus 2015).

ihrer sozialen Herkunft in einem für ihr Leistungsvermögen zu anspruchsvollen Lernumfeld, bleibt es nicht aus, dass fachbezogene und fachübergreifende Fördermaßnahmen notwendig sind. Dabei wird die Sache auch dann nicht besser, wenn die Schüler nach dem Erwerb eines allgemeinen Bildungsabschlusses bspw. in den Bereich der beruflichen Bildung übergehen, wie es im Kontext der vorliegenden Studie der Fall ist. Kommen noch Armut oder soziale Ausgrenzung⁶ hinzu, kann sich dieses Verhältnis sogar weiter verschlechtern.

- (2) Der Anteil von Personen mit Migrationshintergrund an der Bevölkerung, aber auch von nach Deutschland geflüchteten jungen Menschen im Speziellen, ist in den letzten Jahren angestiegen, und Prognosen besagen, dass die Wanderungsgewinne 2018 sogar die Geburtendefizite mehr als ausgleichen, wodurch die Einwohnerzahl Deutschlands mit 83 Millionen Menschen dann einen neuen Höchststand seit der deutschen Wiedervereinigung erreicht hat (vgl. Statistisches Bundesamt [Destatis] 2019).⁷ Vorgreifend sei an dieser Stelle bereits gesagt, dass Migration mehr ist „[...] als nicht deutsche Staatsangehörigkeit [...]“ (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2016, S. 163). Außerdem ist die Berücksichtigung einer nicht deutschen „[...] Familiensprache bei Menschen mit Migrationshintergrund [sowie deren gezielte Förderung] von hoher Bedeutung für [...] den Erfolg des Bildungssystems [...]“, wenn es um Förderabsichten geht (Autorengruppe ebd., S. 166). Daher wird im Kontext dieser Untersuchung der relativ komplexe Begriff „Migration“ nicht als staatsübergreifende „Wanderungsbewegung“ verstanden (vgl. Autorengruppe ebd., S. 163), sondern Migration über eine andere Muttersprache als Deutsch differenziert (vgl. Kap. 4.1). Bereits jetzt hat von den unter 10-Jährigen in Deutschland im Schnitt mehr als ein Drittel einen Migrationshintergrund (vgl. Autorengruppe ebd.). Darüber hinaus wiesen einzelne Bundesländer bereits 2014 diesbezüglich eine Quote von über 40 % auf (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2014, S. 4). In der Altersgruppe der 4- bis 5-jährigen Kinder mit Migrationshintergrund besuchen zwar immerhin 90 % eine Kindertageseinrichtung, aber bei 63 % von ihnen wird zuhause überwiegend eine andere Sprache gesprochen. In Berlin sowie in städtischen Regionen Hessens und Nordrhein-Westfalens sprechen über 75 % der 4- bis 5-Jährigen mit Migrationshintergrund in der Regel zu Hause kein Deutsch (vgl. Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2016, S. 166). Im bundesweiten Schnitt betrachtet bedeutet dies, dass von allen Kindern im Kindergartenalter ca. 25 % einen über die Sprache definierten Migrationshintergrund besitzen (vgl. Autorengruppe ebd.).

Bezieht man das Bildungsniveau junger Menschen mit ein, lassen sich weitere Feststellungen machen (vgl. Destatis 2017, S. 84). So kann die Gruppe aller 15- bis 25-Jährigen in Deutschland aufgeteilt werden in Personen, die sich in einer schulischen Ausbildung befinden, Personen mit allgemeinem Schulabschluss und Personen ohne allgemeinen Schulabschluss.⁸ Betrachtet man nur die 15- bis 25-

⁶ Eines oder mehrere der folgenden Kriterien müssen zutreffen: Armutsgefährdung, erhebliche materielle Deprivation und/oder Zugehörigkeit zu einem Haushalt mit sehr geringer Erwerbsbeteiligung (Bundesarbeitsgemeinschaft Katholischer Jugendsozialarbeit (vgl. BAG KJS e. V. 2016, S. 2).

⁷ Finale Zahlen sind laut Statistischem Bundesamt im Sommer 2019 zu erwarten (vgl. Statistisches Bundesamt [Destatis] 2019).

⁸ Anzumerken ist, dass 3,5 % aller 15 bis 25-Jährigen in Deutschland keinen allgemeinen Schulabschluss besitzen, der Anteil der Personen mit Migrationshintergrund innerhalb dieser Gruppe, die keinen allgemeinen Schulabschluss vorweisen können, mit 6,6 % jedoch fast doppelt so hoch liegt (vgl. Destatis 2017, S. 84).

Jährigen in Deutschland mit allgemeinem Schulabschluss (Gesamtsumme: 5,695 Mio. Personen), so haben davon 26.2 % von ihnen einen Migrationshintergrund (1,491 Mio. Personen), während der Rest keinen Migrationshintergrund besitzt (4,204 Mio. Personen, vgl. Destatis 2017, S. 84). Der Vergleich des Bildungsgrades in diesen beiden Teilgruppen ergibt, dass Personen mit Migrationshintergrund ein niedrigeres allgemeines Bildungsniveau aufweisen als Personen ohne Migrationshintergrund (siehe Abb. 1). Eine durch Migration entstandene Benachteiligung hinsichtlich der erfolgreichen Teilhabe an Bildung kann daher nur mit einem speziell darauf angepassten Lernumfeld ausgeglichen werden. Der Sprach- und Rechtschreibförderung in Bildungseinrichtungen kommt eine zentrale Bedeutung zu, da in Familien mit Migrationshintergrund häufig zuhause kein Deutsch gesprochen wird (vgl. Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2016, S. 163). Lernmaterialien sollten deshalb leicht verständlich und kleinschrittig angelegt sein.

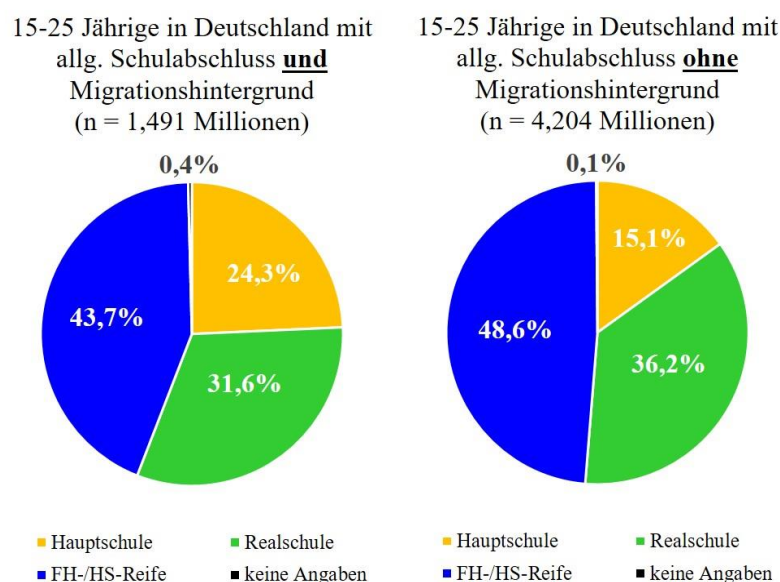


Abb. 1: Allgemeiner Bildungsgrad der Teilgruppen aller 15- bis 25-Jährigen mit und ohne Migrationshintergrund (eigene Darstellung, Zahlen vgl. Destatis 2017, S. 84)

- (3) Bei vielen Jugendlichen wird der Wunsch immer größer, einen höherqualifizierten (Schul-)Abschluss zu erwerben, weil sie sich dadurch eine Verbesserung ihrer beruflichen Chancen erhoffen, was auch ihre Eltern so sehen, die sie in diesem Wunsch mehr oder weniger stark unterstützen. War die Zahl der Anfänger im Dualen System, die eine Berufsausbildung anstrebten, bis 2013 noch deutlich höher als die Zahl der Studienanfänger, hat sich dieses Verhältnis seitdem umgekehrt (vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung [BMBF] 2018, S. 57). Diese Entwicklung ist einerseits jedoch noch lange kein Garant dafür, dass junge Menschen mit Blick auf ihr Leistungsvermögen an höheren Schulen gut aufgehoben sind oder einen entsprechenden Abschluss auch wirklich erreichen. Andererseits kann diese Entwicklung für den berufsbildenden Bereich bedeuten, dass die in diesem Bildungssektor vorhandenen Schüler sich in Zukunft durch einen noch stärkeren individuellen (fachlichen) Förderbedarf auszeichnen, wenn alle leistungstärkeren Schüler, denen es auf irgendeine Art und Weise möglich

ist, höhere Abschlüsse anstreben und dem berufsbildenden Bereich nicht mehr zur Verfügung stehen. Oder es könnte sogar noch schlimmer kommen, wie es im Handwerk mit Ausnahme von 2016 seit Jahren bereits der Fall ist, nämlich dass die Zahl der Bewerber weit hinter jener der freien Stellen zurückbleibt (vgl. Matthes et al. 2017, S. 15 f.).⁹

Vor diesen Hintergründen muss davon ausgegangen werden, dass förderbedürftigen Schülern durch entsprechende Interventionsmaßnahmen auch in Zukunft mehr Aufmerksamkeit im (beruflichen) Schulwesen geschenkt werden muss. Ein Ignorieren von Problemen, welche das Ausbildungsziel negativ beeinflussen, führt in letzter Konsequenz zu erheblichen Vertragslösungsquoten (vgl. Ernst et al. 2015, S. 19). Bereits seit 2010 hat die Zahl der vertraglich abgeschlossenen und in den ersten 48 Monaten, also vier Jahren, aufgelösten Ausbildungsverträge (Vertragslösungsquote) erheblich zugenommen. Sie lag im Jahr 2016 mit 25.8 % sogar über dem als normal angenommenen Schwankungsbereich von 20-25 %, ausgehend von den Aufzeichnungen ab Anfang der 1990er Jahre (vgl. Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2016, S. 115; Bundesministerium für Bildung und Forschung [BMBF] 2017b, S. 75 f.; BMBF 2018, S. 16 und S. 90).¹⁰ Betroffen davon sind vor allem Schüler, die „lediglich“ einen Hauptschulabschluss vorweisen können. So ist ihr Anteil an den Vertragslösungen von 33.5 % im Jahr 2010 (vgl. BMBF 2018, S. 75 f.) auf 38.2 % im Jahr 2016 gestiegen (vgl. BMBF 2018, S. 90). Besonders kritisch ist die Tatsache, dass über 50 % aller Vertragslösungen bereits im ersten Lehrjahr stattfinden, d. h., die Bekämpfung der Ursachen, so auch der Leistungsdefizite eher schwächerer und förderbedürftiger Schüler, muss eigentlich bereits davor, aber spätestens in diesem Zeitraum stattfinden.

2 Forschungsstand und daraus abgeleitete Hypothesen

Im vorliegenden Kapitel wird zunächst auf den Forschungsstand Bezug genommen, bevor im Anschluss daran Forschungsfragen angesprochen werden und die Hypothesenformulierung stattfindet.

2.1 Forschungsstand zu Heterogenität und Förderbedürftigkeit von Schülern unter Berücksichtigung selbstgesteuerter Lernprozesse

Wegen der in Kap. 1 skizzierten Ausgangslage wird auch in den nächsten Jahren mit einer hohen Heterogenität von Lerngruppen und Klassenzusammensetzungen gerade im beruflichen Schulwesen zu rechnen sein. Die zentrale Frage, die sich hier stellt, ist, auf welchem Wege man ggf. einen Förderbedarf diagnostiziert und/oder welchen Fördergedanken und welche Interventionsmaßnahme man zugrunde legt. Denn einzelne Schüler können immer wieder Probleme bei der Erreichung eines Klassenziels haben, die jedoch noch keine akute Abschlussgefährdung mit sich bringen, sofern parallel zum Regelunterricht frühzeitig individuelle Fördermechanismen greifen (Lerngruppen, Zusatzunterricht etc.). Und den Förderbedarf eines oder mehrerer Schüler reflexartig sofort damit gleichsetzen zu wollen, dass eine „Lernschwäche“ vorliegt, ist ebenfalls

⁹ Allein von 2009 bis 2015 haben sich die unbesetzten Ausbildungsplatzangebote im Handwerk verdreifacht (vgl. Matthes 2017, S. 17).

¹⁰ Jüngere Aufzeichnungen für 2017 liegen momentan noch nicht vor und werden erst dem Berufsbildungsbericht 2019 zu entnehmen sein. Es darf jedoch angenommen werden, dass die Vertragslösungsquote auch für 2017 vergleichsweise hoch ausfällt.

zu kurz gegriffen. Lernschwäche fällt nach ICD-10¹¹ in den Bereich F81.9 (nicht näher zu bezeichnende Entwicklungsstörung schulischer Fertigkeiten). Die Folge einer Lernschwäche ist eine allgemeine schulische Minderleistung im Vergleich zur Alters- oder Klassennorm (> 1.5 SD) bei normaler fluider Intelligenz (Grenzwerte sind je nach Quelle $IQ > 70$ oder $IQ > 85$ bzw. der Bereich zwischen 70 und 85, vgl. Gold 2016, S. 24). Damit wird eine Abgrenzung zu Lernstörungen versucht (bspw. F81.0 bis F81.2, d. h. Lese- und Rechtschreibstörung, isolierte Rechtschreibstörung oder Rechenstörung), bei denen ebenfalls Minderleistungen vorliegen, welche, ausgehend von einer relativ normalen Intelligenz, jedoch nicht zu erwarten gewesen wären (Abweichung > 1.0 bis 2.0 SD, vgl. Gold 2016, S. 48). Ebenso ist eine Abgrenzung zwischen Lernschwäche und Lernbehinderung zu ziehen, da bei einer Lernbehinderung eine schulische Minderleistungen und eine Intelligenzminderung ($55 < IQ < 85$) vorliegen (vgl. Gold 2016, S. 114).

Aus den Umschreibungen des vorangegangenen Abschnitts wird ersichtlich, dass sich Lernschwäche und Lernstörungen nur mühsam voneinander abgrenzen lassen, was vor allem jüngst zu kontroversen Diskussionen geführt hat. Da einerseits der Förderbedarf über die Abweichung der individuellen Schulleistung von der Altersnorm bei normaler fluider Intelligenz begründet wird (Lernschwäche), andererseits über die Diskrepanz zwischen nicht erklärbarer schlechter individueller Schulleistung und normaler individueller fluider Intelligenz (Lernstörung), wird von einem „doppelten“ Diskrepanzkriterium gesprochen. Deshalb wird stattdessen vorgeschlagen, einen einzigen Begriff zu verwenden und nur noch dahingehend zu differenzieren, ob die Schulleistung einer Person von jener der Alters- oder Klassennorm abweicht (vgl. Gold 2016, S. 26) oder bspw. eine Minderleistung von mindestens zwei Standardabweichungen gegenüber der Leistungserwartung in standardisierten Schulleistungstests vorliegt (vgl. Lauth 2014, S. 67).¹²

Eine deutlich weiter gefasste Herangehensweise verfolgt die UNESCO, wenn es um Teilhabe an Bildung und Förderbedürftigkeit (auch infolge von z. B. Lernschwäche) geht. Dabei wird sich aus einer Anforderungssicht dem sehr weit gefassten universalen Recht eines Menschen auf Bildung angenähert und gefragt, welche Anforderungen ein Bildungsrahmen erfüllen muss, um jeden Menschen ausreichend zu fördern, „[...] unabhängig von Geschlecht, Herkunft, sozialen oder ökonomischen Voraussetzungen, Behinderung oder besonderen Lernbedürfnissen [...]“ (Römer 2014, S. 50). Die Lernenden sollen sich in diesem Zusammenhang selbstbestimmt und selbstgesteuert in ihren Entwicklungs- und Lernprozess einbringen können (vgl. Römer 2014, S. 28).

Ein solches Förderverständnis impliziert die Berücksichtigung einer Vielzahl von Herausforderungen. Einerseits gilt es die Schüler, ausgehend von ihrem individuellen Entwicklungsstand, in den Lernprozess einzubinden. Andererseits müssen Vorwissenslücken einzelner Schüler geschlossen werden, da bekannt ist, dass bspw. der Grad des fachspezifischen Vorwissens¹³ oder der Intelligenz mit die stärksten Prädiktoren für Fachwissen darstellen (vgl. Nickolaus et al. 2011 oder auch Nickolaus et al. 2012). Weiterhin ist zu beachten, dass selbstgesteuerte fachbezogene Lernumgebungen nicht per se einen Lernerfolg garantieren. Gerade von eher schwachen

¹¹ ICD 10 ... International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, 10. Revision (siehe Internet: <http://www.icd-code.de/icd/code/ICD-10-GM.html>, abgerufen am 18.03.2018)

¹² Entscheidend dabei ist, dass die Abweichungen nicht durch Defizite in Erziehung oder Beschulung zustande gekommen sind bzw. organische (z. B. Seh- oder Hörstörung) oder neurologische Erkrankungen vorliegen (vgl. Lauth 2014, S. 67).

¹³ Bereits Nickolaus, Heinzmann und Knöll (2005, S. 65) weisen das (deklarative) Vorwissen mit ca. 22 % Varianzaufklärung als stärksten Prädiktor für Fachwissen aus.

Schülern, die in der Grundbildung bei Elektronikern für Energie- und Gebäudetechnik eher die Regel denn die Ausnahme sind, kann ein solches Lernsetting als überfordernd wahrgenommen werden (vgl. Nickolaus, Gschwendtner & Geißel 2008, S. 67).¹⁴ Überforderung kann daher nur mittels individueller, bedarfsgerechter und fachspezifischer Unterstützung minimiert werden, weshalb einerseits ein sehr kleinschrittiges Vorgehen im Lernprozess gewählt werden, andererseits der Lehrer als Ansprechpartner, Hilfesteller und (fachlicher) Inputgeber zur Verfügung stehen muss. Intendiert ist zudem eine unablässige Förderung von Lernstrategien, um den Schülern eine Hilfe durch Selbsthilfe im individuellen Lernprozess zu ermöglichen. Dies sind Maßnahmen, die im „berufsbezogenen Strategietraining“ (BEST) (vgl. Nickolaus, Petsch & Norwig 2012) ebenso Berücksichtigung finden wie im „Fördertraining von Lernschwachen im Metallbereich“ (FLAM) (vgl. Zinn et al. 2015; Petsch et al. 2015). Beide richten sich an Berufsgruppen mit traditionell eher schwachen Schülern, die ungünstigere Eingangsvoraussetzungen mitbringen, wie dies auch bei Auszubildenden im vorliegend untersuchten Berufsbereich des Elektrikers für Energie- und Gebäudetechnik der Fall ist (vgl. Nickolaus, Knöll & Gschwendtner 2006; Nickolaus, Gschwendtner & Geißel 2008). Dies impliziert, dass es nur erschwert oder gar nicht möglich ist den curricularen Anspruch zu erfüllen (vgl. Gschwendtner, Geißel & Nickolaus 2010, S. 266). BEST adressiert den Bereich der beruflichen Grundbildung Bautechnik und wurde in den Ausbildungsberufen Stuckateur, Fliesenleger und Maurer erprobt (vgl. Nickolaus et al. 2012). Das Fördertraining besteht aus sechs Fördermodulen mit differenzierenden Zusatzmaterialien. FLAM schließt an die mit BEST gemachten Erfahrungen an, fand jedoch Einsatz in den Berufen Metallbauer und Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizung- und Klimatechnik. Es besteht aus einem Grundlagenmodul, einem Modul zum Strategietraining und jeweils drei Lernmodulen.¹⁵ Sowohl BEST als auch FLAM legen den Schwerpunkt auf ein berufsbezogenes Strategietraining. Dabei werden allgemeine metakognitive Strategien (vollständige Handlung: Planung, Ausführung/Überwachung und Bewertung) und bereichsspezifische kognitive Strategien (fachspezifisch) zur Förderung von Fachwissen und unter Berücksichtigung von Defiziten der Schüler im allgemeinbildenden Grundlagenbereich eingesetzt. Metakognitive Strategien stellen methodische Werkzeuge dar, mit denen sich die Schüler komplexe fachspezifische Inhalte selbstständig erschließen können. Es wird ihnen somit Hilfe zur Selbsthilfe gegeben. Ausgehend von diesem methodisch-fachlichen Wechselspiel werden die Schüler „[...] schrittweise an das planvolle und selbstständige Lösen von metalltechnischen Aufgaben und Problemen herangeführt [...]“ (Petsch et al. 2015, S. 9). Konkreter: steht ein Schüler bspw. vor der Herausforderung, für ein Biegeteil die „gestreckte Länge“ zu berechnen, und kennt dafür weder die relevante Formel (fachspezifisch) noch die Herangehensweise an diese Problemstellung (methodisch), kann er hierfür metakognitive Strategien einsetzen. Dies kann damit beginnen, dass sich der Schüler zunächst Klarheit darüber verschafft, was genau gesucht wird, und dies bspw. im Text anstreicht, geht weiter über eine Informationsbeschaffung zum gesuchten Gegenstand (z. B. den Begriff gestreckte Länge im Tabellenbuch Metall recherchieren) sowie das Notieren der korrekten Ausgangsformel und endet damit, dass er die gegebenen Werte in die Formel zur Berechnung der gestreckten Länge einsetzt und diese ausrechnet. Der Schüler kann sich durch den Einsatz metakognitiver Strategien im konkreten Beispiel also nicht nur den korrekten Weg zur Berechnung der gesuchten Größe „erarbeiten“, sondern lernt dabei auch fachspezifische Inhalte, was in Kap. 3.1 weiter beschrieben wird.

¹⁴ Überforderung korreliert hoch signifikant negativ mit deklarativem ($r = -.33^{**}$) und prozeduralem ($r = -.41^{**}$) Wissen (vgl. Nickolaus, Gschwendtner & Geißel 2009, S. 8).

¹⁵ Vgl. Internet: http://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/berufliche-bildung/hr_ls/metallbau_anlagenmechanik, abgerufen am 20.03.2018.

Die Berücksichtigung strategiebehafteter Momente im Lernprozesses greift die bereits von Haselhorn (1987) getroffene Feststellung auf, nach welcher geringe Gedächtnisleistungen lernschwacher bzw. förderbedürftiger Schüler nicht ausschließlich auf strukturelle Defizite in der Wahrnehmung, der Aufmerksamkeit, des automatischen Spurenzerfalls oder auch der Verarbeitung von Informationen zurückzuführen sind. Stattdessen macht man für geringe Gedächtnisleistungen insbesondere eine mangelnde (spontane) Unterstützung durch strategische Gedächtnisaktivitäten und ein fehlendes allgemeines Gedächtniswissen, aber auch eine defizitäre flexible Lernüberwachung und -regulation sowie eine zu geringe Verarbeitungskapazität von Wissensselementen verantwortlich. Da diese Einschränkungen von jedem Schüler individuell anders erlebt werden, ist ein erhebliches Maß an Binnendifferenzierung im Klassenraum notwendig, um leistungsschwache Schüler und ihre begrenzten Möglichkeiten ausreichend berücksichtigen zu können, ohne dass stärkere Schüler eine Unterforderung erleben.

Dass dies gelingen kann, belegen die Ergebnisse der BEST- und FLAM-Studien. Der Lernzuwachs durch BEST zeigt sich darin, dass die Stuckateure, Fliesenleger und Maurer der Experimentalgruppe ($N_{EG} = 79$) beim Abschlusstest am Ende des Fördertrainings mit den entsprechenden Interventionsmaßnahmen nicht nur deutlich mehr (fachbezogene) Aufgaben bearbeiteten, sondern sie gegenüber der Kontrollgruppe ($N_{KG} = 128$) auch häufiger richtig lösten (signifikanter Treatment-Effekt: partielles $\eta^2 = 0.073$,¹⁶ $p \leq .01$, vgl. Petsch & Norwig 2012). Bei FLAM ergab ein Mittelwertvergleich, dass nicht nur die Experimentalgruppe der Anlagenmechaniker im Fachwissen besser abschneidet als die Kontrollgruppe ($t(171) = 1.96$, $p \leq .05$, $d = 0.30$)¹⁷, sondern dieses Ergebnis auch bei den Metallbauern nachgewiesen werden kann ($t(118) = 2.47$, $p \leq .05$, $d = 0.48$). Es lässt sich somit ein kleiner bis mittlerer positiver Effekt durch das Fördertraining feststellen (vgl. Zinn et al. 2015, S. 68 f.; Petsch et al. 2015, S. 14 f.). Werden die beiden Berufsgruppen über den IQ in kognitiv schwache ($IQ < 91$) und starke Schüler ($IQ \geq 91$) gesplittet, so zeigt sich ebenfalls ein positiver Effekt für die schwächeren Schüler in der Experimentalgruppe gegenüber den schwächeren Schülern in der Kontrollgruppe (Anlagenmechaniker: $t(74) = 1.91$, $p \leq .1$; $d = 0.44$, Metallbauer: $t(47) = 2.22$, $p \leq .05$; $d = 0.66$). Lediglich bei den kognitiv starken Schülern divergiert dieses Ergebnis, da sich nur bei den Metallbauern ein positiver Effekt einstellt ($t(59) = 3.06$, $p \leq .05$; $d = 0.94$, vgl. Zinn et al. 2015, S. 69; Petsch et al. 2015, S. 15). Mit dem entwickelten Elektro-FIT der vorliegenden Untersuchung soll an diese positiven Ergebnisse angeknüpft werden, um bspw. erfahrungsgemäß (fachspezifisch) eher leistungsschwache Auszubildende, wie es im Berufsfeld Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik der Fall ist, zu fördern, aber auch ggf. limitierende (bisher eher unbekannte) Einflussfaktoren auf die Fachwissensentwicklung zu identifizieren.

2.2 Forschungsfragen und Hypothesen

Die im Zusammenhang mit der Ausgangslage (Kap. 1) und dem Forschungsstand (Kap. 2) diskutierten Punkte sind Grundlage für die Forschungsfragen und Hypothesen der Untersuchung. Mittels deskriptiver Analysen in Kap. 4.1 wird zunächst der Frage nachgegangen, wie sich die Zusammensetzung der Stichprobe in Anbetracht des in den letzten Jahren gestiegenen Migrationshintergrundes bei Schülern im berufsbildenden Bereich darstellt. Außerdem wird

¹⁶ .01 (kleiner Effekt), .06 (mittlerer Effekt) und .14 (großer Effekt).

¹⁷ Cohen's d mit $|d| = 0.2$ (kleiner Effekt), $|d| = 0.5$ (mittlerer Effekt) und $|d| = 0.8$ (großer Effekt).

untersucht, wie sich die Gruppe der Schüler, die bei der Abschlusstestung nicht mehr anwesend waren, zusammensetzt. Darauf folgt Kap. 4.2, in dem folgende Hypothesen geprüft werden:

H1: Schüler, die am Elektro-FIT teilgenommen haben, weisen einen signifikant höheren Lernzuwachs im Fachwissen auf als Schüler, die das Elektro-FIT nicht durchlaufen haben.

H2: Durch die Teilnahme am Elektro-FIT zeigen Schüler mit niedrigeren kognitiven Voraussetzungen eine ähnliche Fachwissensentwicklung wie Schüler mit höheren kognitiven Voraussetzungen.

H3: Sowohl höhere kognitive Voraussetzungen als auch deutsche muttersprachliche Voraussetzungen¹⁸ nehmen einen positiven Einfluss auf Fachwissen bzw. die Fachwissensentwicklung.

3 Methode

Nachstehend werden das entwickelte Elektro-FIT, die Stichprobe, das Erhebungsdesign sowie die Erhebungsinstrumente beschrieben. Zudem werden die Auswertungsmethodik und damit verbundene etwaige Limitationen beschrieben.

3.1 Beschreibung des Elektro-Förder- und Interventions-Trainings (Elektro-FIT) und der entwickelten Fördermaterialien

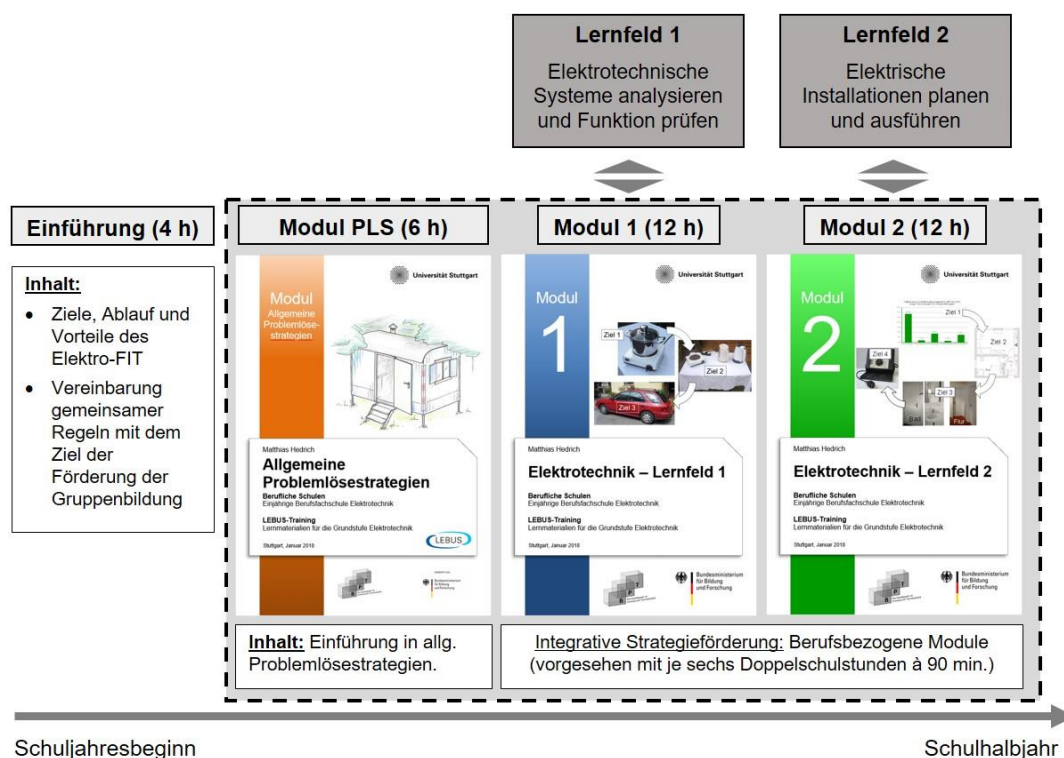


Abb. 2: Chronologischer Trainingsverlauf (Zeitangaben in Schulstunden à 45 min)

¹⁸ Schüler, deren Muttersprache ausschließlich Deutsch ist. Sie werden in einer ersten Gruppe zusammengefasst, während die zweite Gruppe aus Schülern besteht, die zweisprachig oder ausschließlich mit einer fremden Muttersprache aufgewachsen sind.

Die Absicht des Elektro-FIT ist die Förderung von Fachwissen zu fachspezifischen Inhalten der elektrotechnischen Grundbildung unter Einbezug metakognitiver Strategien, insbesondere in Ausbildungsberufen mit tendenziell eher lernschwachen Schülern (vgl. Kap. 2.1). Alle Fördermaterialien wurden im Projektrahmen entwickelt. Im Detail handelt es sich um drei Module: (1) Modul „Allgemeine Problemlösestrategien“ (vgl. Hedrich 2019a), (2) Modul 1 zu LF1 (vgl. Hedrich 2019b) und (3) Modul 2 zu LF 2 (vgl. Hedrich 2019c).¹⁹ Ebenso entwickelt wurde ein Lehrerbegleitheft als Anleitung zur Durchführung des Fördertrainings (vgl. Wyrwal, Hedrich & Zinn 2019) und ein Lerntagebuch zur Dokumentation der in den einzelnen Modulen behandelten Inhalte. Um den benötigten zeitlichen Rahmen des Elektro-FIT besser einschätzen zu können, ist es wichtig, vorab zu erwähnen, dass das Elektro-FIT den regulären Unterricht nicht ersetzen soll. Es soll den Fachunterricht ergänzen und intervenierend, d. h. während ausgewählter Zeiten im Fachunterricht eingesetzt werden (siehe dazu Abb. 2).

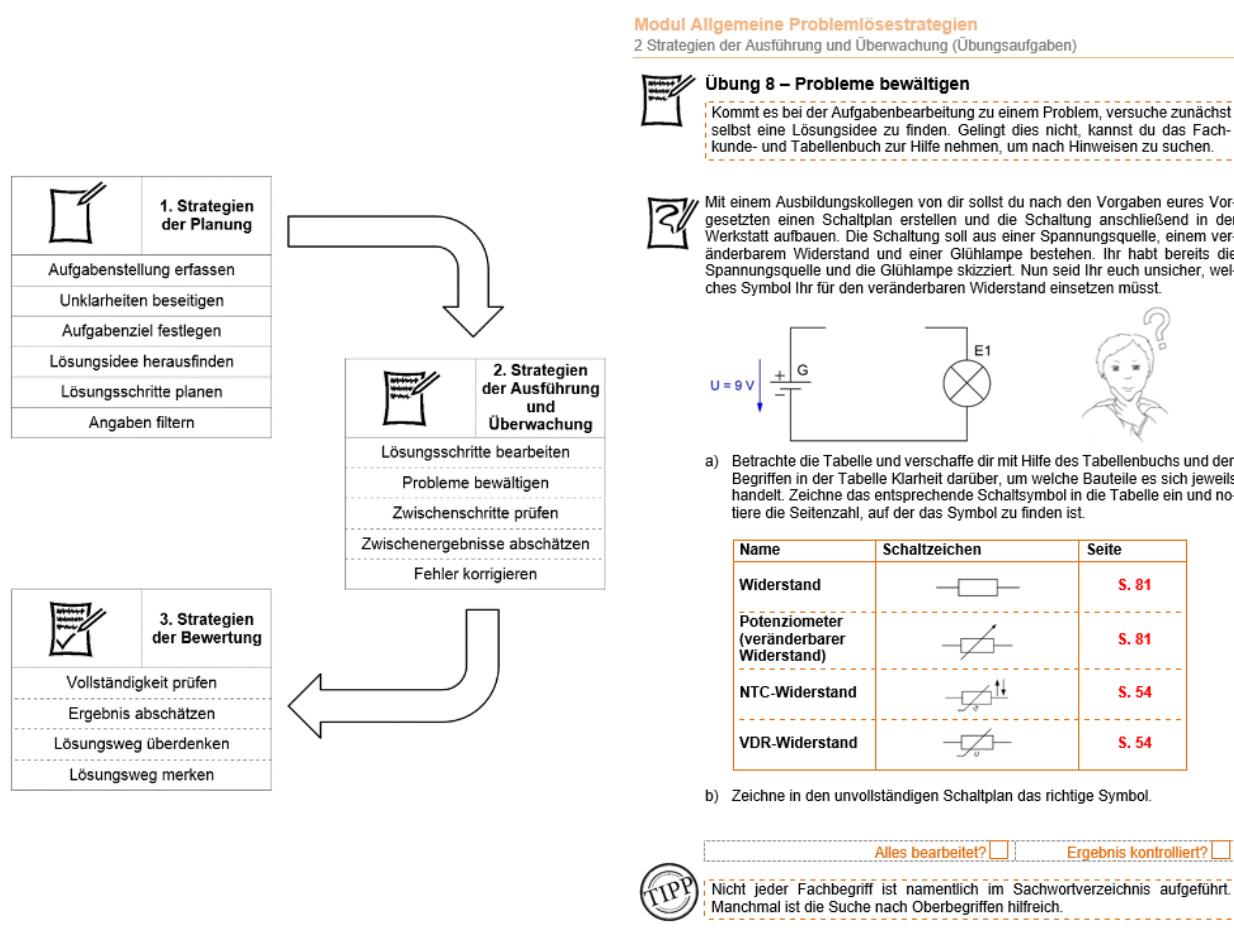


Abb. 3: Mit den Schülern geübte Problemlösestrategien für die Aufgabenbearbeitung in den Fördermaterialien

Abb. 4: Übung 8 - Probleme bewältigen, Lehrerversion (Hedrich 2019a, S. 14)

Im Detail betrachtet bildet das Modul zu den Allgemeinen Problemlösestrategien, den Einstieg in das Elektro-FIT (vgl. Hedrich 2019a). Innerhalb dieser Übungsphase trainiert der Lehrer mit den Schülern mögliche metakognitive Strategien, die diese bei der selbstständigen Bewältigung von

¹⁹ Alle in Vorbereitung. Eine Veröffentlichung und Zugänglichkeit für Schulen ist geplant und wird derzeit mit dem Landesinstitut für Schulentwicklung (LS) Baden-Württemberg abgestimmt.

elektrotechnischen Aufgaben- und Problemstellungen unterstützen (vgl. Abb. 3). Das Training der metakognitiven Strategien erfolgt anhand elektrotechnischer Grundlagenaufgaben, welche unter Berücksichtigung des Bildungsplanes der Werkrealschule/Hauptschule (vgl. Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg 2012)²⁰ entworfen wurden. Unterschieden werden Strategien der Planung, der Ausführung und Überwachung sowie der Bewertung (siehe Abb. 4 als ein Beispiel für „Strategien der Ausführung und Überwachung“). Die Kenntnis und geübte Anwendung der Problemlösestrategien unterstützt die Schüler bei einer erfolgreichen Bearbeitung der Aufgaben- und Problemstellungen in den daran angeschlossenen Fördermaterialien (zwei Lernhefte) für Modul 1 (LF1, vgl. Hedrich 2019b) und Modul 2 (LF2, vgl. Hedrich 2019c). Um die beiden Lernhefte zu entwickeln, fand eine Kooperation mit drei erfahrenen Lehrern der berufsschulischen Praxis dreier unterschiedlicher Schulen statt. In enger Abstimmung wurden Kleinprojekte und projekthafte Aufgaben aus dem Theorie- und Praxisunterricht gesammelt, aufbereitet und inhaltlich angepasst sowie, thematisch aufeinander aufbauend, strukturiert.

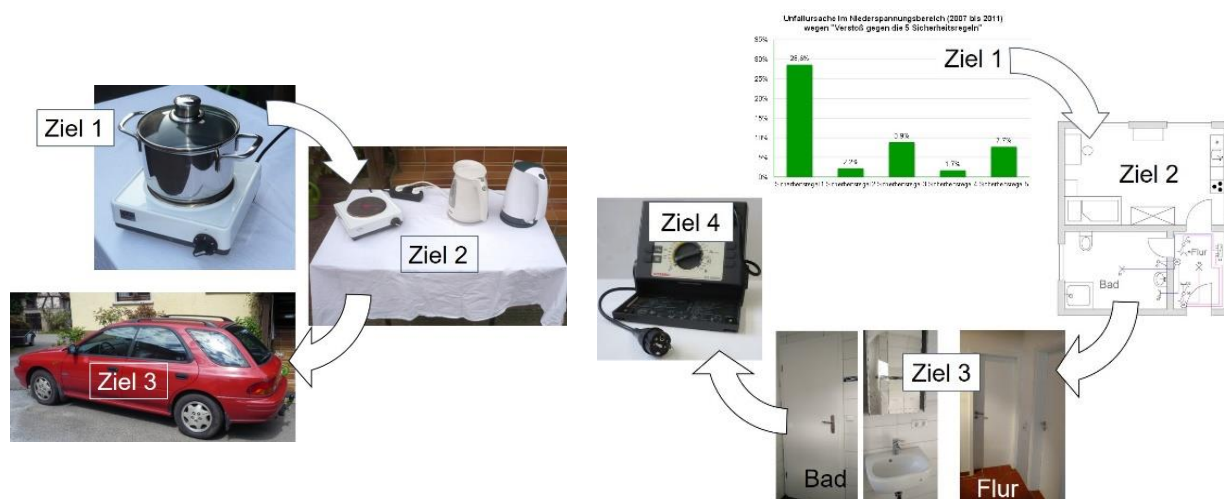


Abb. 5: Titelbilder der Lernhefte für Modul 1 (links) und Modul 2 (rechts) mit Abbildungen zu den entsprechenden Teilzielen der projekthaften Aufgabenstellungen (Hedrich 2019b und Hedrich 2019c)

Beachtet wurde, dass die in den Fördermaterialien behandelten Inhalte repräsentativ für LF-Themen sind, die hinsichtlich der in Baden-Württemberg zugelassenen Bildungsstandards im Elektrobereich (vgl. Umsetzungskommissionen der neugeordneten Elektroberufe 2014) mindestens in Behandlungstiefe 3 (Detail- und Funktionswissen) und 4 (Fachsystematisches Vertiefungswissen) zu verorten sind.²¹ Entscheidend für die Erstellung der Lernhefte war immer eine übergeordnete Problemstellung im Sinne eines Projektes je Lernheft, das sich in einzelne Ziele (siehe Abb. 5) mit jeweiligen (Teil-)Aufgaben/Teilzielen gliedert (siehe Bsp. in Abb. 6), deren Bearbeitung zur Lösung der Problemstellung führen. Fiktive, zu Beginn der Hefte eingeführte Akteure, z. B. Herr Binder, begleiten die Bearbeitung der Problemstellungen und kommen in wiederkehrenden unregelmäßigen Abständen in den Aufgaben vor. Damit wird eine Bindung der Schüler (Lernenden) an die fiktiven Akteure erzeugt, so dass sie nicht nur faktenbasierte Aufgabenstellungen abarbeiten. Die in den Aufgabenstellungen auftretenden Akteure verfügen über „kein“ (Fach-)Wissen und stellen Fragen, die so schließlich zu Fragen an die Schüler werden.

²⁰ Fächerverbund Materie – Natur – Technik. Darin aus Klasse 7, 8 und 9 der Themenschwerpunkt „Elektrifizierte Welt“, S. 127.

²¹ Unterschieden werden weiterhin Behandlungstiefe 1 (Orientierungs- und Überblickswissen) und 2 (Zusammenhangswissen) aus den vier möglichen Behandlungstiefen (vgl. Internet: https://lehrerfortbildung-bw.de/s_bs/berufsbezogen/elektrotechnik/standards/, abgerufen am 23.05.17).

Modul 1
Ziel 3 – Innenwiderstand einer Spannungsquelle verstehen am Bsp. einer 12 V Autobatterie

Ziel 3 – Innenwiderstand einer Spannungsquelle verstehen am Bsp. einer 12 V Autobatterie

Maßgeblich für die Leistung, die eine Spannungsquelle zur Verfügung stellen kann, ist unter anderem ihr Innenwiderstand R_i . Daher ist es wichtig, dass du den Innenwiderstand erklären und Berechnungen zu ihm durchführen kannst.

Nachdem ihr bei Ziel 1 (S. 6) die Reihenschaltung und bei Ziel 2 (S. 27) die Parallelschaltung kennengelernt habt ist dein Hoffest in vollem Gange. Muhamed ist der älteste von euch. Er hat sogar schon einen Autoführerschein und ein etwas älteres Auto mit dem er zu deinem Fest gekommen ist.

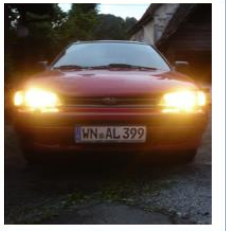



Abb. 12: Volle Leuchtkraft vor dem Anlassen Abb. 13: Verringerte Leuchtkraft beim Anlassen

Als es langsam dümmert kommt dein Nachbar Herr Binder mit seinem Auto nach Hause. Muhamed hat etwas ungünstig geparkt und stellt sein Auto schnell um, sodass dein Nachbar in seine Hofeinfahrt fahren kann. Als Muhamed sein Auto anlässt fällt euch sofort auf, dass sein Licht kurz dunkler wird (siehe dazu Abb. 12 und Abb. 13). Ihr seid verwirrt. Ist sein Licht etwa defekt? Ihr beschließt der Frage auf den Grund zu gehen, warum das Licht des Fahrzeuges beim Anlassen dunkler wird.

Teilziel 3.1 – Batterieangaben und -eigenschaften

Als ihr zusammen die Motorhaube von Muhameds Auto aufmacht sucht ihr zunächst die Batterie. Muhamed weiß zwar, dass die Batterie zwei elektrische Anschlüsse besitzen muss, ist sich aber auch nicht mehr so sicher wo sie genau verbaut ist.

37

Modul 1
Ziel 3 – Innenwiderstand einer Spannungsquelle verstehen am Bsp. einer 12 V Autobatterie

I 16

Kennlinie der Autobatterie

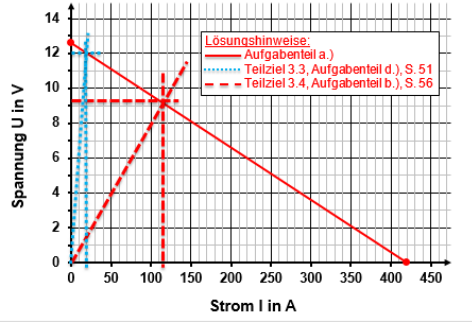


Abb. 17: Kennlinie der Autobatterie von Muhamed

b.) „Fast vollständig“, sagt Herr Binder und zeigt auf das Diagramm zur Kennlinie der Autobatterie. Ihr müsst nur noch die beiden eingetragenen Punkte mit eurem Lineal oder Geodreieck verbinden und schon ist das Diagramm komplett. Mach das und verwende dazu einen Bleistift.

c.) Lasko betrachtet das Diagramm und fragt, wie man denn nun an den Innenwiderstand gelangen würde, der bei Ziel 3 ja eine wichtige Rolle spielt. Herr Binder sagt, dass ihr bereits die notwendigen Werte habt. Und zwar die von Klaus und Muhamed gemessene Leerlaufspannung U_0 und den auf der Batterie angegebenen Kurzschlussstrom I_k . Mit beiden rechnet man den Innenwiderstand R_i mithilfe des Ohm'schen Gesetzes aus:

$$R_i = \frac{U_0}{I_k}$$

Hilf Ari und berechne den Innenwiderstand R_i der Autobatterie von Muhamed:

$$R_i = \frac{U_0}{I_k} = \frac{12.83 \text{ V}}{420 \text{ A}} \Rightarrow R_i = 0.0300714 \dots \Omega \approx 30.07 \text{ m}\Omega$$

Alles bearbeitet? ☐ Ergebnis kontrolliert? ☐

44

Modul 1
Ziel 3 – Innenwiderstand einer Spannungsquelle verstehen am Bsp. einer 12 V Autobatterie

Teilziel 3.4 – „Spannungsabfall“ an der Batterie beim Anlassen bzw. der belastete Spannungsteiler

Genau wie Herr Binder spüren auch du und die Gäste deines Hoffestes, dass ihr beinahe vor der Lösung des Problems mit Muhameds Autoscheinwerfer steht. Matthias hat eine weitere Idee. Er schlägt vor, die Spannung einfach zu messen, wenn der Motor gerade startet, immerhin trat genau in diesem Moment das Dunklerwerden der Scheinwerfer auf.

a.) Sofort macht er sich mit Muhamed daran, die Spannung zu messen. Muhamed setzt sich dazu ins Auto und lässt es an. Während dem Anlassen misst Matthias die Spannung. Notiere den Wert, den er misst!



Gemessene Lastspannung U

U = 9,24 V

Abb. 23: Spannungsmessung (Batterie) beim Anlassen des Autos

b.) Lasko hat sich die Spannung U gleich notiert und möchte diese in Abb. 17 auf S. 44 eintragen. Hilf ihm und gehe dabei so vor, wie ihr es bereits bei Teilziel 3.3 gelernt habt. D. h. trage zunächst die Spannung U ein und bestimme dann über die Kennlinie der Batterie den Strom I.

Trage den aus dem Diagramm abgelesenen Wert für I in das freie Feld ein.

Abgelesener Strom I

I = 115 A

Alles bearbeitet? ☐ Ergebnis kontrolliert? ☐

56

Modul 1
Ziel 3 – Innenwiderstand einer Spannungsquelle verstehen am Bsp. einer 12 V Autobatterie

f.) Nachdem Muhamed den Motor angelassen hat, fällt allen sofort auf, dass die Scheinwerfer wieder normal hell leuchten (siehe Abb. 25).

Matthias hat außerdem immer noch das Messgerät an der Batterie angeschlossen (siehe Abb. 26). Wieso misst er nun eine so hohe Spannung und weshalb sind die Scheinwerfer nun wieder hell, obwohl nun so viele Verbraucher mit Strom versorgt werden müssen?




Abb. 25: Scheinwerfer nach dem Anlassen

Abb. 26: Spannung U an der Batterie, wenn der Motor in Betrieb ist (Licht, Radio, etc. eingeschaltet)

Gib eine Erklärung und verwende dazu den Schaltplan in Abb. 27, den Herr Binder ergänzend gezeichnet hat.

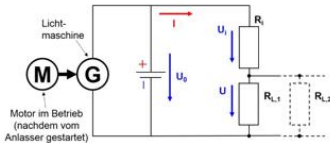


Abb. 27: Motor im Betrieb mit Versorgung der Batterie durch die Lichtmaschine

Läuft der Motor von Muhameds Auto, so treibt dieser die Lichtmaschine an. Dabei liegt die von der LiMa erzeugte Spannung an der Batterie an und führt zu einem Ladestrom, der die Batterie permanent auflädt. Da der Innenwiderstand der LiMa sehr klein ist bricht die Spannung nicht mehr ein.

60

Abb. 6: Auszüge aus Modul 1 zu LF1 (Lehrerversion mit Lösungen, wegen der besseren Lesbarkeit ohne Hinweistextfelder). Zu sehen: unterschiedliche didaktische Merkmale der Aufgabenstellungen (Hedrich 2019b)

Indem die Schüler die Lernhefte bzw. Module bearbeiten, beantworten sie die entsprechenden Fragen, was letztlich eine Ausdifferenzierung ihres Fachwissens bewirkt. Um die einzelnen Aufgaben miteinander zu vernetzen, wird bei späteren Aufgaben immer wieder auf vorangegangene Aufgaben rekuriert. Dies geschieht bspw., indem das Ergebnis einer bereits bearbeiteten Aufgabe für die momentan bearbeitete benötigt wird, so dass die Schüler im Lernheft nochmals zurückblättern müssen.²² Oder das Ergebnis einer aktuellen Aufgabe ist auf eine bereits bearbeitete zu beziehen, d. h., in einer bereits bearbeiteten Aufgabe ist eine Ergänzung vorzunehmen, z. B. in Form eines Spannungs-/Strompfeiles oder durch das Eintragen eines soeben ausgerechneten Wertes, das Einzeichnen eines Messgerätes etc.²³ Die Teilaufgaben besitzen dabei unterschiedliche didaktische Merkmale (siehe Abb. 6):

- eine in die Aufgabe bzw. ein Ziel einführende Zielbeschreibung (oben links, Ziel 3, S. 37 in Modul 1),
- das Auswerten eines Diagramms, das Schritt für Schritt über mehrere Aufgabenteile von den Schülern entwickelt wurde, sowie Berechnungen dazu (oben rechts, zu Ziel 3 gehörig, S. 44 in Modul 1),
- die Notwendigkeit für die Schüler, Informationen aus einem Aufgabentext oder einer Abbildung zu extrahieren (unten links, Teilziel 3.4 innerhalb von Ziel 3, S. 56 in Modul 1),
- Erklärungen abgeben, die zeigen, dass der Sachverhalt verstanden wurde und wiedergegeben werden kann (unten rechts, zu Ziel 3 gehörig, S. 60 in Modul 1).

Einer möglichen Überforderung der Schüler wird durch den zu Beginn sehr kleinschrittigen Aufbau der Aufgaben vorgebeugt, wobei die Kleinschrittigkeit im Verlauf der Bearbeitung des Lernheftes behutsam aufgelockert wird. Sofern die Komplexität von Inhalten dabei zu schnell zuzunehmen droht, werden punktuell Hilfsmittel eingesetzt. So können bspw. die Installationschaltpläne der einzelnen Räume der Wohnung des Lernheftes zu LF2 ausgeschnitten und als 3D-Modell gefaltet werden, um die räumliche Vorstellung der Schüler zu unterstützen. Gleichzeitig wird durch den Einsatz von mehreren Instrumentarien die Heterogenität der Schüler berücksichtigt. So sind innerhalb der Lernhefte, aber auch des Problemlösestrategie-Heftes (vgl. Abb. 4), an unterschiedlichen Stellen „Tipps“ aufgeführt, die eine allgemeine Hilfestellung bei der Aufgabenlösung geben, elektrotechnische Gesetzmäßigkeiten aufgreifen oder auf Übungsaufgaben am Ende der Lernhefte hinweisen. Des Weiteren enthalten die Lernhefte Hinweise auf „Informationen“, die vom Lehrer in Form von Infokarten bzw. Impulskarten vorgehalten werden und bspw. auf ein Stichwort im Tabellenbuch (TBB) bzw. Fachkunde-Buch (FKB) verweisen oder beim Verständnis einer Aufgabe helfen (siehe I16 bzw. I21 in Abb. 6). Zu guter Letzt finden sich in den Lernheften Hinweise auf „Profiaufgaben“. Diese sind durch ein gerahmtes „P“ mit aufsteigender Nummerierung gekennzeichnet und bieten den Schülern zusätzliche Aufgaben mit erhöhtem Schwierigkeitsgrad an (z. B. P10 in Abb. 6). Bezüglich der Formulierung der Aufgaben wurde im Sinne des kleinschrittigen Vorgehens auf eine möglichst einfache Sprache geachtet, wenn auch angemerkt werden muss, dass die projekthaften Aufgabenbeschreibungen tendenziell geringfügig mehr Text erfordern als eine didaktisch nicht aufbereitete Aufgabenstellung.

²² Bsp.-Anmerkung: „[...] Lasko hat bei euren Berechnungen interessiert zugeschaut. Ihm ist sofort aufgefallen, dass die elektrische Leistung von Schalterstellung 0,5 bis 1,5 immer mehr zunimmt. [...] Du schaust mit ihm die drei Berechnungen der Leistungen $P_{0,5}$, P_1 und $P_{1,5}$ an. Notiere, welcher Wert in der Leistungsformel $P = U \cdot I$ von Berechnung zu Berechnung größer wird [...]“ (Hedrich 2019b, S. 23)

²³ Bsp.-Anmerkung: „Zeichne zunächst ein Spannungsmessgerät an R3 in den Schaltplan aus Aufgabenteil c.) auf S. 7 ein.“ (Hedrich ebd., S. 11)

3.2 Stichprobe und Erhebungsdesign

Die längsschnittliche Untersuchung fand bei Elektronikern für Energie- und Gebäudetechnik im ersten Lehrjahr als Quasi-Experiment²⁴ statt, wobei der Fokus auf LF1 und 2 lag. Für die Datenerhebung wurden zwei Messzeitpunkte verwendet (siehe Abb. 7). Die Eingangstestung (ET) wurde auf den Anfang des Schuljahres gelegt. Im Anschluss daran durchliefen die Klassen der Experimentalgruppe (EG) das entwickelte Elektro-FIT (vgl. Kap. 3.1), während die Klassen der Kontrollgruppe (KG) den regulären (LF-)Unterricht besuchten. Ergänzend zum Elektro-FIT fand in den Klassen der EG ein Unterrichtsbesuch statt, um den Lehrern bei der Durchführung des Elektro-FIT begleitend und beratend zur Seite stehen und ggf. regulierend eingreifen zu können (vgl. dazu auch die Ausführungen in Kap. 3.4). Diese aus Forscherperspektive wichtige Aufgabe, wenn es um die Durchführung von Interventionsmaßnahmen geht, kann in quantitativen wissenschaftlichen Untersuchungen bedauerlicherweise häufig nicht geleistet werden, da der Aufwand zu groß wäre und man zumeist ausschließlich am Output, z. B. dem Fachwissen als unterstelltes Ergebnis eines Lernprozesses, interessiert ist (vgl. im Detail dazu Hedrich 2010, S. 58 f.). Was jedoch innerhalb des Lernprozesses stattfindet oder auch die Weise, wie Lehrkräfte Barrieren von (lernschwachen) Schülern (Novizen) begegnen und diese bei deren Beseitigung mehr oder weniger unterstützen, bleibt oft unbeleuchtet, obwohl man gerade aus diesen Prozessen Erkenntnisse darüber gewinnen könnte, warum ein scheinbar zunächst gleicher Lehr-/Lernprozess gemäß dem LF-Konzept einmal von Erfolg gekrönt ist und ein anderes Mal nicht. Innerhalb der KG sind bewusst keine Maßnahmen der Unterrichtskontrolle durchgeführt worden, damit die Lehrkräfte, die wussten, dass sie an einer Studie teilnahmen, die Fachinhalte im Unterricht nicht permanent auf unnatürliche Weise reflektieren und ggf. intensiver mit den Schülern behandeln, sondern so, wie es dem normalen Unterrichtsgeschehen entspricht.

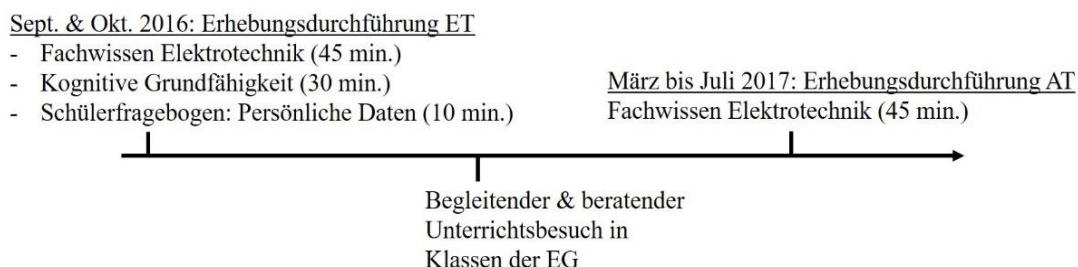


Abb. 7: Ablauf der Datenerhebung und dabei eingesetzte Instrumente²⁵.

Die Abschlusstestung (AT) wurde in den Experimentalklassen auf das Ende des ersten Schulhalbjahres und somit auf das Ende des Elektro-FIT gelegt. In den Kontrollklassen fand die Durchführung der AT nach der Rückmeldung der Schulen hinsichtlich eines erfolgreichen Abschlusses von LF 1 & 2 statt. Die Reihenfolge der eingesetzten Instrumente war zu beiden Testzeitpunkten identisch. Bei der AT wurden lediglich das Instrument zur Erhebung der kognitiven Grundfähigkeit und der Schülerfragebogen nicht mehr eingesetzt. Mit Letzterem wurden Personenangaben erhoben (Geschlecht, Alter, schulische Vorbildung, Muttersprache etc.).

²⁴ Das heißt, es kann in keiner Schule kontrolliert werden, ob ggf. weitere Effekte der schulischen Praxis Einfluss auf den Fachwissensstand der Schüler nehmen (z. B. Fördertrainings, welche die Schulen von sich aus anbieten, andere Lernmaterialien, Lern-AG etc.).

²⁵ Die AT wurde so geplant, dass sie direkt an das Ende von LF2 anschließt. Der breite Zeitraum der Erhebung resultiert aus unterschiedlichen Stoffverteilungsplänen der Schulen, welche LF2 zum Teil erst im letzten Viertel des Schuljahres behandeln. Unabhängig davon können die in LF3 (Steuerungen analysieren und anpassen) und LF4 (Informationstechnische Systeme bereitstellen) behandelten Inhalte losgelöst von LF1 und LF2 betrachtet werden.

Bei der ET waren die Auszubildenden ($N = 431$) im Durchschnitt 18.6 Jahre alt ($SD = 4.1$ Jahre; $Min = 15$ Jahre; $Max = 51$ Jahre). Davon waren 3 % ($n = 10$) weiblich und 97 % ($n = 418$) männlich (3 fehlende Werte). 27 % ($n = 116$) der Befragten verfügen über einen Hauptschulabschluss, 57 % ($n = 246$) über eine Mittlere Reife, 9 % ($n = 40$) über eine Allgemeine Hochschul- bzw. Fachhochschulreife, 0.5 % ($n = 2$) haben keinen Schulabschluss und 6 % ($n = 27$) machten keine Angaben zum schulischen Bildungsgrad. Die Muttersprache ist bei 55 % ($n = 237$) der Jugendlichen Deutsch, 22 % ($n = 95$) gaben an, zweisprachig aufgewachsen zu sein (Deutsch und eine weitere Sprache), weitere 21.6 % ($n = 93$) sind nicht deutschsprachig aufgewachsen, und von 1.4 % ($n = 6$) wurden hierzu keine Angaben gemacht. Insbesondere wegen Ausbildungsabbrüchen, aber bspw. auch weil Schüler fehlten, konnten von $N = 431$ Personen bei der ET nur noch $N = 305$ Personen bei der AT befragt und getestet werden (19 Schulklassen), die für IRT-Analysen zur Verfügung standen.²⁶ Um die Effekte des Elektro-FIT überprüfen zu können, mussten aus der Gruppe der verbleibenden 305 Personen weitere Einzelpersonen und Schulklassen ausgeschlossen werden (vgl. dazu die Erläuterungen in Kap. 3.4), so dass aus der EG ($n = 100$ Auszubildende) und der KG ($n = 113$ Auszubildende) in Summe $N = 213$ ausschließlich männliche Schüler aus 13 Schulklassen der vollständigen Auswertung und der Überprüfung der Effekte des Elektro-FIT (vgl. Kap. 4) zugeführt werden konnten.

3.3 Erhebungsinstrumente

3.3.1 Berufsfachliches (Vor-)Wissen

Zur Entwicklung des berufsfachlichen Vorwissenstests wurden innerhalb einer curricularen Validierung (1) die Bildungspläne der Werkrealschule/Hauptschule (vgl. Ministerium für Kultus, Jugend und Sport, Baden-Württemberg 2012), (2) der Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik (vgl. KMK 2003) sowie (3) die für Baden-Württemberg im Elektrobereich zugelassenen Bildungsstandards (vgl. Umsetzungskommissionen der neu geordneten Elektroberufe 2014)²⁷ hinsichtlich ihrer elektrotechnischen Inhalte analysiert (siehe Abb. 8). Davon ausgehend fand unter Rücksprache mit Fachexperten aus dem berufsbildenden Schuldienst ($N = 5$) eine Auswahl von Themenschwerpunkten statt, die Inhalte aus den beiden Lehrplänen bzw. den Bildungsstandards (Behandlungstiefe 3 bzw. 4, vgl. die Beschreibung in Kap. 3.1) berücksichtigen und als maßgebliche Bedingung auf jeden Fall im Bereich der elektrotechnischen Grundbildung (LF 1 oder LF 2) der angehenden Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik vorkommen müssen. So kann einerseits gewährleistet werden, dass der Fachwissenstest auch bereits behandelte Themen der Haupt- und Werkrealschule enthält, andererseits aber auch daran anschlussfähige Themen des ersten Lehrjahrs angemessene Berücksichtigung finden. Mit diesem Vorgehen ließen sich elf Themenschwerpunkte ermitteln, deren Bezeichnungen sich an den einschlägigen Bildungsstandards für Baden-Württemberg orientieren: (1) Elektrische Grundgrößen, (2) Grundgesetz der Elektrotechnik (Ohm'sches Gesetz), (3) Schaltpläne & Schaltzeichen, (4) Grundschaltungen, (5) Messverfahren & Fehlersuche, (6)

²⁶ Anzumerken ist, dass von den $n = 126$ Schülern, die nicht mehr bei der AT getestet werden konnten, bei der Eingangsbefragung 48 Schüler (38,1 %) angaben, Deutsch als Muttersprache zu haben. Weitere 40 Schüler (31,7 %) gaben an, Deutsch und eine andere Sprache als Muttersprache zu haben, und 38 Schüler (30,2 %) verwiesen hier auf eine andere Sprache. In Summe kann somit bei 61,9 % von einem Migrationshintergrund ausgegangen werden.

²⁷ Die Bildungsstandards dienen in Baden-Württemberg als Umsetzungshilfe des lernfeldbezogenen Lehrplanes für elektrotechnische Ausbildungsberufe. Sie bieten eine Orientierung dafür, welche Inhalte mit welchem Tiefgang zu behandeln sind.

Gefahren des elektrischen Stromes, (7) Sicherheitsbestimmungen, (8) Installationstechnik, (9) Betriebsmittelkenndaten, (10) Schaltplanarten und (11) Leitungsdimensionierung.

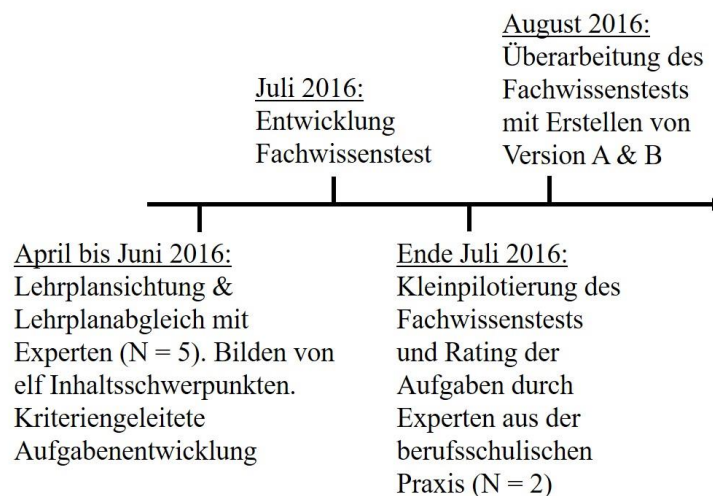


Abb. 8: Zeitstrahl zur Fachwissenstestentwicklung

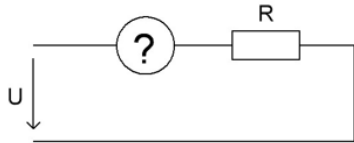
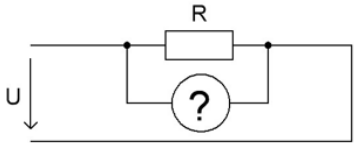
Die Themenschwerpunkte bilden die Grundlage für die „kriteriengeleitete Aufgabenentwicklung“, bei der nur solche Aufgaben in den Fachwissenstest aufgenommen werden, die einem bzw. mehreren Themenschwerpunkten zugeordnet werden können. Die kriteriengeleitete Aufgabenentwicklung fand ebenfalls unter Mitwirkung der Fachexperten aus der berufsschulischen Praxis statt, wobei einerseits Testaufgaben neu entwickelt, andererseits praxiserprobte Aufgaben aus dem schulischen Unterricht (bspw. aus Klassenarbeiten) ausgewählt wurden. Bis auf wenige Ausnahmen wurde ein geschlossenes Antwortformat gewählt und zwischen Single- und Multiple-Choice-Antwortmöglichkeiten differenziert. Im Bereich der Aufgaben zum Problemlösen wurde der Rechenweg verlangt, wobei die Probanden aus gegebenen Größen eine oder mehrere unbekannte Größen berechnen mussten. So bestand die Möglichkeit, deklarative Wissensselemente und die fachspezifische Problemlösefähigkeit zu erfassen (siehe Abb. 9).

Nach der Auswahl der Aufgaben wurden zwei Testheftversionen (A und B) mit inhaltsgleichem Aufgabenpool erstellt, wobei die Reihenfolge der Aufgaben in den Testheften rotiert wurde, um Positionseffekte zu vermeiden. Soweit möglich, wurde außerdem auf Carry-Over-Effekte erster Ordnung²⁸ geachtet (vgl. Walter & Rost 2011), während Carry-Over-Effekte höherer Ordnung²⁹ als vertretbar angenommen wurden. Auf der Grundlage einer Pilotierung in einer zweijährigen Berufsfachschule für Elektrotechnik mit Auszubildenden (N = 15) am Ende der Grundstufe und einer erneuten Aufgabensichtung durch zwei weitere unabhängige Fachexperten aus der berufsschulischen Praxis wurden einzelne Aufgaben hinsichtlich der Formulierung oder Komplexität überarbeitet oder, bei zu geringer Lösungsquote in der Pilotierung, aus dem Aufgabenpool ausgeschlossen. Die finalen Testheftversionen für die ET und AT enthalten N = 22 Aufgaben zu den oben genannten Inhaltsbereichen der elektrotechnischen Grundbildung.

²⁸ Das Antwortverhalten des Probanden für ein Item hängt von der Antwort ab, die für das unmittelbar vorangehende Item gegeben wurde, d. h., die Items trennen nicht sauber.

²⁹ Beeinflussung von Items untereinander, wobei mind. ein oder mehrere unabhängige Items zwischen den sich beeinflussenden Items liegen.

Welche Größe wird an dem jeweiligen Messgerät gemessen?

Spannung	☐	Spannung	☒
Stromstärke	☒	Stromstärke	☐
Widerstand	☐	Widerstand	☐
Induktivität	☐	Induktivität	☐

Von welchen Größen ist der Leiterwiderstand abhängig?

Isolierung	☐	Länge	☒
Querschnitt	☒	Luftfeuchtigkeit	☐
Material	☒	Temperatur	☒

Welchen „spezifischen Widerstand“ hat Kupfer bei 20 °C?

0,0278 $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	☐	0,0167 $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	☐
0,1000 $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	☐	0,0178 $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	☒
0,0220 $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	☐	0,1150 $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	☐

Welchen Widerstand hat ein Kupferdraht mit einer Leiterlänge von 24 m und einem Leitungsquerschnitt von 1,5 mm² bei 20°C?

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} = 0,0178 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{24\text{m}}{1,5\text{mm}^2} = 0,2848 \Omega$$

0,0625 Ω	☐	0,8989 k Ω	☐
16,0112 Ω	☐	1,7845 Ω	☐
0,2848 Ω	☒	0,0135 Ω	☐

In der abgebildeten Schaltung sind eine Lampe und zwei Schalter eingezeichnet. Verbinden Sie die Bauteile so, dass die Lampe mit beiden Schaltern sowohl an- als auch ausgeschaltet werden kann.

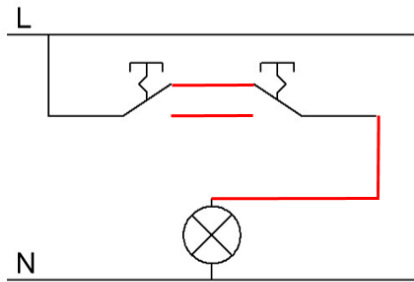


Abb. 9: Unterschiedliche Aufgaben zur Erfassung von deklarativen Wissensanteilen bzw. von fachspezifischer PLF im Bereich der Inhalte von LF1 und LF2

Der Einsatz eines identischen Instruments in der ET und AT zur Messung des Fachwissens legitimiert sich aus der exponentiell abnehmenden Reproduzierbarkeit von Gedächtnisinhalten (vgl. Bortz & Schuster 2010, S. 199)³⁰ der Schüler über den relativ großen Zeitraum von einem halben Jahr zwischen beiden Testzeitpunkten. Um die Vergleichbarkeit der Item-Schwierigkeiten zu beiden Messzeitpunkten sicherzustellen, wurde die Messinvarianz mittels eines grafischen Modelltests geprüft (vgl. Strobl 2010, siehe Kap. 3.4). Eine tiefergehende Kontrolle, bspw. über einen Solomon-Viergruppenplan (vgl. Bortz & Döring 2006, S. 539) zur Kontrolle von Pretest- und Treatment-Effekten, wurde aufgrund der zu kleinen Stichprobe nicht durchgeführt. Das Austeilen der beiden Testheftversionen (vgl. dazu Kap. 3.3) an die Schüler erfolgte bei der ET und AT nach dem Zufallsprinzip.

3.3.2 Kognitive Grundfähigkeit

Zur Erfassung der kognitiven Grundfähigkeiten (IQ) wurde der erste Teil des revidierten Grundintelligenztests CFT 20-R eingesetzt (vgl. Weiß 2006). Dieser dient der sprachfreien Erfassung der fluiden Intelligenz nach Cattell (vgl. Cattell 1987). Der Test besteht aus $N = 56$ bildlichen Items, die in vier Subskalen – (1) „Reihenfortsetzen“, (2) „Klassifikationen“, (3) „Matrizen“ und (4) „Topologische Schlussfolgerungen“ – unterteilt sind. Der Einsatz dieses standardisierten Instrumentariums ist für die vorliegende Untersuchung eine adäquate Methode, um innerhalb der erhobenen Stichprobe Vergleiche über Subgruppen hinweg vorzunehmen. Damit steht der Einsatz des Instruments nicht im Widerspruch zur teilweise umstrittenen Ermittlung von Lernschwäche oder Lernstörungen über das Intelligenzkriterium, wie in Kap. 2.1 beschrieben wurde.

3.4 Auswertungsmethodik und Limitationen

Die Auswertung der Daten fand in mehreren aufeinander aufbauenden Schritten statt (vgl. Tab. 1), die in diesem Kapitel beschrieben werden.

Tab. 1: Schritte der Datenauswertung im Projekt Elektro-FIT

Schritt	Beschreibung
Schritt 1	IRT-Analyse des Fachwissenstests (ET & AT) sowie Ermitteln von WLE-Schätzern für die EG und KG
Schritt 2	Prüfung der Messinvarianz der Itemparameter zu ET & AT
Schritt 3	Aufbereitung aller Daten
Schritt 4	Bewertung der Umsetzungsqualität innerhalb der EG
Schritt 5	Rechnung linear gemischter Modelle

³⁰ Vgl. auch die Vergessenskurve nach Ebbinghaus (1885).

Zu Schritt 1: IRT-Analyse des Fachwissenstests (ET & AT) sowie Ermitteln von WLE-Schätzern für die EG und KG

Schritt 1 bestand aus der IRT-Analyse des Fachwissenstests. Dabei wurden aus der KG und EG die Schüler herangezogen, deren Fachwissensdaten aus ET und AT vorlagen ($N = 305$, $n_{EG} = 142$, $n_{KG} = 124$, $n_{Ref} = 39^{31}$). Die Auswertung erfolgte mit der Software R (Package TAM von Robitzsch, Kiefer & Wu 2018), wobei eine Skalierung nach den Kriterien des einparametrischen eindimensionalen Rasch-Modells (1PL-Modell, vgl. Rasch 1960) vorgenommen wurde. Mittels dieser Analyseverfahren werden die Personenfähigkeiten und die Item-Schwierigkeiten auf einer gemeinsamen Skala verortet, wobei im vorliegenden Fall der Mittelwert der Item-Schwierigkeiten den Nullpunkt markiert. Dadurch ist es möglich, die Verschiebung der Personenfähigkeitsverteilung bei gleichbleibenden Aufgaben für die ET und AT zu visualisieren. Die Verschiebung wird anhand von zwei Wright-Maps (vgl. Wilson 2004) in Abb. 10 und Abb. 11 dargestellt. Einzelne Aufgaben sind in den Darstellungen bereits ausgeschlossen; die Gründe hierfür werden bei der Prüfung der Messinvarianz der Itemparameter zu ET & AT (Schritt 2) näher erläutert. Bei der Personenfähigkeit wird auf den 1D-WLE-Schätzer³² zurückgegriffen, welcher den besten Punktschätzer für Personenfähigkeitsschätzungen darstellt (vgl. Bühner 2011, S. 565). Er erlaubt es, anders als die EAP-/PV-Schätzer der Personenfähigkeit, die Populationswerte zu fokussieren, und ermöglicht unverzerrte Schätzungen auf Gruppenebene sowie bessere Aussagen auf Individual- oder Kleingruppenebene, was für Vergleiche an anderer Stelle relevant werden wird (vgl. dazu Kap. 4.1). Die Verteilungsfunktionen der Personenfähigkeiten, bezogen auf das eindimensional angenommene Fachwissen, machen deutlich, dass dieses zwischen ET und AT³³ angestiegen ist. Die Kurtosis der Verteilung ist abgeflacht, was darauf hinweist, dass die Heterogenität der gesamten Stichprobe (KG und EG) gegen Ende des Schuljahres zugenommen hat. Den Wright-Maps ist außerdem zu entnehmen, dass die Items bzgl. ihrer Schwierigkeiten weitgehend heterogen sind.

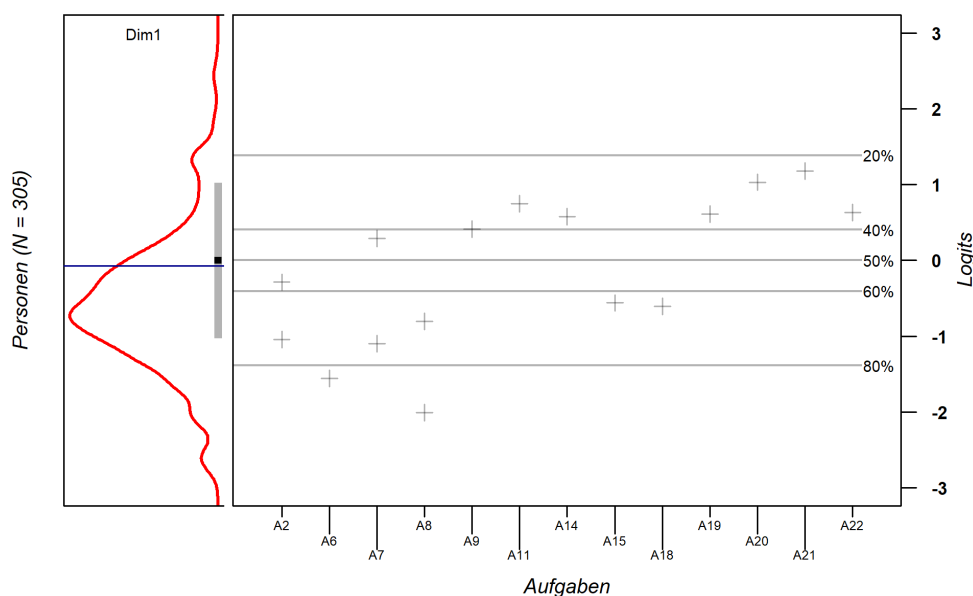


Abb. 10: Darstellung der Wright-Map für das berufliche Fachwissen bei der ET

³¹ Schüler aus Klassen von Lehrern in Ausbildung (Referendaren), in denen die Fördermaterialien auszugsweise eingesetzt wurden.

³² Eindimensionaler Weighted-Likelihood-Estimate-Schätzer.

³³ Ende von LF2 und somit zum Halbjahr des Schuljahres 2016/17.

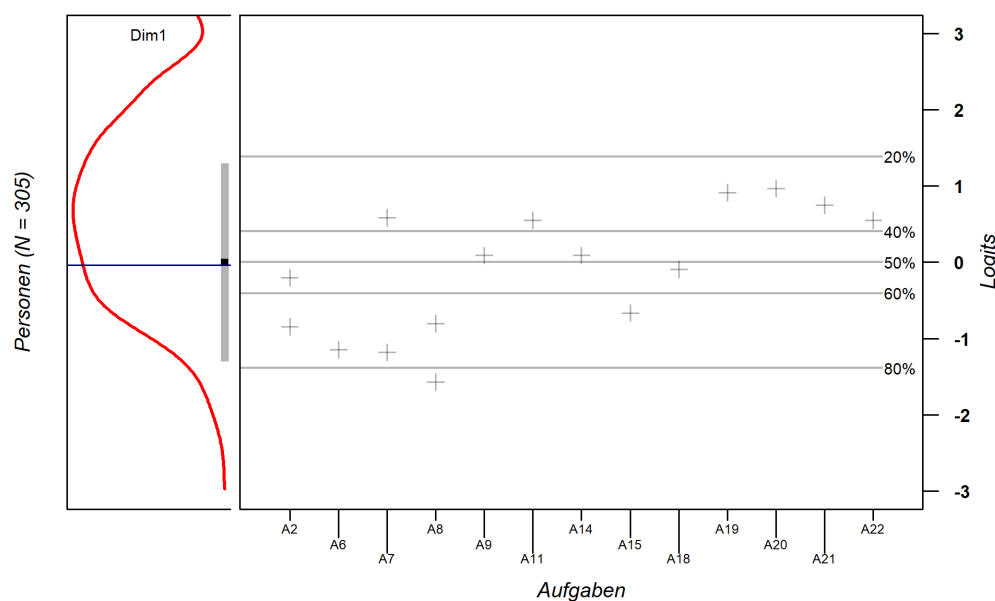


Abb. 11: Darstellung der Wright-Map für das berufliche Fachwissen bei der AT

Im Skalierungsprozess wurden die Items nach vier Kriterien zusammengefasst und angepasst: (1) ausreichende Besetzung der Antwortstufen (bei zweistufigen Antworten mindesten 20 % und bei Partial-Credit-Items mindesten 10 %), (2) geordnete Reihenfolge der Schwellenparameter, (3) Beurteilung der Itemfit-Werte über den Weighted-Mean-Square innerhalb der Grenzen $0,8 < \text{wMNSQ} < 1,2$ (vgl. Adams & Khoo 1996; Bond & Fox 2001)³⁴ und (4) Kontrolle der Testgüte mittels WLE- bzw. EAP-/PV-Reliabilität. Sowohl für die Eingangs- wie für die Abschlusstestung lagen in Summe annehmbare Werte vor (vgl. Tab. 2).

Tab. 2: Item- und Skalenwerte für die Eingangs- und Abschlusstestung

Test	wMNSQ		EAP-/PV- Reliabilität	WLE- Reliabilität
	Min	Max		
Eingangstest	0.887	1.119	0.646	0.625
Abschlusstest	0.851	1.135	0.755	0.669

Zu Schritt 2: Prüfung der Messinvarianz der Itemparameter zu ET & AT

Für die Messung des Wissenszuwachses ist es wichtig zu prüfen, ob sich die Itemparameter als invariant über die Messzeitpunkte hinweg erweisen. Abb. 12 zeigt den grafischen Modelltest zwischen den beiden Messzeitpunkten. An der X- und Y-Achse sind die Itemparameter-Punktschätzer der beiden Messzeitpunkte abgetragen. Die 95 % Konfidenzintervalle sind als Ellipsen dargestellt. Bei idealer Invarianz der Itemparameter sollten die Ellipsen die 45° - Ursprungsgerade schneiden. Bei einzelnen Items lag eine relativ große Abweichung zum Ideal vor, weshalb sie aus der weiteren Auswertung ausgeschlossen wurden. Die verbleibenden 13 Items (15 Parameter) schneiden die Gerade bzw. schmiegen sich relativ dicht an die Gerade an,

³⁴ Abweichend von diesen Grenzen werden an anderer Stelle in der Literatur zum Teil die weniger konservativen Grenzen $0,77 < \text{WMNSQ} < 1,33$ verwendet, wobei ebenfalls auf Adams & Khoo (1996) bzw. Bond & Fox (2001) verwiesen wird.

was darauf hindeutet, dass die Item-Schwierigkeiten zu beiden Messzeitpunkten miteinander vergleichbar sind. Eine Reduktion aller Items, bei denen die 95 % Konfidenzintervalle die Gerade nicht exakt schneiden, wird von den Autoren als nicht sinnvoll erachtet, da hierdurch die Repräsentativität der theoretisch begründeten und ermittelten Inhalte (vgl. Kap. 3.3.1) leiden würde.

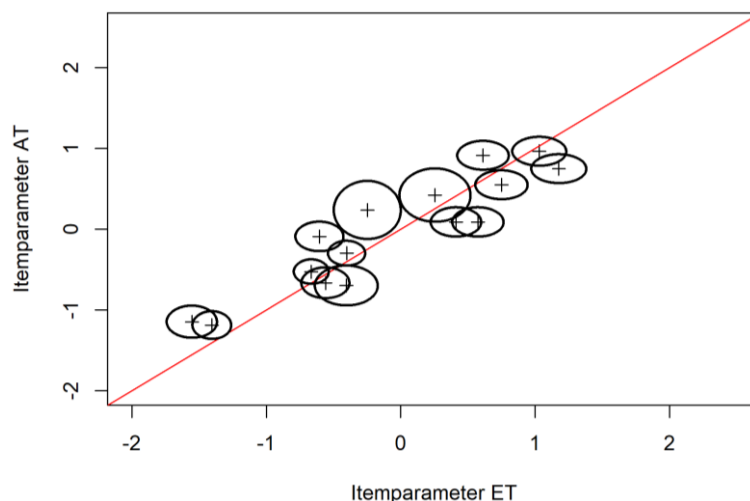


Abb. 12: Überprüfung der Messinvarianz zu beiden Messzeitpunkten (ET & AT) anhand eines grafischen Modelltests (vgl. Strobl 2010)

Zu Schritt 3: Aufbereitung aller Daten

Um mithilfe von WLE-Werten der Probanden weitere Analysen (z. B. Gruppenvergleich oder Entwicklungsmessung) vornehmen zu können, wurden Schüler mit negativer Fachwissensentwicklung ($n = 22$) oder einem zu guten WLE-Eingangswert ($WLE > 2$, $n = 2$) aus dem Datensatz ausgeschlossen, wodurch nach der Aufbereitung der Daten noch $N = 281$ Schüler aus 19 Schulklassen vorliegen ($n_{EG} = 132$, $n_{KG} = 113$, $n_{Ref} = 36$). Diesen Maßnahmen lagen gewisse logische Implikationen zugrunde. Einerseits ist es nicht plausibel, dass sich ein Schüler hinsichtlich des Fachwissens zwischen ET und AT verschlechtert, unabhängig davon, ob er am Elektro-FIT teilgenommen hat oder nicht. Immerhin wurde das Testinstrument zum berufsfachlichen (Vor-)Wissen beibehalten und war nur bzgl. des Austeilens der Testheftversionen (A und B) vom Zufall geprägt (vgl. Kap. 3.4). Andererseits kann bei Schülern mit zu hohem Fachwissen bei der ET mit dem Instrumentarium keine Entwicklung desselben diagnostiziert werden. Da es sich zudem lediglich um zwei Schüler handelt, liegt keine zweigipflige Verteilung vor, die zwangsläufig näher zu analysieren gewesen wäre.

Zu Schritt 4: Bewertung der Umsetzungsqualität innerhalb der EG

Die Bewertung der Umsetzungsqualität folgt dem Bestreben, nur solche Klassen innerhalb der EG mitzuführen, bei denen das Elektro-FIT in gewünschtem Maße umgesetzt wurde. Diese Maßnahme war unablässig, da nur mit einer adäquaten Umsetzung des Elektro-FIT die unverfälschte Berechnung seiner tatsächlichen Effekte möglich ist. Zur Bewertung wurden drei maßgebliche Kriterien für jede Schulklasse herangezogen:

- (1) die Kontrolle der Umsetzungsqualität innerhalb der EG,

(2) die abbruchsfreie Durchführung des Elektro-FIT sowie

(3) die angemessene Behandlung der Inhalte aus LF1 und 2 mit dem Elektro-FIT.

Für die (1) Kontrolle der Umsetzungsqualität erfolgte von uns kurz nach Beginn des Elektro-FIT ein Unterrichtsbesuch je Klasse in der EG. Diesem lag die Absicht zugrunde, ggf. ungünstige Einflüsse, die sich aus einer mangelhaften Durchführung des Elektro-FIT ergaben, direkt „im Feld“ zu identifizieren und zu kontrollieren, wozu eine Unterrichtshospitation mit anschließendem Gespräch stattfand. Während der Unterrichtshospitation ist insbesondere beobachtet worden, in welchem Maße die Lehrer die Fördermaterialien entsprechend dem Lehrerbegleitheft als Anleitung (vgl. Kap. 3.1) einsetzten, welches ihnen zu Beginn des Elektro-FIT ausgehändigt worden war. Weiterhin wurde überprüft, ob beim Einsatz der Fördermaterialien innerhalb der Schulklassen beobachtet werden kann, dass auch die Schüler wissen, „was zu tun ist“ und wie sie sich ggf. selbst bei der Bearbeitung der Aufgaben helfen und unterstützen können (Rituale). Dem letzten Punkt liegt die Annahme zugrunde, dass ein Fördereffekt nur dann tatsächlich messbar ist, wenn der Lehrer immer wieder auf die Unterstützungsmöglichkeiten bei der Aufgabenbearbeitung³⁵ hinweist, sie den Schülern geläufig sind und die Schüler selbige anwenden. Die getroffenen Feststellungen wurden von uns zusammen mit den Lehrkräften reflektiert, und es wurden ggf. Tipps für die weitere Umsetzung des Elektro-FIT gegeben. Zudem wurde auf Fragen der Lehrer eingegangen, die bereits in diesem Stadium Verbesserungsvorschläge für eine zukünftige Umsetzung des Elektro-FIT oder der einzelnen Module einbringen konnten.

Die (2) abbruchfreie Durchführung des Elektro-FIT konnte weitestgehend gewährleistet werden. Lediglich in Schule 19 brachen die Lehrkräfte das Elektro-FIT nach ca. drei Wochen ab, was den Ausschluss der Klasse aus der Untersuchung zur Folge hatte. Vorangegangen waren eine eher skeptische Haltung der Lehrer gegenüber dem Elektro-FIT und deren Einschätzung, die Schüler seien zu schwach, um in offenen Unterrichtsformen unterrichtet zu werden. Sie zogen deshalb eine direktive Unterrichtsform ohne jegliches Fördertraining vor.

Um aus Forschersicht (3) beurteilen zu können, ob das Elektro-FIT zur Behandlung von Inhalten aus LF1 und 2 angemessen eingesetzt wurde, erhielten die Lehrer der EG Lerntagebücher. Die Lerntagebücher wurden auf Vertrauensbasis geführt, weshalb auf eine tiefergehende Prüfung der Tagebücher verzichtet wurde. Am Ende des Fördertrainings fand eine Auswertung der Lerntagebücher statt. Sofern die Fördermaterialien bei weniger als 50 % der Inhalte, die sie abzudecken im Stande gewesen wären, eingesetzt wurden, fand ein Ausschluss der Klasse aus der Stichprobe statt. Insgesamt traf dies zunächst auf drei Schulklassen zu (Schule 4 mit $n = 9$, Schule 5 mit $n = 17$ und Schule 11 mit $n = 11$ Schülern), in denen die Fördermaterialien bewusst nur auszugsweise innerhalb der Lehrerbildung von Referendaren eingesetzt wurden.³⁶ Bei zwei weiteren Klassen (Schule 6 mit $n = 15$ und Schule 13 mit $n = 9$ Schülern) konnte nach Auswertung der Lerntagebücher festgestellt werden, dass die Fördermaterialien zu LF1 und 2 lediglich rudimentär für die Dauer von jeweils nur 2 bis 4 h eingesetzt wurden und ansonsten nicht. Auch diese beiden Klassen wurden zur Berechnung der Effekte des Elektro-FIT aus der Stichprobe ausgeschlossen, so dass bei Schritt 5 (Rechnung linear gemischter Modelle) 13 Schulklassen Berücksichtigung fanden ($N = 213$).

³⁵ Strategien anwenden, Impulskarten benützen, Einsatz von Fachkunde- und Tabellenbuch.

³⁶ Dies resultiert aus der Projektbeschreibung, die den unterstützenden Einsatz der Lernmaterialien innerhalb der Lehrerbildung fordert.

Zu Schritt 5: Rechnung linear gemischter Modelle

Um zu prüfen, ob die Gruppenzugehörigkeit zu EG oder KG einen Einfluss auf die Fachwissensentwicklung bzw. das Niveau des Fachwissens über die Zeit hat (vgl. Kap. 2.2), wurden mit der bereinigten Stichprobe von $N = 213$ Schülern ($n_{EG} = 100$ und $n_{KG} = 113$) aus 13 Schulklassen lineare gemischte Modelle (LMMs)³⁷ gerechnet (siehe Kap. 4.2, vgl. Baayen, Davison & Bates 2008; Boeck et al. 2011). LMMs bilden eine Klasse von Regressionsmodellen, welche neben festen Effekten auch zufällige Effekte miteinbeziehen, um individuelle Änderungen zu berücksichtigen. Dadurch sind sie besonders gut zur Modellierung der Korrelationsstruktur von Longitudinaldaten geeignet und besitzen im Vergleich zu einem einfachen linearen Modell folgende drei Vorteile: (1) eine verbesserten Schätzgenauigkeit, (2) die Möglichkeit, mit unbeobachteter Heterogenität umzugehen, und (3) die Möglichkeit, individuelle Prognosen vorzunehmen (vgl. Fahrmeir, Kneib & Lang 2007).

4 Ergebnisse

In Kap. 4 werden zunächst deskriptive Analysen vorgestellt (vgl. Kap. 4.1), bevor die Hypothesen überprüft und auf die Entwicklung des Fachwissens der Schüler eingegangen wird (vgl. Kap. 4.2). An dieser Stelle sei darauf verwiesen, dass je nach Fragestellung zum Teil unterschiedliche Stichprobengrößen verwendet wurden, was an entsprechender Stelle auch angegeben wird.

4.1 Deskriptive Analysen

Die in diesem Kapitel durchgeführten deskriptiven Analysen dienen, nach der Skizzierung der Entwicklung der letzten Jahre im berufsbildenden Bereich (vgl. Kap. 1), vor allem einer näheren Spezifikation zur Zusammensetzung der Stichprobe, bspw. aber auch zur näheren Eingrenzung der Abbrecher innerhalb des ersten Ausbildungsjahres (vgl. dazu auch die Beschreibung in Kap. 2.2). Da der Anteil der Schüler mit Migrationshintergrund in den letzten Jahren zugenommen hat (vgl. Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2016), fand zunächst eine Prüfung der Stichprobenszusammensetzung der ET ($N = 431$) statt, um zu kontrollieren, wie sich die Verteilung in der vorliegenden Stichprobe zeigt (siehe Tab. 3).

Tab. 3: Anteil an Schülern mit Migrationshintergrund in der Gesamtstichprobe der ET

Anzahl	(1)	(2)	(3)	NA ³⁸	n _{EG}	n _{KG}	n _{Ref}
N = 431	237 (55 %)	95 (22 %)	93 (21.6 %)	6 ³⁹ (1.4 %)	202	172	57

Im Schülerfragebogen (vgl. Kap. 3.2) wurden die Schüler gefragt, ob ihre Muttersprache (1) ausschließlich Deutsch, (2) Deutsch und eine andere Sprache oder (3) eine andere Sprache ist. Abgeleitet von dem in Kap. 1 beschriebenen Migrationsverständnis der Autorengruppe Bildungsberichterstattung (2016) wird im Weiteren dann von einem Migrationshintergrund gesprochen,

³⁷ LMMs ... Linear Mixed Models

³⁸ NA ... not available (fehlende Werte)

³⁹ Von 6 Schülern lagen keine Ergebnisse aus dem Schülerfragebogen vor.

wenn die Muttersprache (2) Deutsch und eine andere Sprache bzw. (3) eine andere Sprache ist. Der Anteil an Schülern mit Migrationshintergrund in der ET lag somit bei 43.6 % (vgl. Tab. 3). Dies liegt deutlich über dem bundesweiten Durchschnitt aller Menschen mit Migrationshintergrund im Jahre 2017 (22.5 %, vgl. Destatis 2017, S. 41) und auch über dem Durchschnitt in städtischen Ballungsräumen, bspw. in Baden-Württemberg oder Hessen (ca. 30 %) bzw. in ost-deutschen Flächenländern (ca. 4 %, vgl. Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2016, S. 165).

Der Migrationshintergrund stellt sich auch bei weiteren Analysen als ebenso zu berücksichtigendes Merkmal dar. Ausgehend von der ET (N = 431) waren bei der AT, ca. ein halbes Jahr später, noch N = 305 anwesend, so dass n = 126 fehlende Schüler vorlagen (29.2 %). Diese Schüler werden im Weiteren als Abbrecher zusammengefasst, da eine tiefergehende Prüfung, bspw. ob die Schüler wegen Krankheit an der AT nicht teilnehmen konnten oder zuvor ihren Beruf abgebrochen hatten, aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht möglich war. Demgemäß stieg die Abbruchsquote der gesamten Stichprobe bereits nach ca. einem halben Jahr über die in Kap. 1 skizzierte Ausgangslage hinweg an, nach der in den ersten 48 Monaten 25.8 % aller Ausbildungsverträge in Deutschland aufgelöst werden (vgl. Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2016, S. 115). Ein Schritt, zu dem sich in der vorliegenden Untersuchung vor allem Schüler mit Migrationshintergrund gezwungen sahen. Im Unterschied dazu brachen lediglich 22.4 % aller deutschsprachigen Schüler der Untersuchung die Ausbildung vorzeitig ab, während es aus der Gruppe (2) mit Deutsch und einer fremden Sprache 41.1 % waren und bei Schülern mit ausschließlich einer fremden Muttersprache 33.3 % (siehe Tab. 4).⁴⁰ Dies stellt die Ergebnisse des Berufsbildungsberichts 2018 in einem noch kontrastreicherem Spektrum dar, nach dem 34.0 % der ausländischen Staatsbürger einen Ausbildungsvertrag lösen, während es bei Auszubildenden mit deutscher Staatsbürgerschaft nur 25.1 % sind (vgl. BMBF 2018, S. 90).

Tab. 4: Aufschlüsselung der Abbrecher im ersten halben Schuljahr nach Muttersprache (1 ... Muttersprache Deutsch, 2 ... Muttersprache Deutsch und eine andere, 3 ... fremde Muttersprache) und Schulabschluss (HS ... Hauptschule, RS ... Realschule oder Mittlere Reife, HSR ... Allgemeine Hochschul- bzw. Fachhochschulreife), NA ... keine Angaben vorliegend

Anzahl Personen	Muttersprache			NA	n _{EG}	n _{KG}	n _{Ref}
	1	2	3				
N = 431 bei ET	237	95	93	6	202	172	57
N = 305 bei AT	184	56	62	3	142	124	39
Δn absolut	53	39	31	3	60	48	18
Δn in %	22.4 %	41.1 %	33.3 %	50 %	29.7 %	27.9 %	31.6 %

Prüft man, ob für die erfolgreiche Fortführung einer Ausbildung ggf. kognitive Voraussetzungen limitierend sein könnten, lässt sich feststellen, dass der IQ-Mittelwert der vorliegenden Gesamtstichprobe (N = 402, NA = 29) bei M = 96.3 (SD = 16.1) liegt. Dabei weisen Schüler mit (1) Deutsch als Muttersprache einen höheren IQ-Mittelwert auf als Schüler mit (2) Deutsch und einer fremden Sprache als Muttersprache bzw. (3) nur einer fremden Muttersprache (siehe Tab. 5). Werden die beiden zuletzt genannten Teilgruppen wieder als Schüler mit Migrationshintergrund in einer Gruppe zusammengefasst (n = 177) und der Gruppe der deutschsprachigen Schülern gegenübergestellt (n = 222), so zeigt ein t-Test, dass Schüler mit Migrationshintergrund in der vor-

⁴⁰ Die Abbruchsquoten in der EG (29.7 %) und KG (27.9 %) sind hingegen nahezu identisch.

liegenden Untersuchung bei Elektronikern für Energie- und Gebäudetechnik zu Beginn der Ausbildung signifikant geringere kognitive Grundfähigkeiten besitzen ($t(381.6) = 4.5, p < .001$). Dieses Ergebnis kann repliziert werden, sofern für die Fragestellung die finale Stichprobe ($N = 213$, vgl. Kap. 3.2) verwendet wird ($t(149.1) = 2.1, p < .05$).⁴¹

Tab. 5: Kognitive Grundfähigkeit (IQ) von Schülern entsprechend ihrem Migrationshintergrund (1 ... Muttersprache Deutsch, 2 ... Muttersprache Deutsch und eine andere, 3 ... fremde Muttersprache)

Anzahl Personen	Muttersprache (N = 431)			
	1	2	3	NA
Δn absolut	222	93	84	32
Δn in %	51.5 %	21.6 %	19.5 %	7.4 %
M_{IQ}	99.41	94.94	89.35	-
SD	15.95	14.42	16.25	-

Solche Unterschiede in den kognitiven Voraussetzungen haben sich in der Vergangenheit bereits in anderen Untersuchungen feststellen lassen, obgleich dabei i. d. R. der Migrationshintergrund nicht einbezogen bzw. näher betrachtet wurde. Beim Vergleich zwischen Elektronikern und Elektroinstallateuren⁴² zeigten sich zu Ausbildungsbeginn deutliche Vorteile zugunsten der Elektroniker (vgl. Nickolaus, Knöll & Gschwendtner 2006, S. 560). Und auch innerhalb des Ausbildungsberufs Elektroniker für Automatisierungstechnik, der sich durch relativ leistungsstarke Auszubildende auszeichnet, konnte zwischen Auszubildenden im Handwerk und der Industrie „[...] hinsichtlich der Intelligenz [...] ein [signifikanter] Unterschied zwischen den beiden Gruppen [...]“ festgestellt werden (vgl. Walkrer et al. 2015, S. 16, $\Delta IQ = 5.66$ Punkte, $t(500) = 3.439, p < .01$). Bezogen auf neuere Untersuchungen bei Technikern der Fachrichtung Elektrotechnik hat sich zudem gezeigt, dass die kognitiven Voraussetzungen bedeutsam für das Grundlagenwissen sind und es wiederum Leistungsunterschiede zwischen Technikern mit handwerklicher bzw. industrieller Vorbildung gibt (vgl. Nitzschke et al. 2019)⁴³.

Tab. 6: Aufschlüsselung der Abbrecher im ersten halben Schuljahr nach Bildungsgrad, NA ... keine Angabe

Anzahl Personen	Keiner	Schulabschluss			
		HS	RS	HSR	NA
N = 431	2	116	246	40	27
N = 305	1	65	190	30	19
Δn absolut	1	51	56	10	8
Δn in %	50 %	44 %	22.8 %	25 %	29.6 %

Geht man der Frage nach, ob ein Migrationshintergrund auch Einfluss auf die Entwicklung des Fachwissens nimmt, kann gezeigt werden, dass Schüler mit deutscher Muttersprache einen signifikant höheren Fachwissenszuwachs zwischen ET und AT aufweisen (Median = 1.51) als

⁴¹ Zwei fehlende Werte, somit $N = 211$.

⁴² Beide Berufe sind nicht näher spezifiziert.

⁴³ Open Access (siehe Internet: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>), Ergebnisse zitiert ohne Vornahme von Veränderungen.

Schüler mit Deutsch und einer fremden Sprache als Muttersprache bzw. ausschließlich einer fremden Muttersprache (siehe Abb. 13, Median = 1.14, $U = 10370$, $p < .05$, $r = 0.12$).⁴⁴

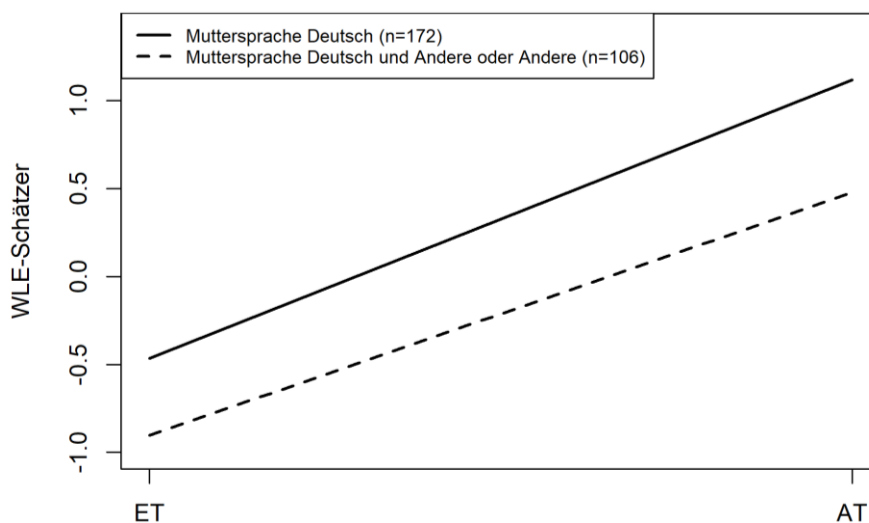


Abb. 13: Entwicklung des Fachwissens zwischen ET und AT bei Schülern mit Deutsch als Muttersprache bzw. Schülern, die zweisprachig oder ausschließlich fremdsprachig aufgewachsen sind

Wird der Bildungsgrad als Kriterium für einen Abbruch der Ausbildung hinzugezogen (siehe Tab. 6), so zeigt sich, dass die Vertragslösungsquote der Hauptschüler mit 44 % über dem ohnehin bereits historischen bundesweiten Durchschnittswert von 38.2 % im Jahre 2016 liegt (vgl. BMBF 2018, S. 90). Die Vertragslösungsquote der relativ kleinen Anzahl von Schülern mit HSR ($n_{HSR} = 40$ von $N = 431$ bei der ET) liegt mit 25 % zwar relativ hoch, doch dürften gerade hier Merkmale wie eine berufliche Umorientierung oder höherqualifizierende Weiterbildungen (z. B. ein Studium) die Gründe für einen „Abbruch“ sein.⁴⁵ Damit wird mit dieser Untersuchung erneut belegt, dass die Vertragslösungsquote „[...] umso höher ausfällt, je niedriger der allgemeinbildende Schulabschluss der Auszubildenden ist [...]“ (vgl. BMBF ebd.) Nimmt man abschließend die EG und die KG näher in den Blick und vergleicht sie miteinander, lassen sich unterschiedliche Eingangsbedingungen identifizieren. Innerhalb der EG fanden sich weniger kognitiv starke Schüler als in der KG ($n_{\text{kognitiv stark, EG}} = 33$ zu $n_{\text{kognitiv stark, KG}} = 44$) und zudem mehr kognitiv schwache Schüler mit Migrationshintergrund ($n_{EG2} = 31$ zu $n_{KG2} = 17$, vgl. Tab. 7).

Tab. 7: EG und KG, unterschieden nach kognitiv Starken und Schwachen bzw. dem Migrationshintergrund in den Teilgruppen (1 ... Deutsch als Muttersprache, 2 ... Deutsch und eine andere Sprache als Muttersprache bzw. nur eine fremde Sprache als Muttersprache), $N = 197$ ⁴⁶

Kognitive Ausprägung	n_{EG1}	n_{EG2}	n_{KG1}	n_{KG2}
Kognitiv stark	23	10	31	13
Kognitiv schwach	35	31	37	17

⁴⁴ $r = .10$ entspricht einem schwachen Effekt, $r = .30$ entspricht einem mittleren Effekt, $r = .50$ entspricht einem starken Effekt.

⁴⁵ Mit der vorliegenden Untersuchung kann zudem gezeigt werden, dass die Schüler umso eher einen Hauptschulabschluss und umso seltener einen Realschulabschluss besitzen, je größer der Migrationshintergrund ist. Erst bei einer höheren Bildung, bspw. einer HS-Reife, sind die prozentualen Anteile von Schülern mit und ohne Migrationshintergrund vergleichbar.

⁴⁶ Daten von zwei Personen fehlen bei der Angabe der Muttersprache, da diese Schüler zwar an der ET und AT teilnahmen, aber beim ersten Messzeitpunkt keine Angaben hinsichtlich ihrer Muttersprache machten. Bei weiteren 14 Personen fehlt außerdem der IQ-Wert.

4.2 Hypothesenprüfung

H1: Schüler, die am Elektro-FIT teilgenommen haben, weisen einen signifikant höheren Lernzuwachs im Fachwissen auf als Schüler, die das Elektro-FIT nicht durchlaufen haben.

Um zunächst ein Gesamtbild von den Verläufen der Personenfähigkeiten bzgl. der Entwicklung des Fachwissens zwischen den zwei Messzeitpunkten zu erhalten, wurden diese von jeder Person getrennt für die EG ($n_{EG} = 100$) und KG ($n = 113$) grafisch dargestellt (siehe Abb. 14, graue Linien), wobei, wie in Kap. 3.4 erläutert, Schüler mit negativer Fachwissensentwicklung bereits ausgeschlossen wurden. Die durchschnittliche Entwicklung (schwarze Linie) entspricht in beiden Gruppen der Differenz des WLE-Mittelwertes zwischen AT und ET ($\Delta\text{-WLE} = m_{AT} - m_{ET}$). Dem Verlauf ist zu entnehmen, dass die Steigung der Geraden in der EG größer ist als in der KG. Somit weisen Personen in der EG im Durchschnitt einen größeren Fachwissenszuwachs auf ($\Delta\text{-WLE} = 1.68$) als Personen in der KG ($\Delta\text{-WLE} = 1.32$).

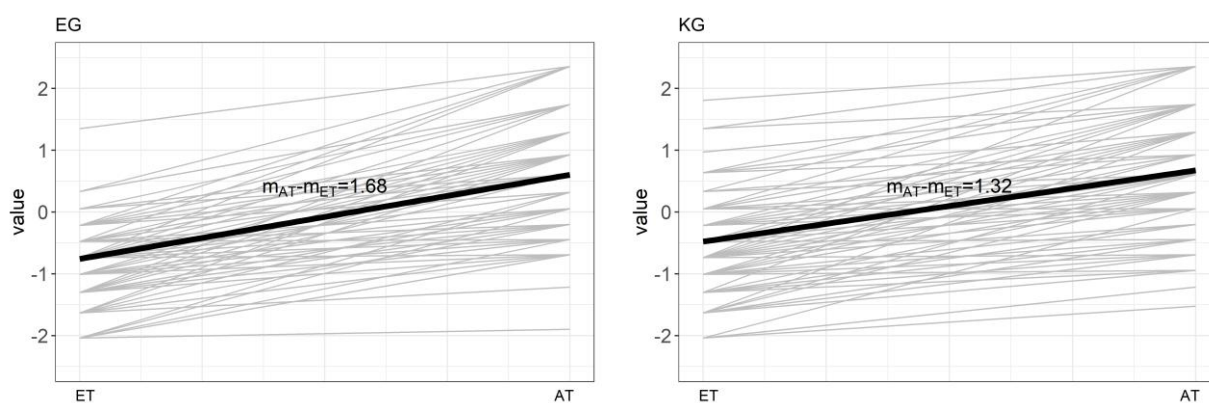


Abb. 14: Individuelle Fachwissensentwicklung zwischen ET und AT für die EG und KG (graue Linien). Die mittlere Fachwissensentwicklung in der EG und KG wird über die Differenz des WLE-Mittelwertes bei ET und AT gebildet (schwarze Linie)

Dieses Ergebnis zeigen auch die Verteilungsfunktionen des Fachwissens in der EG und KG in der ET und AT (siehe Abb. 15 und Abb. 16). Das Fachwissensniveau in der KG ist zu Beginn des Schuljahres zwar höher als in der EG (vgl. Abb. 15), doch können die Schüler der EG diese Differenz bis zur AT geringfügig verkleinern (siehe Abb. 16). Eine Prüfung dieses Ergebnisses fand mittels „Mann-Whitney-U-Test“ statt, da die für einen t-Test benötigte Normalverteilung der WLE-Differenzen nicht gegeben war (Kontrolle mittels Shapiro-Wilk-Test, vgl. Shapiro & Wilk, 1965). Dabei konnte der Unterschied der Fachwissensentwicklung zwischen EG (Median = 1.617) und KG (Median = 1.103) als signifikant nachgewiesen werden ($U = 4595$, $p < .01$, $r = 0.16$)⁴⁷, wodurch Schüler in der EG im Durchschnitt einen höheren Lernzuwachs vorweisen können als Schüler in der KG (siehe Abb. 17). H1 kann damit bestätigt werden.

⁴⁷ $r = .10$ entspricht einem schwachen Effekt, $r = .30$ entspricht einem mittleren Effekt, $r = .50$ entspricht einem starken Effekt.

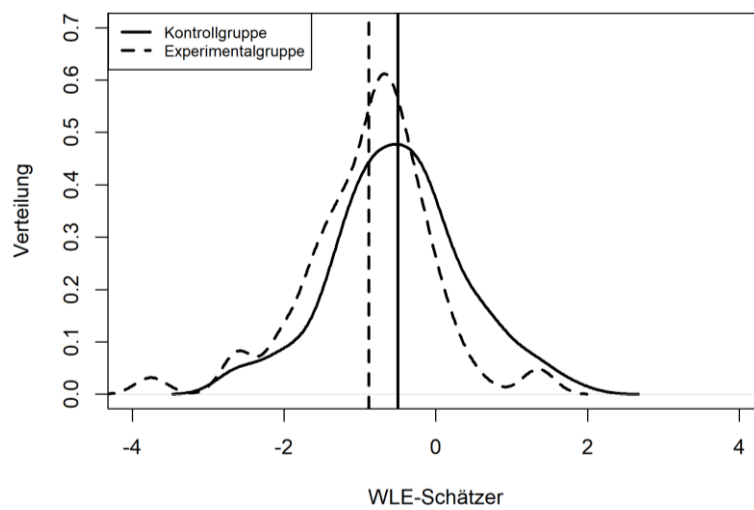


Abb. 15: Verteilungsfunktionen des Fachwissens bei der ET

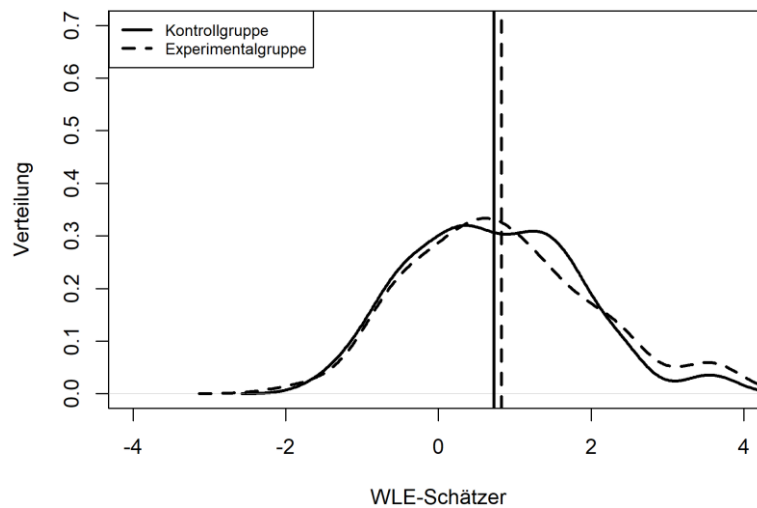
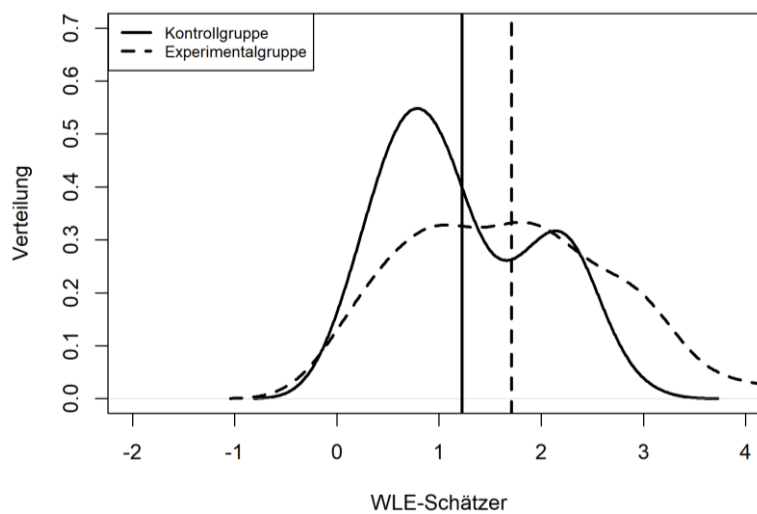


Abb. 16: Verteilungsfunktionen des Fachwissens bei der AT

Abb. 17: Verteilungsfunktionen der Fachwissensdifferenzen (Δ -WLE) für die EG (gestrichelte Linie) und KG (durchgezogene Linie)

H2: Durch die Teilnahme am Elektro-FIT zeigen Schüler mit niedrigeren kognitiven Voraussetzungen eine ähnliche Fachwissensentwicklung wie Schüler mit höheren kognitiven Voraussetzungen.

In Anbetracht der hohen Heterogenität in der EG und KG wurde in H2 untersucht, ob kognitiv schwache Schüler vom Elektro-FIT in gleichem Maße profitieren oder sich deren Entwicklungsverläufe von kognitiv stärkeren Schülern unterscheiden.⁴⁸ Dabei wurde der dem CFT 20-R (vgl. Kap. 3.3.2) zugrunde liegende Populationsmittelwert verwendet, der mit 100 angegeben ist. Das heißt, Schüler, deren IQ-Wert unter 100 liegt, werden von uns als kognitiv eher schwächer eingestuft, wohingegen Schüler, deren Wert bei 100 oder über 100 liegt, als kognitiv eher stärker eingestuft werden. In Abb. 18 sind die mittleren Entwicklungsverläufe zwischen den zwei Messzeitpunkten (ET und AT) für die schwachen (IQ < 100) und starken Schüler (IQ ≥ 100) in der EG und KG getrennt voneinander dargestellt.⁴⁹ Innerhalb der EG lässt sich feststellen, dass die kognitiv schwachen Schüler zwar eine positive Fachwissensentwicklung aufzeigen (Median = 1.38), die kognitiv starken Schüler bis zum Ende des Elektro-FIT aber einen signifikant größeren Fachwissenszuwachs haben (Median = 1.91). Die Überprüfung mittels Mann-Whitney-U-Test bestätigt dieses Ergebnis ($U = 1435$, $p < .01$, $r = 0.26$). Dadurch kann H2, nach der kognitiv schwache Schüler eine ähnliche Fachwissensentwicklung durch die Teilnahme am Elektro-FIT erreichen können wie die kognitiv starken Schüler, nicht nachgewiesen werden.

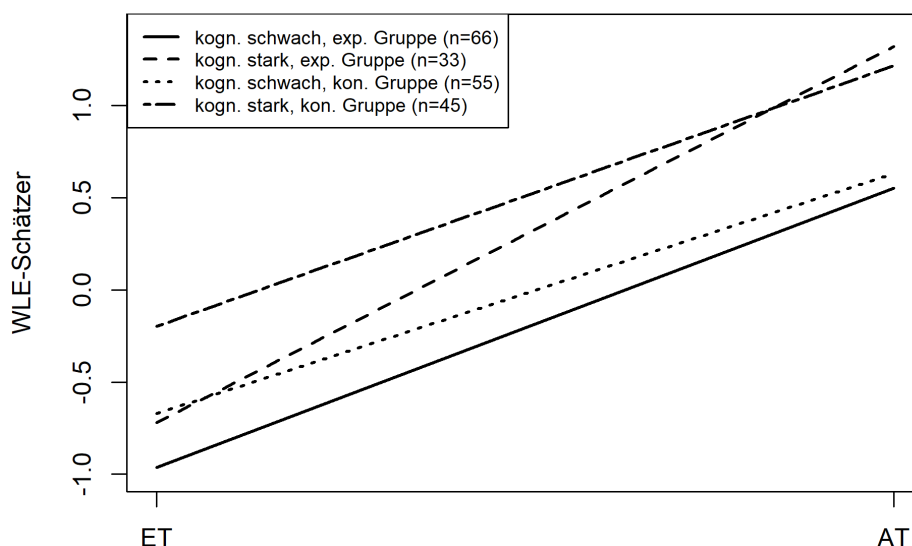


Abb. 18: Vergleich der Fachwissensentwicklung bei kognitiv schwachen und starken Schülern (N = 199, NA = 14)

In einer an H2 angeschlossenen tiefergehenden Analyse wurde den Entwicklungsverläufen der kognitiv starken und schwachen Schüler in der EG und KG nachgegangen, die miteinander verglichen wurden. Die schwachen Schüler der EG weisen eine Fachwissensdifferenz zwischen der ET und AT auf (Median = 1.38, $n = 66$), welche vergleichbar mit jener der schwachen Schüler der KG ist (ungefähr gleiche Steigung der Geraden, Median = 1.06, $n = 55$). Davon abweichend holen die kognitiv starken Schüler der EG den Fachwissensrückstand, der noch bei der ET

⁴⁸ Die Unterteilung in kognitiv starke und schwache Schüler war zunächst nicht vorgesehen, resultierte aber aus der Feststellung, dass die Stichprobe bzgl. der kognitiven Voraussetzungen und im Weiteren auch bezogen auf den Migrationshintergrund stark heterogen war (vgl. Kap. 4.1). Daher erschien es den Autoren lohnenswert, eine nähere Differenzierung vorzunehmen.

⁴⁹ Schüler mit IQ = 100 werden innerhalb der Darstellung den kognitiv starken Schülern zugerechnet, da der IQ-Mittelwert der vorliegenden Gesamtstichprobe ($N = 402$, $NA = 29$), wie bereits in Kap. 4.1 berichtet, bei $M = 96.3$ ($SD = 16.1$) liegt und sich auch bezogen auf die finale Stichprobe ($N = 199$, $NA = 14$) mit $M = 96.6$ ($SD = 16.4$) nicht wesentlich davon unterscheidet.

vorlag, nicht nur auf, sondern überholen die starken Schüler der KG sogar. Bemerkenswerterweise erfahren sie dadurch einen höheren Fachwissenszuwachs (Median = 1.91, $n = 33$) als die Schüler der KG (Median = 1.24, $n = 45$). Dieses Ergebnis kann mithilfe eines Mann-Whitney-U-Tests bestätigt werden. Während kognitiv schwache Schüler in der EG und KG keinen signifikanten Unterschied im Fachwissenszuwachs zeigen ($U = 2017$, $p = \text{n.s.}$), unterscheidet sich der Lernzuwachs der starken Schüler in der EG von dem der starken Schüler in der KG signifikant mit einer mittleren Effektstärke ($U = 1000$, $p < .01$, $r = 0.29$)⁵⁰. Wünschenswert wäre es gewesen, die Überprüfung von H2 unter gleichen Ausgangsbedingungen für die EG und KG durchzuführen. Durch die zufällige Auswahl der Schulklassen für die Untersuchung war aber bspw. nicht vorhersehbar, dass sich die kognitiv starken Schüler in der EG und KG bereits bei der ET signifikant in ihrem Fachwissensstand unterschieden haben (Median $WLE_{(EG)} = -.074$, Median $WLE_{(KG)} = -.022$, $U = 458$, $p < .01$, $r = 0.32$). Gleichwohl lässt sich aus den Ergebnissen ableiten, dass das Elektro-FIT vor allem kognitiv starken Schülern unter den sonst ohnehin eher leistungsschwachen Auszubildenden im Beruf Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik (siehe Kap. 2) gute Entwicklungsmöglichkeiten bietet.

H3: Sowohl höhere kognitive Voraussetzungen als auch deutsche muttersprachliche Voraussetzungen⁵¹ nehmen einen positiven Einfluss auf Fachwissen bzw. die Fachwissensentwicklung.

Zur Prüfung von H3 wurden generalisierte gemischte lineare Modelle (LMMs) herangezogen (vgl. die Anmerkungen in Kap. 3.4). Für die Analyse der Daten wurden das Paket „lme4“ (vgl. Bates et al. 2015) und die Funktion „lmer“ verwendet. Aufgrund statistischer Probleme bei der Schätzung von Freiheitsgraden in gemischten Modellen (vgl. dazu Baayen, Davidson & Bates 2008) wurden Effekte mit einem t-Wert von ≥ 2.00 als signifikant angenommen (vgl. Baayen et al. 2008, S. 398). Die Probanden der Studie (erfasst über die personenspezifische ID ... Identität) gingen mit zufälligen Effekten in die Modellierung ein, damit ihre individuelle Ausgangslage die Analyse nicht beeinflusst. Das ursprüngliche Baseline-Modell konnte wie folgt berechnet werden:

$$\text{value} \sim 1 + (1 \mid \text{ID})$$

Als feste Effekte („fixed effects“) wurden die Variablen Gruppenzugehörigkeit (EG_KG), der Messzeitpunkt⁵² („time“), die kognitive Grundfähigkeit (IQ) und die Muttersprache modelliert, wobei die Interaktion („interactive effect“) zwischen Messzeitpunkt und Gruppenzugehörigkeit (EG_KG * time) sowie zwischen Messzeitpunkt und IQ (IQ*time) Berücksichtigung fand. Dadurch erweitert sich das Modell folgendermaßen:

$$\text{value} \sim 1 + \text{EG_KG} * \text{time} + \text{IQ} * \text{time} + \text{Muttersprache} + (1 \mid \text{ID})$$

Die unabhängigen Variablen wurden sukzessive in das Modell aufgenommen, wobei das finale Modell iterativ auf der Basis von Likelihood-Ratio-Tests und der Beurteilung der Informationskriterien AIC und BIC optimiert wurde. Die Modellierung (siehe Tab. 8) zeigt signifikante Ergebnisse für alle untersuchten Haupteffekte und für die Interaktionen ($|t\text{-value}| \geq 2.00$). Mit der Modellierung können 49 % der Varianz des Fachwissens erklärt werden.

⁵⁰ $r = .10$ entspricht einem schwachen Effekt, $r = .30$ entspricht einem mittleren Effekt, $r = .50$ entspricht einem starken Effekt.

⁵¹ Schüler, deren Muttersprache ausschließlich Deutsch ist. Sie werden in einer ersten Gruppe zusammengefasst, während die zweite Gruppe aus Schülern besteht, die zweisprachig oder ausschließlich mit einer fremden Muttersprache aufgewachsen sind.

⁵² Messzeitpunkt 0 vor Interventionsbeginn und Messzeitpunkt 1 zum Ende der Intervention.

Tab. 8: Relevante Kennwerte der Modellierung über LMMs, wobei ein Effekt nur dann relevant wird, wenn $|t| \geq 2.00$ ist (vgl. Baayen et al. 2008, S. 398)

Fixed Effects	Estimate	t-value
Intercept	-2.21	-4.72
EG_KG	0.27	2.02
time	1.17	2.82
IQ	0.02	3.93
Muttersprache	-0.39	-2.66
IQ * time	0.01	2.38
EG_KG * time	-0.08	-2.94

Wie erwartet, nimmt die Gruppenzugehörigkeit (EG_KG) einen Einfluss auf die Fachwissensentwicklung ($t = -2.94$). Dieses Ergebnis bestätigt die übergeordnete, eingangs dieses Kapitels gemachte Feststellung bei der Überprüfung von H1, nach der, insgesamt betrachtet, Personen in der EG einen höheren Lernzuwachs aufweisen als Personen in der KG. Höhere kognitive Voraussetzungen wirken sich begünstigend sowohl auf das Fachwissen ($t = 3.93$) als auch auf die Fachwissensentwicklung aus ($t = 2.38$). Der Einfluss der Muttersprache zeigt sich ebenfalls signifikant ($t = -2.66$), d. h., es wird ein negativer Einfluss auf das Fachwissen ausgeübt, wenn die Muttersprache nicht Deutsch ist.⁵³ H3 kann damit als bestätigt angenommen werden.

5 Zusammenfassung und Diskussion

Wie in den Leitgedanken der UNESCO gefordert, besitzt jeder Mensch ein universales Recht auf Bildung (vgl. Römer 2014, S. 50). Mit Initiativen, wie bspw. JUGEND STÄRKEN, werden bereits heute Fördermaßnahmen angeboten, durch die Menschen mit Migrationshintergrund besonders unterstützt werden sollen (vgl. BMBF 2018, S. 102). Angemessen gefördert werden kann aber nur, wessen Förderbedarf auch angemessen analysiert wurde, was aus Sicht der Autoren immer noch zu selten geschieht. Bei Menschen mit Migrationshintergrund schmälert dies die Chancen für eine erfolgreiche Integration auf unverzeihliche Weise. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund der Tatsache, dass sich Kinder und Jugendliche mit Migrationshintergrund deutlich häufiger in Risikolagen befinden, die den Bildungserfolg gefährden können (Erwerbslosigkeit der Eltern, geringes Einkommen und/oder geringe Qualifikation), als Kinder oder Jugendliche aus Familien, die keinen Migrationshintergrund haben (Autorengruppe Bildungsberichterstattung 2016, S. 168). Bezeichnend dafür ist die Anzahl der Abbrecher, die sich in der vorliegenden Untersuchung zwischen den beiden Messzeitpunkten der ET und AT feststellen lässt und welche zu erheblichen Anteilen durch Schüler mit Migrationshintergrund repräsentiert wird.⁵⁴ Es konnte in diesem Zusammenhang außerdem gezeigt werden, dass die Fachwissensentwicklung bei Schülern mit deutschen muttersprachlichen Voraussetzungen signifikant besser verläuft als bei der Gruppe von Schülern, die entweder mit Deutsch und einer fremden Sprache oder ausschließlich mit einer fremden Muttersprache aufgewachsen sind.

⁵³ Die Muttersprache erweist sich hier aufgrund der Kodierung negativ, da der Grad der Migration ansteigend kodiert war und das Fachwissen mit steigendem Migrationshintergrund sinkt.

⁵⁴ Dies zeigt, dass es bei einer angemessenen Differenzierung von Gruppen mehr als sinnvoll sein kann, nicht nur die Frage nach der Staatszugehörigkeit zu stellen, sondern auch das Muttersprachniveau mit zu erfassen.

Diese Ergebnisse erklären, warum manche Lehrkräfte während der Unterrichtsbesuche der EG-Schulklassen für die Autoren überraschenderweise den Wunsch äußerten, die Texte der Fördermaterialien im Umfang reduzieren und sprachlich vereinfachen zu dürfen. Dabei schätzten sie die Güte der Aufgabenbeschreibungen, die Vernetzung der Aufgabeninhalte untereinander und den projekthaften Charakter der Fördermaterialien (vgl. Kap. 3.1) zwar explizit als positiv ein, doch erlauben es ihrer Auffassung nach die sprachlichen Barrieren mancher Schüler nicht, wie im LF-Konzept gefordert, projektartig und handlungsorientiert zu unterrichten und die Fördermaterialien auch in diesem Sinne einzusetzen. Eine entsprechende Heterogenität muss im berufsbildenden Bereich zwar immer mit einkalkuliert werden, konnte jedoch in diesem Umfang nicht erwartet werden. Regelmäßig konnten demzufolge Schüler angetroffen werden, die der deutschen Sprache weder in Wort noch in Schrift mächtig waren. Sofern möglich, wurde in solchen Fällen versucht, Lerntandems zu bilden, in denen ein Schüler derselben Nationalität, aber mit besserer Sprachkompetenz, die deutschen Aufgabentexte während des Unterrichts mündlich in die jeweilige Muttersprache übersetzte. Weil ein solches Vorgehen aber zeitintensiv ist und die Aufgabentexte eine hohe Anzahl an technischen Begriffen aufweisen, war dies nur in wenigen Fällen in ausdifferenzierter Form möglich. Da die Förderung von allgemeinbildenden Inhalten oder gar eine Sprachförderung mit dem Elektro-FIT allerdings auch nicht das Ziel war und die Förderunterlagen nicht für diesen Zweck entwickelt wurden, konnte auf solch hochspezifische Förderbedarfe einzelner Schüler nicht näher eingegangen werden.

Dass der formale Bildungsgrad bei der vorliegenden Untersuchung im Übrigen kein Indikator dafür ist, die Entwicklung von Schülern, den Einfluss des Migrationshintergrundes oder den (Miss-)Erfolg der Interventionsmaßnahme voraussagen zu können, belegen die Angaben der Schüler zu deren allgemeinen Bildungsabschlüssen innerhalb der Gruppe der ET (vgl. Kap. 3.2). Hier hätte man wegen der mit 57 % relativ großen Anzahl an Schülern mit Mittlerer Reife⁵⁵ nämlich durchaus annehmen können, es handle sich um eine Stichprobe mit einem angemessenen „Leistungsmittelfeld“. Jedoch belegen die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung, dass auch in dieser Gruppe ein erheblicher Anteil an leistungs- und lernschwachen Schülern vorzufinden ist. Viel gravierender ist sogar, dass trotz der großen Anzahl an Schülern mit Mittlerer Reife erneut gezeigt werden konnte, dass neben einem Migrationshintergrund, wie eingangs dieses Kapitels bereits erläutert, vor allem ein niedriger allgemeiner Bildungsgrad zum Abbruch der Ausbildung führt, wobei vor allem Hauptschüler betroffen sind (vgl. Kap. 4.1).

Betrachtet man die Fachwissensentwicklung zwischen ET und AT, lässt sich mit der vorliegenden Untersuchung und den berechneten LMMs zeigen, dass kognitive Voraussetzungen, erfasst über den IQ, und der Migrationshintergrund, erfasst über die muttersprachlichen Voraussetzungen, einen Einfluss ausüben. Höhere kognitive Voraussetzungen wirken sich hierbei positiv auf die Fachwissensentwicklung aus, während ein hoher Migrationshintergrund einen negativen Einfluss ausübt. Dies wirft die Frage auf, ob sich Defizite in Sprache und Schrift bei schwächeren Schülern bereits dermaßen weit ausdifferenziert zeigen, dass sie sich selbst im Kontext eines Fördertrainings wie dem Elektro-FIT als limitierend bemerkbar machen. Dann wäre die Berufsausbildung in Berufen mit ohnehin geringeren Anforderungen an einem Scheidepunkt angekommen, ab dem eine zielorientierte Behandlung von Lehr-/Lerninhalten nur erschwert oder kaum möglich ist. In einem solchen Fall entstünde eine erhebliche Diskrepanz zwischen der For-

⁵⁵ 27 % (n = 116) Hauptschulabschluss, 9 % (n = 40) Allgemeine Hochschul- bzw. Fachhochschulreife, 0,5 % (n = 2) ohne Schulabschluss und 6 % (n = 27) ohne Angaben zum schulischen Bildungsgrad.

derung nach neuen und offenen Lehr- und Lernformen innerhalb des LF-Konzeptes und Barrieren von Seiten der Schüler, die eine gewinnbringende Teilnahme daran verhindern.

Dieses Problem im normalen berufsschulischen Unterricht lösen zu wollen, käme in den Augen der Autoren einem Spagat gleich, der von den Berufsschulen wohl kaum geleistet werden kann. Die einzige logische Konsequenz wäre ein Ausbau der Sprach- und Leseförderung, um die Umsetzung des LF-Konzeptes auch gewährleisten zu können. Andernfalls könnte es geschehen, dass sprachliche Kompetenzfacetten, die in bisherigen Untersuchungen einen eher geringeren (und mediierenden) Einfluss auf das Fachwissen genommen haben (vgl. z. B. Nickolaus et al. 2011, S. 79; Nickolaus et al. 2012, S. 267), plötzlich zur Frage führen, ob ein kompetenzorientiertes Lernen bei den betreffenden Schülern überhaupt möglich scheint, und wenn ja, in welchem Umfang. Bevor man sich damit beschäftigt, scheint es für weitere Untersuchungen unablässig zu sein, die Lesekompetenz der Schüler mit zu erfassen. Bezogen auf das Elektro-Fit wäre zu prüfen, ob eine noch intensivere sprachliche Vereinfachung der Fördermaterialien auch kognitiv schwächere Schüler (mit Migrationshintergrund) innerhalb ihres Entwicklungsstandes ansprechen und gegenüber Schülern im Regelunterricht noch nachhaltiger fördern kann.

Insgesamt lässt sich durch die Ergebnisse der Untersuchung das Potenzial des umgesetzten Fördertrainings im Abgleich der Fachwissensentwicklung zwischen der EG und KG feststellen, wobei die Schüler in der EG trotz tendenziell schlechterer Eingangsvoraussetzungen die Schüler in der KG bis zur AT hinsichtlich ihres Fachwissens einholen und sich so signifikant positiver im Fachwissen entwickeln. Tiefergehende Analysen, die innerhalb der EG und KG zwischen kognitiv leistungsstarken und leistungsschwachen Schülern differenzieren, zeigen, dass diese Entwicklung insbesondere von den leistungsstarken Schülern der EG initiiert ist. Dabei heben sich die leistungsstarken Schüler der EG, vermutlich angesprochen durch das Fördertraining, deutlich von denen der KG ab und überflügeln diese sogar. Die leistungsschwachen Schüler der EG können zwar den tendenziellen Rückstand zu den leistungsschwachen Schülern der KG aufholen und schließen bei der AT vergleichbar ab, doch kann kein signifikanter Unterschied in der Fachwissensentwicklung nachgewiesen werden. Die Gründe hierfür sind nicht eindeutig. Es liegt zwar auf der Hand, dass auch die leistungsschwachen Schüler der EG durch das Fördertraining eine deutlich positive Entwicklung zeigen, aber scheinbar reicht diese Entwicklung nicht aus, um sich von den leistungsschwachen Schülern der KG abzuheben. Jedoch ist zu resümieren, dass auch keine Aussage darüber getroffen werden kann, ob die Schulklassen der KG, und darin vor allem lernschwache Schüler ggf. fachlich fokussierter unterrichtet wurden, weil die Lehrer wussten, dass sie an einer Studie teilnahmen (vgl. dazu die Anmerkungen in Kap. 3.2). Dies stellt auf der einen Seite mit Sicherheit einen Kritikpunkt an der Versuchsdurchführung dar. Unter Umständen wäre es hier ratsam gewesen, den Lehrern der KG ebenfalls ein Lerntagebuch mit an die Hand zu geben, in dem sie den Unterricht und ggf. auch schulinterne Fördermaßnahmen hätten dokumentieren können. Auf der anderen Seite wäre es dann aber gut möglich gewesen, dass die Lehrkräfte in der KG gerade wegen der Unterrichtsprotokollierung den Lernprozess unnatürlich intensiv reflektiert und mehr unterrichtliches Engagement gezeigt hätten, als sie dies üblicherweise sonst tun.

Trotz des festgestellten Fördereffekts durch das Elektro-FIT enthalten die Untersuchungsergebnisse aber auch einen Wermutstropfen. So konnte leider keine Homogenisierung der Schüler in der EG erreicht werden. Dennoch darf die eingangs in Kap. 3.1 erwähnte Absicht des Elektro-FIT einer Förderung von Fachwissen zu fachspezifischen Inhalten der elektrotechnischen

Grundbildung unter Einbezug metakognitiver Strategien, insbesondere in Ausbildungsberufen mit tendenziell eher lernschwachen Schülern, wie es auf Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik zutrifft, als gelungen beschrieben werden. Interessant wäre vor dem Hintergrund der Ergebnisse der vorliegenden Studie und der gezeigten Einflüsse der muttersprachliche Vorprägung auf Fachwissen bspw. die Frage, ob Schüler mit Migrationshintergrund, die deutschsprachig gefördert werden, noch besser von einem Fördertraining wie Elektro-FIT profitieren.

Literatur

- (KMK, Hrsg.). (2003, 16. Mai). Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Elektroniker/Elektronikerin (KMK, Hrsg.). Verfügbar unter http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/BeruflicheBildung/rlp_elektroniker.pdf
- (KMK, Hrsg.). (2007). Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe, Sekretariat der Kultusministerkonferenz, Referat Berufliche Bildung und Weiterbildung, Lennéstraße 6, 53113 Bonn. Verfügbar unter http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2007/2007_09_01-Handreich-Rlp-Berufsschule.pdf
- (KMK, Hrsg.). (2011). Handreichung für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe, Sekretariat der Kultusministerkonferenz, Referat Berufliche Bildung und Weiterbildung, Lennéstraße 6. Verfügbar unter http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2011/2011_09_23_GEP-Handreichung.pdf
- Adams, R. J., & Khoo, S. (1996). Quest: The interactive test analysis system. Camberwell: Australian Council for Educational Research.
- Albrecht, G., Ernst, H., Westhoff, G. & Zauritz, M. (August 2014). Bildungskonzepte für heterogene Gruppen - Anregungen zum Umgang mit Vielfalt und Heterogenität in der beruflichen Bildung. Neue Wege in die duale Ausbildung - Heterogenität als Chance für die Fachkräftesicherung (Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB), Hrsg.), Bonn. Verfügbar unter https://www.bibb.de/dokumente/pdf/a33_kompodium_modellversuch_barrierefrei.pdf
- Autorengruppe Bildungsberichterstattung. (2014). Bildung in Deutschland 2014. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zur Bildung von Menschen mit Behinderungen. Bielefeld: Bertelsmann, W. Zugriff am 23.04.2018. Verfügbar unter <https://www.bildungsbericht.de/de/bildungsberichte-seit-2006/bildungsbericht-2014/pdf-bildungsbericht-2014/bb-2014.pdf>
- Autorengruppe Bildungsberichterstattung. (2016). Bildung in Deutschland 2016. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung und Migration (1. Auflage). Bielefeld: Bertelsmann, W. Zugriff am 17.03.2018. Verfügbar unter <https://www.bildungsbericht.de/de/bildungsberichte-seit-2006/bildungsbericht-2016/pdf-bildungsbericht-2016/bildungsbericht-2016>
- Baayen, R. H., Davidson, D. J., & Bates, D. M. (2008). Mixed-effects modeling with crossed random effects for subjects and items. *Journal of Memory and Language*, 59(4), 390–412. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2007.12.005>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1). <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Bliese, P. D. (2000). Within-group agreement, non-independence, and reliability: Implications for data aggregation and analysis. In K. J. Klein & S. W. Kozlowski (Eds.), *Multilevel Theory, Research, and Methods in Organizations* (pp. 349-381). San Francisco, CA: Jossey-Bass, Inc.
- Boeck, P. D., Bakker, M., Zwitser, R., Nivard, M., Hofman, A., Tuerlinckx, F., & Partchev, I. (2011). The Estimation of Item Response Models with the lmer Function from the lme4 Package in R. *Journal of Statistical Software*, 39(1), 1–28. <https://doi.org/10.18637/jss.v039.i12>
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2013). *Applying the Rasch Model: Fundamental Measurement in the Human Sciences*, Second Edition. Psychology Press.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Mit 87 Tabellen (Springer-Lehrbuch Bachelor, Master, 4., überarb. Aufl.). Berlin: Springer.

- Bortz, J. & Schuster, C. (2010). Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. Limitierte Sonderausgabe: mit 70 Abbildungen und 163 Tabellen (Springer-Lehrbuch, 7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage). Berlin: Springer.
- Bühner, M. (2011). Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion (Psychologie, 3., aktualisierte und erw. Aufl.). München: Pearson Studium.
- Bundesarbeitsgemeinschaft Katholischer Jugendsozialarbeit (BAG KJS) e.V. (Hrsg.). (2016). Monitor Jugendarmut Deutschland 2016, Düsseldorf. Zugriff am 23.04.2018. Verfügbar unter http://www.jugendarmut.info/media/raw/Monitor_Jugendarmut_2016.pdf
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.). (2017a). Bildung und Forschung in Zahlen 2017. Ausgewählte Fakten aus dem Daten-Portal des BMBF www.datenportal.bmbf.de, 53170 Bonn / 11055 Berlin. Zugriff am 15.03.2018. Verfügbar unter https://www.bmbf.de/pub/Bildung_und_Forschung_in_Zahlen_2017.pdf
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.). (April 2017b). Berufsbildungsbericht 2017, Bonn. Zugriff am 15.03.2018. Verfügbar unter https://www.bmbf.de/pub/Berufsbildungsbericht_2017.pdf
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.). (April 2018). Berufsbildungsbericht 2018, Bonn. Zugriff am 19.04.2018. Verfügbar unter https://www.bmbf.de/pub/Berufsbildungsbericht_2018.pdf
- Cattell, R. B. (1987). Intelligence: Its Structure, Growth and Action (Advances in Psychology, Volume 35). Amsterdam: North Holland.
- Ernst, H. & Westhoff, G. (2011). Heterogenität und Vielfalt in der beruflichen Bildung: Modellversuche erschließen Potenziale. bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik - online (Spezial), 5 – Hochschultage Berufliche Bildung 2011, Einzelbeitrag aus Workshop 20, 1-16. Verfügbar unter http://www.bwpat.de/ht2011/eb/ernst_westhoff_ws20-ht2011.pdf
- Ernst, H., Jablonka, P., Jenewein, K., Marchl, G. & Westhoff, G. (September 2015). Neue Wege in die duale Ausbildung- Heterogenität als Chance für die Fachkräftesicherung. Ergebnisse, Schlussfolgerungen und Empfehlungen (Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB), Hrsg.), Bonn. Verfügbar unter http://www.bdba.de/fileadmin/files/pdf/Heterogenitaet_als_Chance_..._.pdf
- Fahrmeir, L., Kneib, T., & Lang, S. (2007). Regression: Modelle, Methoden und Anwendungen. Berlin: Springer.
- Gold, A. (2016). Lernen leichter machen. Wie man im Unterricht mit Lernschwierigkeiten umgehen kann. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Gschwendtner, T., Geißel, B. & Nickolaus, R. (2010). Modellierung beruflicher Fachkompetenz in der gewerblich-technischen Grundbildung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes, 56.
- Hasselhorn, M. (1987). Kognitive Bedingungen der Leistungsdefizite lernschwacher Schüler bei Gedächtnisanforderungen. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 1, 91-98. Zugriff am 19.03.2018. Verfügbar unter http://www.pedocs.de/volltexte/2014/1657/pdf/Hasselhorn_1987_Kognitive_Bedingungen_derLeistungsdefizite_lernschwacher_Schueler.pdf
- Hedrich, M. (2010). Qualitative Studie zur Diagnosekompetenz bei Elektronikern für Energie- und Gebäudetechnik im zweiten Ausbildungsjahr, Ludwigsburg: Masterarbeit.
- Hedrich, M. (2019a). Allgemeine Problemlösestrategien zum Elektro Förder- und Interventions-Training (Elektro-FIT, im Druck)
- Hedrich, M. (2019b). Elektro Förder- und Interventions-Training (Elektro-FIT) - Lernmaterialien für LF1 der Grundstufe Elektrotechnik (im Druck)
- Hedrich, M. (2019c). Elektro Förder- und Interventions-Training (Elektro-FIT) - Lernmaterialien für LF 2 der Grundstufe Elektrotechnik (im Druck)
- Lauth, G. W. (Hrsg.). (2014). Interventionen bei Lernstörungen. Förderung, Training und Therapie in der Praxis (2., überarbeitete und erweiterte Auflage). Göttingen: Hogrefe.
- Matthes, S., Ulrich, J. G., Flemming, S. & Granath, R.-O. (2017, 13. Dezember). Die Entwicklung des Ausbildungsmarktes im Jahr 2017. Angebot und Nachfrage mit leichtem Plus, jedoch erneut mehr unbesetzte Plätze (Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB), Hrsg.) (BIBB-Analysen zum Ausbildungsmarkt), Bonn. Zugriff am 04.01.2018. Verfügbar unter <https://www.bibb.de/ausbildungsmarkt2017>
- Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg. (2012). Bildungsplan 2012 - Werkrealschule, Stuttgart. Verfügbar unter http://www.bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lsbw/Bildungsplaene/Bildungsplaene-2004/Bildungsstandards/Bildungsplan2012_Hauptschule-Werkrealschule.pdf

- Nickolaus, R., Abele, S., Gschwendtner, T., Nitzschke, A. & Greiff, S. (2012). Fachspezifische Problemlösefähigkeit in gewerblich-technischen Ausbildungsberufen. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)-Sonderdruck, 108 (2), 243-272.
- Nickolaus, R., Geißel, B., Abele, S. & Nitzschke, A. (2011). Fachkompetenzmodellierung und Fachkompetenzentwicklung bei Elektronikern für Energie- und Gebäudetechnik im Verlauf der Ausbildung – ausgewählte Ergebnisse einer Längsschnittstudie. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)-Beiheft (25), 77-94.
- Nickolaus, R., Gschwendtner, T. & Geißel, B. (2008). Entwicklung und Modellierung beruflicher Fachkompetenz in der gewerblich-technischen Grundbildung. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), 104 (H. 1), 48-73. Verfügbar unter <http://sowiport.gesis.org/search/id/gesis-solis-00400022>
- Nickolaus, R., Gschwendtner, T. & Geißel, B. (2009). Betriebliche Ausbildungsqualität und Kompetenzentwicklung. bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik - online (17), 1-20. Verfügbar unter <http://www.bwpat.de/content/ausgabe/17/nickolaus-gschwendtner-geissel/>
- Nickolaus, R., Knöll, B. & Gschwendtner, T. (2006). Methodische Präferenzen und ihre Effekte auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung - Ergebnisse aus Studien in anforderungs-differenten elektrotechnischen Ausbildungsberufen in der Grundbildung. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), 102 (4), 552-577.
- Nickolaus, R., Heinzmann, H. & Knöll, B. (2005). Ergebnisse empirischer Untersuchungen zu Effekten methodischer Grundentscheidungen auf die Kompetenz- und Motivationsentwicklung in gewerblich-technischen Berufsschulen. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW), 101 (1), 58-78.
- Nickolaus, R., Petsch, C. & Norwig, K. (2012, 23. November). Erprobung und Weiterentwicklung des berufsbezogenen Strategietrainings (BEST) für Berufsschüler im ersten Ausbildungsjahr (Abteilung Berufs-, Wirtschafts- und Technikpädagogik (BWT), Hrsg.). Stuttgart: Universität Stuttgart. Zugriff am 20.03.2018. Verfügbar unter http://www.uni-stuttgart.de/bwt/forschung/projekte/projektgalerie/Abschlussbericht_BEST.pdf
- Nitzschke, A., Velten, S., Dietzen, A. & Nickolaus, R. (2019). Die Bedeutung beruflicher Erfahrungen und fachsystematischen Wissens für die Bewältigung fachlicher Problemstellungen – eine Analyse bei angehenden Technikern und Technikerinnen. Zeitschrift für Weiterbildungs-forschung, 3 (3), 20.
- Petsch, C. & Norwig, K. (2012). Berufsbezogenes Strategietraining BEST. Grundlagen und unterrichtliche Umsetzung (Innovativer Bildungsservice, Begleitheft, Stand Juli 2012). Stuttgart: Landesinstitut für Schulentwicklung.
- Petsch, C., Norwig, K., Louis, A., Wyrwal, M., Sari, D. & Zinn, B. (2015). Berufsbezogenes Strategietraining FLAM. Grundlagen und unterrichtliche Umsetzung (H-15.13.0) (Landesinstitut für Schulentwicklung (LS), Hrsg.), Stuttgart. Zugriff am 20.03.2018. Verfügbar unter http://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/berufliche-bildung/hr_ls/metallbau_anlagenmechanik
- Rasch, G. (1960). Studies in mathematical psychology: I. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests. Oxford, England: Nielsen & Lydiche.
- Robitzsch, A., Kiefer, T., & Wu, M. (2018). TAM: Test Analysis Modules (Version 2.9-35). Abgerufen von <https://CRAN.R-project.org/package=TAM>
- Römer, K. (2014). Inklusion. Leitlinien für die Bildungspolitik (3. erw. Aufl.). Bonn: Dt. UNESCO-Kommission e.V.
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). Biometrika, 52(3/4), 591-611.
- Statistisches Bundesamt. (2017). Statistisches Jahrbuch Deutschland 2017 (1., Auflage). Wiesbaden: Statistisches Bundesamt.
- Statistisches Bundesamt. (2019, 23. Januar). Schätzung für 2018: Bevölkerungszahl auf 83,0 Millionen gestiegen. Zugriff am 22.03.2019. Verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2019/01/PD19_029_12411.html
- Strobl, C. (2010). Das Rasch-Modell: Eine verständliche Einführung für Studium und Praxis, 1. edn, Hampp, München.
- Umsetzungskommissionen der neugeordneten Elektroberufe (Hrsg.). (2014, 21. November). Bildungsstandards LF 1 bis 11. Umsetzung Elektroberufe in Baden-Württemberg (Version 6), Stuttgart. Verfügbar unter https://lehrerfortbildung-bw.de/s_bs/berufsbezogen/elektrotechnik/standards/
- Van Waveren, L. & Nickolaus, R. (2015). Struktur des Fachwissens bei Elektronikern für Automatisierungstechnik. Journal of Technical Education (JOTED), 3 (2), 62 bis 91. Zugriff am 28.08.2017. Verfügbar unter www.journal-of-technical-education.de/index.php/joted/article/download/59/60

- Walkrer, F., Link, N., van Waveren, L., Hedrich, M., Geißel, B. & Nickolaus, R. (2015). Berufsfachliche Kompetenzen von Elektronikern für Automatisierungstechnik - Kompetenzdimensionen, Messverfahren und erzielte Leistungen. In K. Beck, M. Landenberger & F. Oser (Hrsg.), *Technologiebasierte Kompetenzmessung in der beruflichen - Resultate aus dem Forschungs-programm ASCOT*. Bielefeld: Bertelsmann.
- Walter, O. & Rost, J. (2011). Psychometrische Grundlagen von Large Scale Assessments. In L. F. Hornke, M. Amelang & M. Kersting (Hrsg.), *Methoden der psychologischen Diagnostik* (Bd. 2, [Vollst. Neuausg.], S. 87-149). Göttingen [u.a.]: Hogrefe, Verl. für Psychologie.
- Weiß, R. H. (2006). Grundintelligenztest Skala 2 - Revision - (CFT 20-R) (Hogrefe, Hrsg.), Göttingen.
- Weiß, R. H. (2006). Grundintelligenztest Skala 2- Revision. CFT 20-R. Göttingen: Hogrefe.
- Wilson, M. (2004). *Constructing Measures: An Item Response Modeling Approach*. Routledge.
- Wyrwal, M., Hedrich, M., Zinn, B. (2019): *Lehrerbegleitheft zum Elektro Förder- und Interventions-Training (Elektro-FIT)* (im Druck)
- Zinn, B., Wyrwal, M., Sari, D. & Louis, A. (2015): Förderung von Auszubildenden im Berufsfeld Metalltechnik. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW)*, 111(1), S. 56-78

DIPL.-ING. (FH), STR MATTHIAS HEDRICH, M.SC.
Universität Stuttgart, Institut für Erziehungswissenschaft (IfE),
Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik (BPT)
Azenbergstraße 12, 70174 Stuttgart
hedrich@ife.uni-stuttgart.de

DIPL.-PSYCH. SUNITA ARIALI
Universität Stuttgart, Institut für Erziehungswissenschaft (IfE),
Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik (BPT)
Azenbergstraße 12, 70174 Stuttgart
ariali@ife.uni-stuttgart.de

Zitieren dieses Beitrags:

Hedrich, M. & Ariali, S. (2019). Einfluss eines elektrotechnischen Förder- und Interventionstrainings (Elektro-FIT) in Lernfeld 1 & 2 auf das Fachwissen von Elektronikern für Energie- und Gebäudetechnik. *Journal of Technical Education (JOTED)*, Band 7 (Heft 1), 66–102.