

Validität der Konstruktinterpretation von Testwerten zur
Erfassung des technologiebasierten Problemlösens von Erwachsenen im
Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC)

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Philosophie
im Fachbereich Erziehungswissenschaften
der Johann Wolfgang Goethe Universität
zu Frankfurt am Main

vorgelegt von

Annette Stelter

aus Berlin

2016
(Einreichungsjahr)
2016
(Erscheinungsjahr)

1. Gutachter: Prof. Dr. Johannes Naumann (Fachbereich 4)

2. Gutachter: Prof. Dr. Frank Goldhammer (Fachbereich 5)

Tag der mündlichen Prüfung: 17.05.2016

Danksagung

Diese Arbeit ist nicht – wie ich es mir manchmal gewünscht hätte – einfach aus meinem Ärmel gefallen, sondern Resultat aus einer intensiven Arbeit in einer produktiven und inspirierenden Atmosphäre. Für ihre Unterstützungen möchte ich einer Reihe von Personen danken.

Mein besonderer Dank gilt Prof. Frank Goldhammer und Prof. Johannes Naumann für die umfassende Förderung und Unterstützung meiner Arbeit. Die kontinuierlichen und konstruktiven Rückmeldungen haben mir und meiner wissenschaftlichen Arbeit sehr geholfen. Carolin Hahnel möchte ich für ihre private und fachliche Unterstützung danken, mit der sie mich durch Höhen und Tiefen begleitet hat.

Ebenfalls gilt mein Dank meinen Kolleginnen und Kollegen, meinen Freundinnen und Freunden in meinem beruflichen Umfeld Sarah Bürger, Lena Engelhardt, Miriam Hacker, Alexander Naumann und Britta Upsing. Für den sehr anregenden Austausch und die konstruktive Zusammenarbeit möchte ich mich herzlich bedanken.

Florian Stelter danke ich für die bald drei Jahre in denen er nahezu allein die Pflege und Betreuung unserer Kinder übernommen hat. Für das tiefe Vertrauen und die innige Unterstützung möchte ich mich von Herzen bedanken. Auch meinen Eltern danke ich für ihre Hilfe und Unterstützung.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	9
2.	Kompetenzen Erwachsener zur Bewältigung von Problemen in einer technologiereichen Informationsgesellschaft.....	14
	2.1 Herausforderungen durch Informations- und Kommunikationstechnologien	16
	2.2 Technologischer Wandel in einer Informationsgesellschaft - Lebenslanges Lernen zum Wissenserwerb zur gesellschaftlichen Teilhabe	18
	2.3 Wandel zu einer technologiereichen Informationsgesellschaft – Bildungsbiographien und die Entwicklung neuer Technologien	21
	2.3.1 Entwicklung und Verbreitung des Computers und seiner Anwendungen	23
	2.3.2 Verbreitung von Internet und Netzzugang	26
	2.3.3 Technologisierung der Arbeitswelt	27
	2.4 Problemlösen als Kompetenzkonstrukt in Bildungsvergleichsstudien	28
	2.5 Konstruktvalidität.....	32
	2.6 Prüfung zentraler Annahmen	37
	2.6.1 Erwachsenenbildung und Weiterbildung	37
	2.6.2 Kompetenzen zur Teilhabe an einer modernen, technologiereichen Informationsgesellschaft – Wieviel mathematische und Lesekompetenz steckt im technologiebasierten Problemlösen?	40
	2.6.3 Routinen im Umgang mit Technologie	42

3.	Die Messung von Erwachsenenkompetenzen in der PIAAC-Studie	45
3.1	Was ist die PIAAC-Studie?	45
3.1.1	Vorläuferstudie	46
3.1.2	Ziele der internationalen Bildungsforschung und die Schwerpunkte der PIAAC-Studie	47
3.2	Die Kompetenzkonstrukte in der PIAAC-Studie.....	48
3.2.1	Alltagsmathematische Kompetenz.....	48
3.2.2	Lesekompetenz.....	52
3.2.3	Technologiebasiertes Problemlösen	56
3.3	Studiendesign und Erhebung.....	61
3.3.1	Ablauf und Erhebungsdesign	61
3.3.2	Hintergrundfragebogen	62
3.3.3	Beispielaufgaben	63
3.4	Zusammenfassung der Ergebnisse der PIAAC-Studie	68
3.4.1	Kurzzusammenfassung des internationalen Berichtes	68
3.4.2	Kurzzusammenfassung der deutschen Studienergebnisse	70

4.	Routinen sind Teil eines technologiebasierten Lösungsprozesses	73
4.1	Kompetenzen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien im Generationenvergleich.....	76
4.2	Problemlösung und Automatisierung.....	77
4.3	Hypothesen.....	80
4.4	Methoden	82
4.5	Stichprobenbeschreibung	82
4.5.1	Variablen	83
4.5.2	Datenextraktion aus Logdaten und Datenaufbereitung.....	87
4.5.3	Logistische Regressionen (GLM)	88
4.5.4	Erklärende Item Response Modelle (generalisierte gemischte lineare Modelle)	88
4.6	Ergebnisse	89
4.6.1	Technologiebasiertes Problemlösen kann, aufgrund des rasanten historischen Wandels nicht in allen Kohorten gleichermaßen gut ausgeübt werden.....	89
4.6.2	Routinen sind Teil einer Problemlösung im technologiebasierten Problemlösen.....	91
4.6.3	Routinen können Unterschiede zwischen Kohorten erklären	92
4.7	Zusammenfassung und Diskussion	94
4.7.1	Zusammenfassung.....	94
4.7.2	Diskussion	95

5. Technologiebasiertes Problemlösen ist eine eigenständige Schlüsselkompetenz, die tendenziell außerhalb des formalen Bildungssystems erworben wird	97
5.1 Relation von formaler Bildung und Kompetenzen der Erwachsenen in einer technologiereichen Informationsgesellschaft.....	98
5.1.1 Schulische Bildung und Kompetenzen im Erwachsenenalter.....	100
5.1.2 Lösen Erwachsene technologiebasiert Probleme ist dies Resultat eines lebenslangen Lernprozesses in einer technologiereichen Informationsgesellschaft	103
5.2 Hypothesen.....	105
5.3 Methode	108
5.3.1 Stichprobenbeschreibung	108
5.3.2 Variablen	109
5.3.3 Gewichtete generalisierte lineare Modelle mit Plausible Values	111
5.4 Ergebnisse	114
5.4.1 Nomologisches Netz von technologiebasierten Problemlösen und alltagsmathematische sowie Lesekompetenz.....	114
5.4.2 Kohortenunterschiede im technologiebasierten Problemen sowie in alltagsmathematischer und Lesekompetenz.....	116
5.4.3 Formale Bildung und technologiebasiertes Problemlösen.....	119
5.5 Zusammenfassung und Diskussion.....	124

6.	Erfolgsfaktoren und Merkmale des lebenslangen Lernprozesses beeinflussen die Entwicklung von Routinen und Kompetenzen im technologiebasierten Problemlösen	130
6.1	Einflussfaktoren für die Kompetenzentwicklung im technologiebasiertem Problemlösen.....	131
6.1.1	Informelles Lernen im Erwachsenenalter in einer technologiereichen Informationsgesellschaft.....	133
6.1.2	Weiterbildung als Ort formellen Lernens im Erwachsenenalter	137
6.2	Hypothesen.....	139
6.3	Methoden	142
6.3.1	Stichprobenbeschreibung und Analysemethoden	142
6.3.2	Variablen	143
6.4	Ergebnisse	145
6.4.1	Nutzen von Informations- und Kommunikationstechnologie.....	145
6.4.2	Weiterbildung und technologiebasiertes Problemlösen	147
6.4.3	Domänenspezifische Lerngelegenheiten.....	149
6.4.4	Bildungsgrad und Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien	153
6.4.5	Lernhaltungen und Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien	155
6.4.6	Kohortenzugehörigkeit und formelle sowie informelle Lerngelegenheiten	159
6.5	Zusammenfassung und Diskussion.....	164
6.5.1	Zusammenfassung.....	165
6.5.2	Diskussion.....	167

7.	Gesamtzusammenfassung	174
8.	Gesamtdiskussion.....	178
	8.1 Prüfung zentraler Eigenschaften der Konstruktinterpretation des Testwertes.....	178
	8.2 Limitationen	182
	8.3 Ausblick	184
9.	Literaturverzeichnis.....	188
10.	Abbildungsverzeichnis.....	213
11.	Tabellenverzeichnis	214
12.	Anhang A	214
13.	Anhang B	226
14.	Anhang C	229
15.	Anhang D	251

1. Einleitung

„Wie hat man das früher ohne Internet gemacht?“ ist eine Frage, die sich beinahe automatisch stellt, wenn man regelmäßig Informationen online recherchiert¹. Ob man nun für Hausaufgaben recherchiert, Krankheitssymptome nachschlägt, die schnellste Zugverbindung sucht oder eine Vielzahl anderer Probleme vernetzt löst. Wobei das Internet hier nur als ein Beispiel für die diversen Bestandteile der Informations- und Kommunikationstechnologien benannt wird und kann wahlweise auch durch andere zentrale Schlagwörter dieser Technologien oder seiner Anwendungen ersetzt werden, beispielsweise „Wikipedia“, „Google“ oder genereller „Computer“. Die in den letzten Jahrzehnten erfolgten Entwicklungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien haben beinahe alle Teilbereiche der Gesellschaft erreicht (OECD, 2000), so können zum Beispiel der Alltag, der Beruf, aber auch die soziale Interaktion benannt werden (Autor, Levy, & Murnane, 2003). Die eingangs formulierte Frage zeigt, dass ein solcher Wandel, der fortwährend gesellschaftliche Strukturen verändert, auch einen beständigen und umfassenden Lernprozess verlangt, der lebenslang beibehalten wird (Doh, 2011a; Kade, 1989). Schließlich lautet eine Antwort auf die eingangs gestellte Frage „Gar nicht“. Viele Probleme haben ohne Vernetzung keine Lösung oder Probleme entstehen erst durch diese Vernetzung. Exemplarisch kann hier das Ausfüllen eines Online-Formulars des Bezirksamtes oder der Kauf eines Online-Tickets benannt werden, welche ohne das Internet nicht möglich wären. Auch werden persönliche Dienstleistungen in öffentlichen Räumen häufiger durch Automaten ersetzt (Mollenkopf & Doh, 2002). Das Gedankenspiel weiterführend könnte alternativ eine Antwort lauten: „Wie wird denn das Internet verwendet?“. Informations- und Kommunikationstechnologien bergen Herausforderungen für die Nutzer und der kompetente Umgang mit ihnen muss gelernt werden. Hier zeigt sich ein Potential, dass von einem kompetenten Umgang mit Technologie ausgeht und einer umfassende gesellschaftliche Teilhabe zuträglich ist. Also kann das Verhältnis von Mensch und Technologie als ambivalent gesehen werden, weil es sowohl Potenziale als auch Risiken, Autonomiegewinn und Autonomieverlust beinhaltet (Doh, 2011b).

¹ Sämtliche personenbezogenen Bezeichnungen sind geschlechtsneutral zu verstehen.

1. Kapitel

Durch eine Konfrontation mit dieser Ambivalenz im Verhältnis von Mensch und Technologie fallen Kompetenzen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien eine besondere Bedeutung zu. Sie ermöglichen es einer Person Wissen und Fertigkeiten aus unterschiedlichen Quellen effektiv zu nutzen.

Die Bewältigung dieser Herausforderungen durch Informations- und Kommunikationstechnologien – hier wurde beispielsweise das Formular des Bezirksamtes oder das Onlineticket benannt – erfordert zusätzlich zu Lesekompetenzen auch andere Fertigkeiten, die verhelfen in technologiereichen Umgebungen aktiv zu werden. Technologiebasiertes Problemlösen ist ein Kompetenzkonstrukt, das basale Fertigkeiten im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien und anspruchsvollere Problemlösekompetenzen verbindet. Es ist somit ein relevantes und bedeutsames Konstrukt zur Beschreibung von Kompetenzen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie. Bildungsvergleichsstudien, wie beispielsweise das Programme for International Student Assessment (PISA), können durch die Erfassung entsprechender Kompetenzen Aufschluss darüber geben, inwiefern Personen auf komplexe Herausforderungen vorbereitet sind. Das technologiebasierte Problemlösen wurde als Kompetenzkonstrukt erstmals in der Studie des Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC-Studie) im Jahr 2011 und 2012 im Rahmen einer internationalen Large-Scale-Studie erhoben. *Das Ziel der Arbeit besteht darin, die Konstruktinterpretation der Testwerte des PIAAC-Tests zur Erfassung des technologiebasierten Problemlösens zu validieren.* Für die Validierung werden theoretische und empirische Argumente entwickelt, welche die Interpretation und Nutzung der Testwerte als Kompetenzindikator für eine alltägliche und technologiebasierte Problembewältigung rechtfertigen. Diese Argumente beziehen sich insbesondere auf den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien und sollen das technologiebasierte Problemlösen beschreiben.

Kompetenzen können in unterschiedlichen Kontexten verwendet werden und verhelfen so Personen in diesen Kontexten aktiv zu werden (Klieme & Leutner, 2006). Der Erwerb von Kompetenzen erfordert einen umfangreichen Lernprozess. Für mathematische und Lesekompetenzen beispielsweise, gibt es in den meisten Bildungsbiographien eine Vielzahl an Lerngelegenheiten. Kompetenzen im Umgang mit Technologien unterliegen einem einflussreichen und anhaltenden Wandel. Damit einhergehende Neustrukturierung verändern das Verständnis von Problemlösen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien und somit auch das technologiebasierte Problemlösen. Dadurch entsteht nicht nur die Notwendigkeit das

1. Kapitel

Wissen über diese Informations- und Kommunikationstechnologien fortwährend zu aktualisieren, sondern auch Routinen im Umgang mit ihnen zu entwickeln. Je mehr Funktionen diese Technologien haben, desto wesentlicher ist es basale Anforderungen möglichst gut zu bewältigen. Hieraus kann die erste Leithypothese dieser Arbeit abgeleitet werden: *Im technologiebasierten Problemlösen können Teilsequenzen durch Routinen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien bewältigt werden.*

Die hier beschriebenen unterschiedlichen Bildungsbiographien haben unter anderem auch zur Folge, dass ältere Personen weniger Routinen, Wissen und Kompetenzen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien entwickeln konnten, wodurch sich besondere Nachteile für sie ergeben. Folglich lautet die zweite Leithypothese: *Durch die Entstehungsgeschichte begründet, bestehen im technologiebasierten Problemlösen zwischen Kohorten Differenzen im technologiebasierten Problemlösen.*

Die Zeit der schulischen Bildung wird hier als eine lernintensive Phase einer Bildungsbiographie verstanden, die die Kompetenzentwicklung in verschiedenen Kontexten explizit und implizit unterstützt. Jedoch waren und sind diese Phasen zum Teil ohne Berücksichtigung oder Verwendung der Informations- und Kommunikationstechnologien vollzogen worden, sodass technologiebasiertes Problemlösen weniger von schulischen Lerngelegenheiten abhängig ist. Folglich lautet die dritte Leithypothese: *Der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien sowie das technologiebasierte Problemlösen sind – begründet durch ihre Entstehungsgeschichte – eher weniger Teil der formellen und schulischen Bildung.*

Als eine Folge ergibt sich, dass technologiebasiertes Problemlösen weniger stark von der formalen Bildung abhängig ist und dies auch ein Argument für die Eigenständigkeit des Kompetenzkonstruktes ist. Somit unterscheidet sich technologiebasiertes Problemlösen auch von eher schulisch geförderten Kompetenzen, wie mathematische und Lesekompetenz. Die vierte Leithypothese lautet somit wie folgt: *Technologiebasiertes Problemlösen ist ein eigenständiges Kompetenzkonstrukt, das Parallelen zur mathematischer und Lesekompetenz aufweist.*

Schließlich soll auch Bezug auf die nicht schulischen Lerngelegenheiten genommen werden, die den vorherigen Argumenten folgend, eine besondere Bedeutung für den Umgang

1. Kapitel

mit Informations- und Kommunikationstechnologien haben. Weil Defizite im formellen schulischen Erwerb von technologiebezogenen Kompetenzen bestehen, müssen informelle Lerngelegenheiten genutzt werden, um einen kompetenten Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien zu erlernen. Somit folgt die fünfte Leithypothese: *Die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien – als Lerngelegenheit verstanden – kann dazu beitragen, dass Personen eher technologiebasierte Lösungen für Probleme finden.*

Diese Arbeit gliedert sich wie folgt: In dem folgenden, *zweiten Kapitel* wird zunächst der theoretische Hintergrund ausgeführt und die dieser Arbeit zugrundeliegenden Annahmen hergeleitet. Hierfür wird zunächst auf die Herausforderungen in einer technologiereichen Informationsgesellschaft eingegangen, die zum einen in der Bereitstellung und zum anderen in der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien liegen. Diese, sich stetig verändernden Herausforderungen, erfordern einen kontinuierlichen Lernprozess, der lebenslang in verschiedenen formellen und informellen Lerngelegenheiten fortgesetzt werden muss. Als Konsequenz dieser verschiedenen Lernprozesse und der sich parallel entwickelnden Technologie können Kohorten beziehungsweise Generationen beschrieben werden, die sich stark in ihrer Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien unterscheiden. Die Beschreibung von solchen Unterschieden und den daraus folgenden gesellschaftlichen Ungleichheiten liefern internationale Studien, wie beispielsweise PISA oder PIAAC. Drei Ansätze für die Validierung werden hier abschließend beschrieben. In dem *dritten Kapitel* dieser Arbeit wird die Konzeptualisierung und Operationalisierung des technologiebasierten Problemlösens erläutert. Hierfür sollen zunächst die PIAAC-Studie und ihre Ziele, sowie die Kompetenzen beschrieben werden, die in dieser Studie erhoben wurden. Schließlich werden auch erste Ergebnisse der nationalen und internationalen Berichtlegung zusammengefasst. Anschließend werden im *vierten Kapitel* und ersten Ergebniskapitel die Effekte von Übung oder Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien und den daraus folgenden Routinen analysiert. Im Fokus stehen hier die Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten, von denen erwartet wird, dass sie indikativ für Routinen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien sind und folglich eine kompetente Lösung unterstützen. In dem darauf folgenden *fünftten Kapitel* dieser Arbeit wird Problemlösekompetenz im technologiereichen Umfeld als eigenständige und zumeist nicht schulisch erworbene Kompetenz betrachtet. Sie besteht neben anderen tendenziell formell erworbenen Kompetenzen, wie beispielsweise mathematische und

1. Kapitel

Lesekompetenz. Folglich werden hier strukturelle Unterschiede zwischen dem technologiebasierten Problemlösen und mathematischen sowie Lesekompetenzen erwartet. Im letzten Ergebniskapitel und *sechsten Kapitel*, wird das technologiebasierte Problemlösen in Abhängigkeit von potentiellen Lerngelegenheiten beschrieben. Erfolgsfaktoren für ein lebenslanges Lernen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien werden hier betrachtet und die besondere Bedeutung von informellen Lerngelegenheiten in den Fokus genommen. Abschließend werden die Ergebnisse dieser Arbeit zusammengefasst (*siebtes Kapitel*) und diskutiert (*achtes Kapitel*).

2. Kompetenzen Erwachsener zur Bewältigung von Problemen in einer technologiereichen Informationsgesellschaft

Die Entwicklungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien haben einer systematischen Veränderung unserer Gesellschaft beigetragen, die nun als Informationsgesellschaft betrachtet werden kann. Die Informationsgesellschaft zeichnet sich durch die gesellschaftliche Stellung und Bedeutung von Informationen oder Wissen aus, die ihr auch den Namen gibt (Lane, 1966). Sie bezeichnet eine Gesellschaftsform, „deren Prozesse und Verfahren auf der Erzeugung, Verbreitung und Anwendung von Wissen basieren“ (Europäische Kommission, 2001, S. 35). Bereits Ende der 70er Jahre zeichneten sich umfassende gesellschaftliche Veränderungen, der „Informatisierung der Gesellschaft“ ab, die zur Bildung einer postindustriellen oder postmodernen Informationsgesellschaft beitrugen (Nora & Minc, 1979). Dieser Wandel hat aus einer eher ökonomischen Perspektive dazu geführt, dass aus ursprünglich drei Sektoren (Rohstoffgewinnung, Wertstoffverarbeitung und Dienstleistung) nun ein vierter Sektor der Informationsgewinnung und Informationsnutzung entstanden ist (Heinritz, 1990; Müller, 2002). In der postmodernen Arbeitswelt hat die Information – parallel zu den Entwicklungen der traditionellen Produktionsfaktoren von Arbeit, Boden sowie Kapital – an Bedeutung gewonnen und ist zu einer eigenständigen Produktivkraft auf einem Niveau beispielsweise mit dem Handwerk oder der Dienstleistung herangewachsen (Wersig, 1996). Folglich ist auch die Bedeutung eines kompetenten Umgangs mit Technologien in der Vergangenheit stetig gewachsen, denn er ermöglicht den Erwerb und die Verbreitung von Informationen. Kompetenzen, die sich auf den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien beziehen, können potentiell dazu verhelfen diese Technologien für den Erfolg im gesellschaftlichen Zusammenleben. Kompetenzen werden nach Klieme und Leutner (2006, S. 879) als: „kontextspezifische kognitive Leistungsdispositionen [verstanden], die sich funktional auf Situationen und Anforderungen in bestimmten Domänen beziehen“. Folglich kann auch der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien auch durch Kompetenzen unterstützt werden. Sie verhelfen einer Person aktiv die Funktionen dieser Technologien zu nutzen. So kann der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien neben dem Lesen von Inhalten auch weitere Fertigkeiten umfassen und darüber hinausgehende Anforderungen stellen. Diese Anforderungen sind Resultat einer über wenige Generationen erfolgten Entwicklung im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien und dessen Anwendungszwecke.

2. Kapitel

Die Entwicklungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie haben dazu geführt, dass in verschiedenen Generationen Vorreiter der jeweiligen neuentwickelten Technologien waren und Neupositionierungen der Technologie und der Arbeitskräfte erreichen mussten. Der Arbeitsmarkt hat sich in wenigen Dekaden rasant verändert und verschiedene Neuerungen wurden in den beruflichen Alltag integriert. Die Kohorte der zwischen 1946 und 1966 geborenen Personen können als Pioniere der beruflichen Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie beschrieben werden und erprobten und verbreiteten Einsatzfelder für Computer (Alda, 2013). Die Verwendung des Computers wurde zumeist durch das Programmieren von Funktionen geprägt und die Anwendungsfelder eher vorherbestimmt (Allan, 2001; Campbell-Kelly, Aspray, Ensmenger, & Yost, 2013). Spätere Entwicklungen sollten die Computernutzung vereinfachen und Software, Benutzeroberflächen und Betriebssysteme wurden für die Vermittlung zwischen dem Nutzer und dem Computer entwickelt (Allan, 2001; Johnston, 1990). Folglich waren Personen der Kohorten geboren zwischen 1966 und 1981 Software-Pioniere und haben die Grundlagen für die heutigen Benutzeroberflächen und die Breite der Anwendungsfelder, beispielsweise Textverarbeitung, gelegt beziehungsweise mitgestaltet. Schließlich veränderte die Verbreitung und Vernetzung des Internets die Arbeitswelt in einem bedeutsamen Maß und erwachsene Personen der jüngsten Generation waren beziehungsweise sind Internet-Pioniere. Aufgrund der Entwicklungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie innerhalb der letzten Dekaden ist lediglich diese letzte Generation in einem Umfeld mit diesen Technologien aufgewachsen und hat relativ schnell gelernt, aber auch lernen müssen, mithilfe dieser Technologie Probleme zu lösen (Tapscott, 2009). Ältere Kohorten hingegen konnten diese Technologie erst im späteren Lebensverlauf nutzen und somit auch erst später beginnen einen kompetenten Umgang mit ihr zu erwerben (Beil, 2014). Dieser Unterschied zwischen den Kohorten hat eine digitale Kluft zwischen den Altersgruppen herbeigeführt und somit auch einen Einfluss auf Fertigkeiten im Umgang mit diesen Technologien. Schließlich spiegelt sich diese Unterschiede zwischen den Kohorten auch in der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien wieder. Laut einer 2011 veröffentlichten Studie nutzen 79 Prozent der Bundesbürger täglich einen Computer, wobei es zwischen den verschiedenen Altersgruppen Unterschiede gibt (BITKOM, 2011). So nutzen mit 98 Prozent fast alle 14- bis 29-Jährigen einen Personal Computer (PC). Bei den 50- bis 64-Jährigen sind es immerhin noch 79 Prozent. Ältere Personen nutzen Computer lediglich nur noch zu 41 Prozent. Im Jahr 2014 nutzten 87 Prozent der Bundesbürger regelmäßig einen Computer (BITKOM,

2. Kapitel

2015a). Auch im Beruf ist die Verwendung des Computers weit verbreitet und 61 Prozent aller Beschäftigten nutzten im Jahr 2013 den Computer für ihre Arbeit (BITKOM, 2015c).

2.1 Herausforderungen durch Informations- und Kommunikationstechnologien

Der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien birgt verschiedene Herausforderungen, die individuelle Lösungen erfordern, aber auch von gesellschaftlicher Bedeutung sind. So ist bereits die Verteilung von Gütern, also auch die Verteilung der vorhandenen Technologien eine gesellschaftliche Herausforderung, aber auch eine Frage kulturellen Werten und der individuellen Bedeutung, die diese Technologien zugesprochen werden. So werden im Folgenden zwei zentrale Herausforderungen durch die Entwicklung und Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien beschrieben.

Die erste Herausforderung stellt sich durch die Verbreitung und Verteilung von technologischen Ressourcen. Es gibt zwischen verschiedenen Bevölkerungsgruppen in der Informationsgesellschaft Differenzen in der Verteilung der Informations- und Kommunikationstechnologien, aber auch ein Informationsdefizit über die vielfältigen Potenziale dieser digitalen Medien (Doh, 2011b). Ein Fokus ist die internationale Dimension der sogenannten digitalen Kluft, die seit Beginn des 21. Jahrhunderts ein Forschungsschwerpunkt beispielsweise des Centre for Educational Research and Innovation der Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) ist (OECD, 2000). Hier zeigen sich Unterschiede zwischen technologiereichen und technologiearmen Nationen und den Fertigkeiten im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie innerhalb dieser Nationen (Chen & Wellman, 2004). So bestehen große Unterschiede beispielsweise zwischen Deutschland oder Vereinigten Staaten von Amerika als technologiereiche und Mexiko oder China als technologiearme Staaten. Allerdings kann diese digitale Kluft auch durch nationale Faktoren geprägt werden, wie beispielsweise Bildungsdefizite, genauer durch ein systematisches Defizit in einer unzureichend ausgebildeten Teil der Bevölkerung (Hanushek & Wößmann, 2011). Eine weitere Problemlage der digitalen Kluft stellen hierbei „technikferne Biografien“ dar, die beispielsweise durch finanzielle, aber auch motivationale und technische Nutzungshindernisse geprägt sind (Doh, 2011b; Schoch, 2014). Auch

2. Kapitel

kann der sogenannte „Digital Divide“ oder die digitale Kluft auf Nutzungsunterschieden zwischen den Geschlechtern, einen sogenannten „Gender Gap“ oder Geschlechtergraben, übertragen werden (Hoffman & Novak, 1998; Abrams, 1997). Demnach nutzen häufig Frauen seltener Technologie oder weisen häufiger Defizite im Umgang mit dieser Technologie auf. Die digitale Kluft, die zwischen Fertigkeiten im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie von Personen unterschiedlicher Kohorten oder Generationen, ist ein bedeutsames gesellschaftliches Phänomen, das auch Einfluss auf die Kompetenzentwicklung hat.

Die zweite Herausforderung die sich durch die Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien ergibt ist (die Entscheidung für) die Nutzung dieser Technologie. Die Verbreitung und Verfügbarkeit von Informationen durch die Informations- und Kommunikationstechnologie hat eine Vielzahl an neuen Problemlösungen erbracht, auch da wo vorher eventuell keine Probleme vorhanden waren. Anforderungen aus dem Berufsleben, aber auch im privaten Umfeld können in einer technologiereichen Gesellschaft häufiger automatisiert gelöst werden, wie beispielsweise das Online-Banking, die Suche nach Informationen im Beruf im Internet oder der Preisvergleich von Stromanbietern. Diese unterschiedlichen Probleme oder Aufgaben hatten vor nur wenigen Dekaden, circa 30 – 40 Jahren, häufig nicht-automatisierte Lösungen, beispielsweise Verfassen eines Briefs oder Protokolls per Schreibmaschine. Ebenfalls gibt es Problemlagen, die ohne Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien gar keine Lösungen haben, beispielsweise sofort versendete Nachrichten oder Verbreitung und Vernetzung von Dateien beziehungsweise digitale Inhalte. Die Nutzung von Werkzeugen und folglich auch die Nutzung von technologischen Werkzeugen, entspricht der Natur von Menschen (Markl, 1989) und sollen als ein solche zur Überwindung von physikalischen Grenzen wie beispielsweise der verbalen Kommunikation beitragen (Gehlen, 1957). Jedoch bedeutet grade diese Grenzüberschreitung auch Risiken, da eine unmittelbare und direkte Wahrnehmung nicht über digitale Medien vermittelt werden kann (Doh, 2011b). Einzelne sind darauf angewiesen selbstständig diese Medien zu nutzen und Risiken durch diese Nutzung abzuwägen. Unterschiedliche Probleme zeigen sich in diesem Zusammenhang, wie beispielsweise die Beurteilung von Vertrauenswürdigkeit der digitalen Informationen, die Urheberschaft und die zeitliche Disparität von Verfassen und Empfangen eines digitalen Inhalts (Grimes & Boening, 2001; Taylor & Dalal, 2014). Eine pauschale Annahme, wonach ältere Personen Akzeptanzprobleme im Umgang mit dem Computer haben, ist nicht haltbar (Doh, 2011b). Durch diese Annahme werden vielfältige Gründe für Zugangs- und Nutzungsbarrieren vernachlässigt, so

2. Kapitel

unter anderen strukturelle, rahmenpolitische Unzulänglichkeiten sowie auch technisch bedingte Barrieren. Ursachen für die digitale Kluft zwischen älteren und jüngeren Kohorten in technologiereichen Informationsgesellschaften können, obwohl naheliegend, nicht hauptsächlich im biologischen Alter bestehen (Rammstedt, 2013b). Insbesondere vor dem Hintergrund sich stetig verändernder Medien und Technologien zur Informationsgewinnung innerhalb dieser Informationsgesellschaft besteht eine existentielle Notwendigkeit von Wissens- und Kompetenzentwicklung (Dohmen, 2001).

2.2 Technologischer Wandel in einer Informationsgesellschaft - Lebenslanges Lernen zum Wissenserwerb zur gesellschaftlichen Teilhabe

Die Aktualisierung des Wissens über den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien ist ein Gegenstand des lebenslangen Lernens. Der kompetente Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie muss stetig den Neuentwicklungen angepasst werden und hierfür könnten eben diese Technologie zur Informationsgewinnung genutzt werden. Schließlich hat der Umgang mit Technologie und insbesondere des technologiebasierte Problemlösen hier eine besondere Bedeutung, denn eben dieser Umgang mit Technologien ist auch in anderen Kontexten ein Mittel zum lebenslangen Lernen (OECD, 2009a). Das hier beschriebene lebenslange Lernen, dass jenseits der Schule stattfindet, wird (1) selbstbestimmt an Bedürfnissen und Interessen orientiert; (2) eher durch informelle, als formelle Lerngelegenheiten geprägt; (3) durch diverse Werkzeuge, Technologie und Medien gestützt und (4) geschieht zu meist in Kollaboration mit anderen (Fischer & Sugimoto, 2006). Das lebenslange Lernen ist folglich die einzige Möglichkeit von technologischen Veränderungen und Neuerungen zu profitieren. Dieses Lernen findet in diversen Kontexten statt, die sich über die Lebensspanne hinweg verändern oder dem Alltag anpassen. Lebenslanges Lernen wird definiert als:

„Alles Lernen während des gesamten Lebens, das der Verbesserung von Wissen, Qualifikationen und Kompetenzen dient und im Rahmen einer persönlichen, bürgergesellschaftlichen, sozialen, beziehungsweise beschäftigungsbezogenen Perspektive erfolgt“ (Europäische Kommission, 2001, S. 34).

2. Kapitel

So hat das lebenslange Lernen insbesondere für den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie eine große Bedeutung und wird benötigt wenn ein Wandel in den technologischen Nutzungsmöglichkeiten von gesamtgesellschaftlicher Bedeutung ist (Europäischer Rat [Bildung], 2001). Erwachsene und insbesondere ältere Erwachsene profitieren lebenslang von Lerngelegenheiten im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie und auch ältere Erwachsene können diese als nützlich erfahren (Huber & Watson, 2014). Informations- und Kommunikationstechnologie befindet sich in einem stetigen Wandel und Neuentwicklungen haben in den letzten Jahrzehnten wiederholt den Umgang mit dieser Technologie verändert. Schließlich muss auch das Wissen über und die Fertigkeiten im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie immer wieder aktualisiert werden, mit dem Ziel nicht nur Informationen zu gewinnen, sondern auch um an gesellschaftlichen Debatten und Diskursen teilzunehmen (Bruner, 1996).

Erwachsene, die sich mit Herausforderungen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien konfrontiert sehen, haben für viele Problemlagen im Beruf oder Alltag bereits Handlungsstrategien entworfen und auch alternative Lösungswege entwickelt. An dieser Stelle soll ein Beispiel einer solchen Bewältigung von Herausforderung in einer alltäglichen Situation beschrieben werden. So könnten solche Handlungsstrategien beispielsweise den Erwerb von Theatertickets betreffen. Eine Möglichkeit könnte sein die Eintrittskarten für ein Theater an einem Ticketschalter oder in einem Reisebüro zu erhalten, aber auch eine telefonische Reservierung ist denkbar. Im Zuge einer Digitalisierung wurden seit Mitte der 1990er Jahre der Onlinehandel mit Eintrittskarten und Buchungen vorangetrieben und fanden auch erste Beachtung in öffentlichen Medien (Krohn, 1996). Viele Bereiche der sozialen und kulturellen Teilhabe sind mittlerweile nicht mehr ohne Internetzugang zu erreichen und die oben genannten „altbewährten“ Handlungsstrategien – hier das Reisebüro oder die Telefonhotline – lösen die Probleme in vielen Fällen nicht mehr, beispielsweise wenn Tickets nur noch im Internet verkauft werden (Stauff, 2007). Zur Kompensation dieser, zur Problemlösung nicht geeigneten Handlungsstrategien, müssen neue und eventuell auch technologiebasierte Wege zur Problembewältigung gefunden und erlernt werden. Lebenslanges Lernen und insbesondere auch die Bildung von computerbezogenen Kompetenzen versprechen ökonomische Vorteile, beispielsweise eine höhere Leistungsfähigkeit (Borghans & Ter Weel, 2002). Jedoch erfordert der Erwerb dieser Kompetenzen und Fertigkeiten, durchaus auch im ökonomischen Sinne, eine „Investition“ um erworben zu werden (Behringer, 2002, S. 91). Nicht zu vernachlässigen ist aber

2. Kapitel

auch der Einsatz von Technologie für den Zweck der kulturellen Teilhabe an gesellschaftlichen Aktivitäten. Die Nutzung von Technologie ist durchaus auch mit Genuss und Freude verbunden, weshalb das hier bezeichnete Lernen, vielmals auch aus Interesse und weniger aus Zwang resultieren kann (Kade & Seitter, 1998). Das lebenslange Lernen hat hier nicht nur gesellschaftlich eine große Bedeutung, sondern ist auch für die individuelle Teilhabe und Erfüllung emotionaler Bedürfnisse wesentlich (Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, 2010; Kruse, 2012).

Lernen im Erwachsenenalter kann in unterschiedlichen Formen auftreten und für den erfolgreichen Umgang mit Problemen in technologiereichen Umgebungen, kann jegliches Lernen beitragen. Lernprozesse von Erwachsenen charakterisieren sich insbesondere durch zwei Gegensatzpaare zur Beschreibung von Lernen in der Bildungsbiographien im Erwachsenenalter: (1) Mit Bezug auf die Forcierung von Lerngelegenheiten können explizite und implizite Lerngelegenheiten unterschieden werden. Das *explizite Lernen* geschieht in bewusst herbeigeführten Lernsituationen in diversen institutionalisierten, aber auch nicht institutionalisierten Kontexten. Hier könnten Schulungen oder Weiterbildungen im Bereich der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien benannt werden, beispielsweise die Nutzung eines Kurses zur Textverarbeitung. Ebenfalls relevant ist die explizite Bitte um Hilfe bei Problemen und so beispielsweise wenn im beruflichen oder privaten Umfeld neue Handlungsabfolgen oder Problemlösungen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie erlernt werden (Dohmen, 2001). Das *implizite Lernen* hingegen zeichnet sich durch unbewusste, zufällige und nicht intendierte Lernsituationen aus (Stern, 2009). Hierzu gehören, in Bezug auf den Erwerb von Fertigkeiten und Kompetenzen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie, zufällige oder auch beiläufige Beobachtungen von Handlungsabfolgen, beispielsweise die Beobachtung der Verwendungsarten von Suchfunktionen. (2) Mit Bezug auf die Institutionalisierung eines Lernprozesses können formelle und informelle Lerngelegenheiten unterschieden werden. *Formelles Lernen* ist der Erwerb von Wissen und Fertigkeit in einer Institution zumeist mit einer gezielten Lernabsicht. Als solches ist dieses planmäßig organisierte und gesellschaftlich anerkannte Lernen im Rahmen eines, von der übrigen Umwelt abgegrenzten, öffentlichen Bildungssystems (Dohmen, 2001). Verschiedene Instanzen der Wissensvermittlung sind wesentlich für das Erreichen von kompetenten Fertigkeiten und Wissen. Die Erwachsenen- und Weiterbildung – also formelle Lerngelegenheiten im Erwachsenenalter – ist eine unter vielen anderen Lerngelegenheiten (Dinkelaker & Kade, 2011). Es gibt vielfältige

2. Kapitel

Angebote durch Kurse, Schulungen und Weiterbildungen zum Wissens- und Kompetenzerwerb im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie, die zumeist das explizite Lernen fördern. Das *informelle Lernen* hingegen ist in diversen nicht institutionalisierten Situationen zu finden und zumeist nicht intendiert oder auf ein bestimmtes Lernziel ausgerichtet. Informelles Lernen dient als Mittel zum Zweck und soll nicht das Lernen selbst, sondern die bessere Lösung eines Problems zum Ziel haben (Dohmen, 2001). Der informelle Erwerb von Wissen und Kompetenzen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie geschieht folglich in der alltäglichen und beruflichen Problembewältigung, der nicht organisiert ist und ist eventuell auch nicht intendiert.

2.3 Wandel zu einer technologiereichen Informationsgesellschaft – Bildungsbiographien und die Entwicklung neuer Technologien

Aufgrund der rasanten Entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologien waren Lerngelegenheiten nicht zwischen allen Kohorten gleichermaßen möglich und folglich können Kohortenunterschiede beschrieben werden. Im aktuellen Diskurs um die verschiedenen Generationen von Erwachsenen, die das gesellschaftliche Zusammenleben prägen, scheinen sich drei Generationen relativ prägnant voneinander zu unterscheiden: Zwischen 1946 – 1966 Geborene werden häufig als die „*Baby Boomer*“ Generation bezeichnet und Personen die zwischen 1966 – 1981 geboren wurden gehören der „*Generation X*“ an (Jablonski, 2014). Schließlich wird die aktuell jüngste, erwachsene Personengruppe, die zwischen 1981 – 1995 geboren wurde, als „*Net Generation*“ bezeichnet (Rosen, 2011). Insbesondere in Bezug auf den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie können Kompetenzunterschiede durch Generations- und Sozialisationseffekte verursacht werden (Friebe & Knauber, 2014). Im Folgenden werden die drei Generationen – später Kohorten – beschrieben.

Während die schulische Ausbildung von Personen der Geburtsjahrgänge 1932 bis 1946, also der Kriegs- und Nachkriegsgeneration zumeist noch unzureichend war (Radebold, 2011), stieg der Lebensstandard in den folgenden Jahren kontinuierlich. Es folgte eine Generation (1946 – 1964) in der Nachkriegszeit, die auch als „*Baby Boomer*“ bezeichnet wird, und aufgrund eines starken Anstiegs der Geburtenzahlen diese Bezeichnung erhielt (U.S. Census Bureau, 2011).

2. Kapitel

Aufgrund dieser hohen Anzahl von Geburten, die bis heute nicht wieder erreicht wurden (Pötzsch & Kucera, 2012), und der prekären Lage der Nachkriegszeit ohne eigene Erinnerungen an einen Krieg (Howe & Strauss, 1991), wuchsen Personen der *Baby Boomer* Generation in einem wiederkehrenden Konkurrenzkampf auf (Easterlin, 1980; Levy, 1998). Die darauf folgende *Generation X* (1965 – 1981) ist nur schwer zu charakterisieren (Rosen, 2011), aber aufgrund einer besseren wirtschaftlichen und sozialen Lage genossen sie eine gute Ausbildung und haben auch beruflichen Erfolg (Miller, 2011). Konflikte in dieser Generation entstanden in einem Zusammenspiel von Individualisierung einerseits und den Verlust traditioneller gesellschaftlicher Rollenbilder andererseits (Jablonski, 2014). Schließlich folgte eine Generation (1982 – 1995), die sich aufgrund einer guten Ausstattung mit Informations- und Kommunikationstechnologie früh vernetzt und folglich auch als *Net Generation* bezeichnet wird (Tapscott, 2009). Sie gehören zur ersten Generation die mit dieser Technologie und dem Internet aufgewachsen ist (Prensky, 2001).

Das Aufkommen von Computern und die Verbreitung dieser in Alltag und Berufsleben von Erwachsenen hat das Zusammenleben und Lernen in der industrialisierten und technologiereichen Informationsgesellschaft in den letzten 60 Jahren maßgeblich beeinflusst und verändert (Campbell-Kelly, Aspray, Ensmenger, & Yost, 2013). Die relativ junge Entwicklung im Bereich der Computerhardware und die hohe Verbreitung, die auch der industriellen Produktion und Vermarktung der Geräten geschuldet ist, führt zu spezifischen Lerngelegenheiten von Personen in unterschiedlichen Generationen oder Kohorten. Vor mehr als dreißig Jahren kam der erste Heimcomputer auf den Markt. Heutzutage sind Computer als Werkzeuge weit verbreitet und der zweckdienliche Umgang damit kann als eine Grundkompetenz angesehen werden (Hapke, 1999; Jenkins, Clinton, Purushotma, Robison, & Weigel, 2009). Um diese Form des Umganges zu erlernen bedarf es Lerngelegenheiten, die individuell genutzt werden. In den folgenden Abschnitten soll die Entwicklung und Verbreitung von (1) der Computerhardware und der Computersoftware (exemplarisch an den Microsoft Word Paket) beschrieben werden. Erneute Veränderungen im Umgang mit dem PC wurden durch (2) die Verbreitung des Internets erreicht, die nun auch einen kritischeren Umgang mit Informationen erfordern. Hieraus leiten sich Kompetenzen im Umgang mit dem Computer ab und besondere Herausforderungen und Problemlagen von älteren Personen gegenüber von jüngeren. Zur näheren Beschreibung der Kohortenunterschiede der oben beschrieben drei Generationen, werden im Folgenden exkurs-

2. Kapitel

artig Entwicklungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien beschrieben und daraus der Einfluss auf Lernprozesse abgeleitet. Hierbei werden drei Teilbereiche in den Fokus genommen: (1) die Hard- und Software, (2) das Internet und (3) die Technologisierung der Arbeitswelt.

Entwicklung und Verbreitung des Computers und seiner Anwendungen

Ein Personal Computer (PC) ist eine elektronische Rechenanlage, die, mittels Programmierung, Informationen beziehungsweise Daten verarbeitet. Ein PC kann von einer Person bedient werden und wurde erstmals 1976 mit dem Apple I entwickelt und auch in Serie mit circa 200 Stück produziert (Wozniak & Smith, 2008). Bereits mit dem Nachfolgemodell Apple II, das 1977 veröffentlicht wurde und von dem über zwei Millionen Stück verkauft wurden, ließen sich unterschiedliche Anwendungen (beispielsweise Textverarbeitung, Spiele, Steuerungstechnik) ausführen (Weyhrich, 2013). Der PC wurde schon im Jahr 1978 auch nach Europa geliefert, wobei die Verbreitung nicht so erfolgreich wie in Amerika war (Esders, 1988). Zuvor waren Computer schrankgroße Geräte, die vor Allem in der Armee und in den Kommunikationsnetzwerken Anwendung fanden (Stöber, 2003). In den 80er Jahren nahm die Entwicklung und Produktion von Computern zu und diverse Firmen entwickelten eigene Systeme. Jedoch war der Gebrauch von Computern relativ ungeläufig und es wurden beispielsweise Computerferienlager initiiert, in denen sich Jugendliche und Kinder über Computer austauschten und programmieren lernten (Eymann, 2010). Sie waren zwar attraktiv, aber nicht für eine breite Öffentlichkeit zugänglich. Die Kosten eines Ferienlagerbesuches überstiegen die der geläufigeren Freizeit- und Ferienaktivitäten. Nach einem starken Zuwachs an Computern in beruflichen und privaten Kontexten von dem Beginn 1990er bis zum Beginn der 2000er Jahre stellte sich ab 2013 ein Rückgang in den weltweiten Verkäufen von Computern ein (BITKOM, 2007; Gartner, 2014c). Im Jahr 2013 wurden weltweit 296 Millionen Computer verkauft, jedoch sank 2014 dieser Wert auf 276 Millionen (Gartner, 2014a). Gegenüber dem Jahr 2012 bedeutet dies einen Rückgang von zehn Prozent, der zum Teil auch auf die Verbreitung von Tabletcomputern und Mobiltelefonen zurückzuführen ist (Gartner, 2014b).

Die Entwicklung der Hardware und dazugehörigen Betriebssystemen wurde durch die nahezu parallele Entwicklung von Software ergänzt, welche eigene Programmierarbeiten überflüssig machten. Das Unternehmen Microsoft konnte in den letzten 10 Jahren zu einem ökonomisch bedeutsamen Unternehmen heranwachsen und ist im Bereich der Büroanwendungen das

2. Kapitel

am weitesten verbreitete Unternehmen (Microsoft, 2015; Statista, 2014). Microsoft Word ist ein Textverarbeitungsprogramm, das von Microsoft entwickelt wurde und weltweit verbreitet ist. Die erste Veröffentlichung des Programms fand bereits im Jahr 1983 mit dem Namen „*Multi-Tool*“ für IBM Computer statt und wurde schließlich auch auf weitere Formate des PC übertragen, beispielsweise auf die Betriebssysteme: Apple Macintosh, 1985; Atari ST, 1988; Microsoft Windows, 1989 (Allan, 2001). 1990 wurde das Microsoft Office Paket zum ersten Mal zusammen mit den Programmen Microsoft Word, Excel und PowerPoint veröffentlicht (Johnston, 1990). Bereits zu Beginn der 1990er Jahre wurde es zu einem festen Bestandteil im Alltag (Microsoft, 2013). 2010 gaben 72 Prozent der Teilnehmer einer Onlinebefragung an, Microsoft Word zu nutzen (Statista, 2014). Im Folgenden soll dargestellt werden welche individuellen Veränderungen dieser technologische Wandel mit sich brachte. Hierfür wurde das Jahr 2011 als Referenzzeitpunkt gewählt.²

² Dieses wurde ausgewählt, weil es sich hierbei um den Erhebungszeitpunkt (2011/2012) der PIAAC-Studie handelt.

<p>Zwischen 1946 - 1966 geboren</p>	<p>In den 70er bis 80er Jahren waren Computer schrankähnliche Geräte, welche für die Mehrheit der Bevölkerung keine größere Bedeutung hatten. Photographien von Computern, beispielsweise in Zeitschriften oder Büchern waren relativ verbreitet, aber die Verwendung eines solchen Gerätes nur in bestimmten Berufszweigen möglich. Personen deren formelle Schulbildung 1973 begann und 1986 endete, sind heute 45 Jahre alt, und erfuhren zumeist nur indirekt von den damaligen PC Entwicklungen in Amerika. Ein solcher PC war zu diesem Zeitpunkt vermutlich auch in Familien mit regulären Einkommen schwer zu finanzieren (Molitor, 1989). Ebenso schwer zu finanzieren waren die oben erwähnten Computerferienlager (Eymann, 2010). Dennoch zeigen diese Institutionen die Prominenz von Computern und ein bereits aufkeimendes Bewusstsein für deren Relevanz. Wenn jedoch ein Zugang zu einem Computer bestand, war der hauptsächlich durch Programmieraufgaben und später erst durch Spiele oder anderen Anwendungen gekennzeichnet. Personen dieser Kohorte haben wahrscheinlich erst in einem Alter von 20 Jahren die Microsoft Textverarbeitungsprogramm kennengelernt, da zu diesem Zeitpunkt, die Software relativ stark verbreitet war. Die Textverarbeitung hat sich allerdings noch weiter entwickelt und weitgehend verändert. Sowohl durch die Weiterentwicklung von Hardware und als auch Software erhielt sie neue und veränderte Funktionen. Die Teilnahme an Erwachsenen- und Weiterbildungen könnte hier Personen befähigen sowohl den alltäglichen als auch den beruflichen Umgang mit sich verändernden Werkzeugen der Informations- und Kommunikationstechnologien zu erlernen.</p>
<p>Zwischen 1966-1981 geboren</p>	<p>Personen die heute zwischen 30 und 45 Jahre alt sind, erlebten frühestens während ihrer Schulzeit beziehungsweise Berufsausbildung oder Studium die Verbreitung von digitaler Technologie mit und konnten auch daran teilhaben. Dennoch war die Beschaffung eines Computers sehr teuer und daher auch stark von den Interessen und beruflichen Qualifikationen abhängig (Molitor, 1989). Doch beschränkte sich die Nutzung des Computers während dieser Zeit zumeist auf Textverarbeitung oder sonstige Anwendungen, jedoch noch nicht auf den Umgang mit dem Internet.</p>

Zwischen
1981 - 1995 geboren

Wird nun ein Personenkreis der heute unter 30 Jährigen betrachtet, legt die oben geschilderte Entwicklung und Verbreitung von Computern nahe, dass diese Personen zumeist auch während ihrer formellen und schulischen Bildung erste Erfahrungen mit dem Computer machen konnten und dies auch sehr wahrscheinlich ist. Die Etablierung eines kompetenten Umganges mit Technologie wird allerdings auch heute noch nicht während der sekundären beziehungsweise tertiären Ausbildung abgeschlossen, wie beispielsweise anhand von Studien zu Medienkompetenzen von Lehrkräften gefolgert werden kann (Eickelmann, Gerick, & Bos, 2014). Die ebenfalls sehr schnelle Entwicklung und Verbreitung eines Textverarbeitungsprogrammes macht deutlich, dass der technologische Wandel, hier von der Schreibmaschine zum Textverarbeitungsprogramm des Computers, in weniger als zehn Jahren das gesellschaftliche Zusammenleben verändert hatte. Jüngere Personen, die heute ihre Berufsausbildung abgeschlossen haben oder am Anfang der Berufstätigkeit stehen, haben wesentliche Lernerfahrungen, beispielsweise in Form von Prüfungen und Hausarbeiten, mit der Unterstützung von Textverarbeitungsprogrammen gemacht.

Verbreitung von Internet und Netzzugang

Das Internet ist ein weltweiter Verbund von Rechnernetzwerken und somit auch ein autonomes System zur Übermittlung von Informationen und Daten. Das Internet wurde bereits Mitte der 60er Jahre entwickelt, diente jedoch zunächst ausschließlich militärischen und später wissenschaftlichen Zwecken (Ruthfield, 1995). Erst 1983 wurde das Internet durch eine technische Neuerung für eine größere Zahl von Nutzern zugänglich. Schließlich wurde in den 1990er Jahren die Vernetzung in Form des Internets auch für marktwirtschaftliche Zwecke entdeckt und, ebenfalls befördert durch die Verbreitung des Computers, einem breiteren Publikum zugänglich. Im Durchschnitt hatte knapp die Hälfte aller Bürger der 27 Staaten der europäischen Union im Jahr 2006 einen Internetzugang; 2012 lag der Anteil schon bei drei Viertel. Deutschland liegt mit 85 Prozent breitbandverbundener Haushalte im Jahr 2013 über dem Durchschnitt (76%) der europäischen Union 28 (Eurostat, 2013). Der Anteil an Unternehmen, die einen Breitbandinternetanschluss hatten, lag 2014 bei 95 Prozent und damit leicht über dem Durchschnitt (94%) der

2. Kapitel

EU 28 (BITKOM, 2015b). Im Folgenden soll dargestellt werden welche individuellen Veränderungen die Verbreitete Nutzung des Internets mit sich brachte. Hierfür wurde erneut das Jahr 2011 als Referenzzeitpunkt gewählt.

<p>Zwischen 1946 - 1966 geboren</p>	<p>Die schnelle Verbreitung des Internets in der jüngeren Vergangenheit führte dazu, dass ein Großteil der deutschen Bevölkerung, diejenigen, die älter sind als 45 Jahre, keinen formellen Kompetenzerwerb im Umgang mit dem Internet vollziehen konnten. In den 70er bis 80er Jahren hatte das Internet noch keinen großen Anteil an der Kommunikation und lag auch im Jahr 1993 nur bei einem Prozent des weltweiten Informationsflusses (Hilbert & López, 2011).</p>
<p>Zwischen 1966-1981 geboren</p>	<p>Personen, die heute zwischen 30 und 45 Jahre alt sind, haben frühestens während ihrer Schulzeit in den 90er Jahren das Internet zu Kommunikation genutzt. Bis zum Jahr 2000 stieg der Anteil des weltweiten Informationsflusses durch das Internet auf 51 Prozent (Hilbert & López, 2011). Dieser Wandel hatte einen bedeutenden Einfluss auf den Alltag und auch das Berufsleben, doch der Nutzen des Internets wurde häufiger kritisch hinterfragt (Lütge, 1992). Je nach individuellen Lebensumständen und Anforderungen im Beruf und an Unternehmen setzten sich Personen unterschiedlich intensiv mit der weltweiten Vernetzung auseinander.</p>
<p>Zwischen 1981 -1995 geboren</p>	<p>Im Gegensatz zur individuellen Nutzungsentscheidung der 90er Jahre steht die bis heute aktuelle Notwendigkeit der Nutzung des Internets zum Beispiel zur Informationsgewinnung (Fox & Fallows, 2003), als Kommunikationsmöglichkeit (OECD, 2000) insbesondere über Email, als Zugang zu Stellenangeboten (Green, Felstead, & Gallie, 2000), zum Wohnungsmarkt und vielem mehr. Auch hier kann angenommen werden, dass Personen, die ihre formelle Bildung 90er begannen und 2000er Jahren beendeten und heute 30 Jahre alt sind, Zugangsmöglichkeiten zum Internet hatten und wahrscheinlich auch in ihrer schulischen Bildungsphase nutzen (Kerres, 2000).</p>

Technologisierung der Arbeitswelt

Diese Technologisierung hat in Bezug auf die Arbeitswelt eine besondere Bedeutung. Die Qualifikationsansprüche sind während der letzten dreißig Jahre in vielen Bereichen und Branchen gestiegen und so sinkt der Anteil an Berufen, die keine Qualifikation erfordert (Felstead, Gallie, Green, & Inanc, 2013). Als eine Folge aus der Automatisierung von Arbeitsprozessen werden

2. Kapitel

Kompetenzen im Umgang mit Computern von immer größerer Bedeutung (Autor, Levy, & Murnane, 2003). Computer und Maschinen können eingesetzt werden um Routinetätigkeiten auszuführen, aber Tätigkeitsbereiche, die durch Nicht-Routinetätigkeiten geprägt sind, können nicht durch Technologie automatisiert werden (Polanyi, 1966). Allerdings stellt diese Form der Automatisierung nur einen Teil der Veränderungen durch die Technologisierung in der Arbeitswelt dar. Die Entwicklungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie haben zur Entstehung neuer Berufe und sogar gesamter Berufsfelder beigetragen (Van Haaren & Schwemmler, 1997). Diese Berufe zeichnen sich durch ein hohes Maß an Flexibilität aus und tragen zur Dekonzentrierung von Arbeit bei. In Arbeitsfeldern, in denen der Ort und der Zeitpunkt der Arbeit nicht mehr relevant sind, werden traditionelle Berufsbilder abgelöst (Van Haaren & Schwemmler, 1997). Beispielsweise führen Entwicklungen im technologischen Bereich dazu, dass Konzepte der Arbeitszeiten und der täglichen Dauer der Arbeit durch eine Mobilisierung nicht mehr direkt von der Freizeit trennbar sind, zum Beispiel dann, wenn beruflich Emails auch in der Freizeit gelesen werden.

2.4 Problemlösen als Kompetenzkonstrukt in Bildungsvergleichsstudien

Der kompetente Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien ist bereits Fokus von internationalen Bildungsvergleichsstudien. Sie können Aufschluss über Stärken und Verbesserungsbedarfe des Erwerbs und Erhalts von Kompetenzen liefern (Rammstedt, 2013b). Auch sollte ein Fokus auf die spezifischen formellen sowie informellen Lerngelegenheiten gelegt werden (Dohmen, 2001), damit die Rolle der Bildungsinstitutionen und Weiterbildungsaktivitäten, aber auch beispielsweise des Lernen am Arbeitsplatz dargelegt werden (Rammstedt, 2013b; Solga, 2013). Das *Programme for the International Assessment of Adult Competencies* (PIAAC) setzt an diesem Punkt zwischen den Anforderungen durch die Informationsgesellschaft und der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie an und erfasst Grundkompetenzen von Erwachsenen im Alter von 16 bis 65 Jahren (OECD, 2009a; Zabal, et al., 2014). In der ersten Runde der PIAAC-Studie wurden alltagsmathematische und Lesekompetenz erhoben sowie das technologiebasierte Problemlösen (Rammstedt, 2013b). Diese Kom-

2. Kapitel

petenzen werden über die gesamte Lebensspanne in diversen alltäglichen privaten und beruflichen Situationen und gesellschaftlichen Aktivitäten erfordert, aber auch befördert (Solga, 2013).

Problemlösen ist eine der komplexesten und anspruchsvollsten Aspekte menschlichen Denkens (Newell & Simon, 1972). Sie wird als eine fächerübergreifende Kompetenz angesehen (OECD, 1995; Rychen & Salganik, 2001). So kann Problemlösen als eine grundlegende Kompetenz verstanden werden, durch die unterschiedlichste akademische und berufliche Anforderungssituationen bewältigt werden können (Leutner, Wirth, Klieme, & Funke, 2005). Dieser Kompetenz werden Schlüsselfunktion zugesprochen und nehmen in der Bildungsforschung einen hohen Stellenwert ein (Didi, Fay, Kloft, & Vogt, 1993). Problemlösen kann durch folgende Kriterien nach Mayer (1994, S. 4730) definiert werden: (1) neue, nicht routinierbare Problemlagen; (2) realistische, anspruchsvolle Aufgabenstellungen; (3) Einsatz kognitiver Prozesse auf Seiten des Problemlösers; (4) dynamische Rückwirkung der Problemsituation auf das Verhalten des Problemlösers (Klieme, Leutner, & Wirth, 2005). Problemlösen wird in Situationen eingesetzt, für die keine direkt verfügbare und routinemäßige Lösung vorhanden ist (Mayer, 1994).

In der PIAAC-Studie wurde erstmals technologiebasiertes Problemlösen, im Englischen: Problem Solving in Technology-Rich Environments, in einer internationalen Vergleichsstudie erhoben (Martin, et al., 2013). Diese Problemlösekompetenz umfasst:

„die Verwendung von digitalen Technologien, Kommunikationswerkzeugen und Netzwerken mit dem Ziel, Informationen zu beschaffen und zu bewerten, mit anderen zu kommunizieren sowie alltagsbezogene Aufgaben zu bewältigen“
(Zabal, Martin, Klaukien, & Rammstedt, 2013, S. 61).

Die Begriffsdefinition von Problemlösen nach Mayer (1994) findet sich im Framework des technologiebasierten Problemlösens insofern wieder, als dass das Framework sich auf neuartige Anforderungen bezieht und technologiebasiertes Problemlösen mit einer aktiven Konstruktion von Lösungen und Strategien in einer technologischen Umgebung einhergeht (OECD, 2009a). Für Problemlösen generell, aber insbesondere auch im technologiebasierten Problemlösen gehören zur Problembewältigung Ziele festzulegen, Handeln zu planen und Informationen zu nutzen (Knauff & Wolf, 2010; OECD, 2009a). Zudem charakterisiert sich technologiebasiertes Problemlösen dadurch, dass technologiegestützte Anwendungen zu nutzen (OECD, 2009a).

2. Kapitel

Diese Nutzung kann sich beispielsweise durch Kommunikation oder das Gewinnen von Information mithilfe dieser Anwendungen geschehen. Hierbei stehen sowohl private als auch berufsbezogene Anforderungssituationen im Vordergrund, wobei diese Anforderungssituationen einen Bezug zum Alltag haben und durch die Nutzung von moderner Technologie gemeistert werden. So beinhalten die Problemlösungen basale, aber auch komplexe Interaktionsanforderungen mit simulierten Softwareanwendungen. Einzelne Teilschritte des Bearbeitungsprozesses können kontrollierte, kognitive Verarbeitung verlangen, andere dagegen können sehr routiniert ausgeführt werden.

Den Anforderungen der technologiereichen Informationsgesellschaft zu begegnen bedarf es bestimmter Kompetenzen, die Personen befähigen Probleme mit technologiebasierten Werkzeugen zu lösen. Hier steht eine Problemlösekompetenz im Fokus, die der Bewältigung von Problemlagen dient, die nur in einer technologiereichen Gesellschaft entstehen und relevant für den Alltag Erwachsener sind. Das technologiebasierte Problemlösen der PIAAC-Studie ist ein für Bildung in der heutigen Gesellschaft relevantes Kompetenzkonstrukt, insofern es die Kompetenz zur Lösung von alltäglichen Informationsproblemen unter Zuhilfenahme von Technologie repräsentiert. Im bestehenden Netz der Kompetenzkonstrukte die „Life Skills“ für die sogenannte Informations- oder Wissensgesellschaft beschreiben – beispielsweise im Projekt Definition and Selection of Competencies (DESeCo; OECD, 2002) – eine Lücke zwischen basalen Computerfertigkeiten und Problemlösen aus (Bennett, Persky, Weiss, & Jenkins, 2007; OECD, 2009a). Das technologiebasierte Problemlösen umfasst als neues Konzept der internationalen Forschung zugleich Problemlösekompetenz und Kompetenzen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie (Zabal, Martin, Klaukien, & Rammstedt, 2013). Diese Problemlösekompetenz dann eingesetzt, wenn ein Problem mithilfe von Informations- und Kommunikationstechnologie gelöst werden kann, aber nicht ausschließlich direkt verfügbare und routinemäßige Lösungen vorhanden sind (OECD, 2009a). Der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie und das Problemlösen mit dem Computer sind keine völlig neuen Forschungsfelder. Bereits seit Beginn des 21. Jahrhunderts werden Problemlösefertigkeiten mit dem Computer auf internationaler Ebene in den Fokus genommen und ist beispielsweise in der Erhebung der PISA-Studie 2003 in Form des dynamischen Problemlösens erforscht worden (Prenzel, et al., 2004). Neben Konzepten zum Problemlösen werden auch Fertigkeiten betrachtet, die den direkten Umgang mit dem Computer fokussieren. So erfasst das Konzept der Digitalkompetenz oder auch Digital Literacy das Interesse an dieser Technologie,

2. Kapitel

sowie die Einstellung und die Fertigkeit mit sie zweckmäßig zu benutzen und mit ihr zu kommunizieren (Lennon, Kirsch, Von Davier, Wagner, & Yamamoto, 2003). Dennoch unterscheidet sich technologiebasiertes Problemlösen von generellen Kompetenzen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie, die auch als Information-Communication-Technology Literacy bezeichnet werden (Lennon, Kirsch, Von Davier, Wagner, & Yamamoto, 2003). Schwerpunkt im technologiebasierten Problemlösen sollen eher die kognitiven Problemdimensionen sein und weniger das basale Bedienen der Informations- und Kommunikationstechnologie und dessen Software (OECD, 2009a). Auch bestehen zu den Big6-Kompetenz, Information Literacy strukturelle Unterschiede, da hier die Informationsprobleme im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie nicht in der gleichen Art neuartig oder komplex sind, wie sie im Framework der PIAAC-Studie beschrieben werden (Eisenberg, 2008). Zwei Ansätze wurden in der PIAAC-Studie zusammengeführt. Im technologiebasierten Problemlösen der PIAAC-Studie wird das Konzept des Problemlösen und der Digitalkompetenzen miteinander verbunden sowie ein Fokus auf Erwachsene und deren alltägliche, aber auch berufliche Lebenswelt gelegt (Zabal, Martin, Klaukien, & Rammstedt, 2013). Ein kompetenter Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie stellt folglich eine wesentliche Voraussetzung für die Teilhabe an der technologiereichen Informationsgesellschaft und kann auch zum individuellen Wohlergehen beitragen (Kraut, et al., 1998). Das technologiebasierte Problemlösen trägt hier zur aktuellen Forschung bei und füllt diese Lücke zwischen Computerfertigkeiten und Problemlösekompetenzen Erwachsener aus.

Technologiebasiertes Problemlösen ist eine Schlüsselkompetenz die es einer Person ermöglichen an Kontexten der Informations- und Kommunikationstechnologie aktiv zu werden und Probleme mit dieser Technologie zu bewältigen (Weinert, 1999) und neuartige Anforderungen mit Hilfe von Computer und Internet im Alltag zu bewältigen. Basale Fertigkeiten im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie welche unter anderen auch Lesen, Wissen prozedurale und motorische Fertigkeiten mit einschließen um aktiv im Umgang mit dieser Technologie zu werden (Goldhammer, Naumann, & Keßel, 2013). Im Umgang mit Problemen ist jedoch auch das komplexere kognitive Dimensionen der technologiegestützten Problembewältigung beansprucht, wenn beispielsweise auf der Informationssuche zu einem bestimmten Thema Suchbegriffe definiert werden (van Deursen & van Dijk, 2009; Eshet-Alkalai & Chajut, 2010). Diese komplexeren Anforderungen stellen für jüngere Nutzer größere Her-

2. Kapitel

ausforderungen dar (van Deursen & van Dijk, 2009). Für die genauere Betrachtung von komplexen und basalen Fertigungsstufen werden Handlungen und Handlungsstrategien betrachtet (Hacker, 2003; Volpert, 1982). Das Zusammenspiel von basalen und komplexen Fertigkeiten zeichnet sich durch eine parallele Abhängigkeit aus. So beschreibt Volpert (1982) dieses Zusammenspiel als hierarchisch-sequenzielle Organisation von Handlungen innerhalb einer Aufgabe, die aus mehreren Teilschritten und diese wiederum aus mehreren Handlungen besteht. So kann die Informationssuche zum Beispiel die komplexe Entscheidung über eine Informationsquelle, Lexikon oder Wikipedia, sowie die damit verbundene Auswahl von Suchbegriffen als sehr komplexe Teilschritte enthalten. Ein tendenziell basaler Teilschritt ist das Nachschlagen oder die Eingabe von Suchbegriffen. Das Zusammenspiel von basalen und komplexen Sequenzen wird dann deutlich, wenn basale Teilschritte, wie das nachschlagen eines Suchbegriffs, einen hohen Aufwand bedeuten. Dadurch könnten komplexere Sequenzen, wie das Lesen eines Textes oder die Wahl eines anderen Suchbegriffs, beeinträchtigt werden. Werden diese basalen und komplexen Teilschritte einer Problembearbeitung betrachtet, können sich hieraus auch Aussagen über Validität der Interpretation der Messwerte aus der Erhebung des technologiebasierten Problemlösens der PIAAC-Studie gefolgert werden.

2.5 Konstruktvalidität

Die Interpretation und die Nutzung der Testwerte des technologiebasierten Problemlösens der PIAAC-Studie werden hier auf ihre Gültigkeit hin überprüft. Während eine Vielzahl von Validierungen in Bezug auf die Interpretation von Testwerten basierend auf anderen Problemlösekonstrukten bereits durchgeführt wurden (Leutner, Wirth, Klieme, & Funke, 2005; Van Merriënboer & Sweller, 2005), steht die Validierung der Testwertinterpretation des technologiebasierten Problemlösens der PIAAC-Studie jedoch weitgehend noch aus. Da technologiebasiertes Problemlösen ein relativ neues Konstrukt ist und hier eine neue Messung und Nutzung durch die PIAAC-Studie vorliegt, stellt sich die Frage, ob die Testergebnisse eine valide Testwertinterpretation – im Hinblick auf die Nutzung der Daten – des technologiebasierten Problemlösens zulässt. Das Validierungsvorhaben dieser Arbeit ergänzt bestehende Forschungsvorhaben (vergleiche Martin, et al., 2013). Unter Validität wird allgemein der Grad verstanden, in dem Theorie und Empirie die Interpretation von Testergebnissen und deren Nutzung zu einem

2. Kapitel

bestimmten Zweck unterstützen (American Educational Research Association, 2014; Cronbach & Meehl, 1955; Messick, 1975; 1980; 1989). Ein Konzept zur Konkretisierung und Beschreibung der Validität – beispielsweise in Bezug auf die Interpretation von Testwerten aus Bildungsvergleichsstudien – ist die Konstruktvalidität:

„Konstruktvalidität umfasst die empirischen Befunde und Argumente, mit denen die Zuverlässigkeit der Interpretation von Testergebnissen im Sinne erklärender Konzepte, die sowohl die Testergebnisse selbst als auch die Zusammenhänge der Testwerte mit anderen Variablen erklären, gestützt wird“ (Messick, 1995, S. 743), zitiert nach Hartig, Frey, & Jude 2012.

Im Sinne dieser Spezifikation von Validierung werden theoretisch hergeleitete Hypothesen anhand der empirisch ermittelten Testwerte und Testergebnisse geprüft (Hartig, Frey, & Jude, 2012). Diese Hypothesen dienen der näheren Beschreibung der Beziehung zu anderen Kompetenzkonstrukten, beziehungsweise zu Personeneigenschaften, aber auch der inneren Strukturen des Konstruktes. Diese Beziehungen oder Beziehungsgeflechte werden auch als nomologische Netze bezeichnet (Cronbach & Meehl, 1955). Nomologische Netze bilden die theoretischen Voraussetzungen des Konstrukts technologiebasiertes Problemlösen ab, indem sie die Beziehungen zu anderen Konstrukten beschreiben, und können für dessen Validierung genutzt werden (Hartig, Frey, & Jude, 2012). Mit Hilfe dieser nomologischen Netze können Zusammenhänge zwischen der Messung des technologiebasierten Problemlösens mit anderen Konstrukten, beispielsweise mathematische und Lesekompetenz, und Personeneigenschaften, beispielsweise berufliche und private Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie, beschrieben werden. Im Rahmen der Validierung können Konstruktrepräsentativität und nomologische Netze eines Kompetenzkonstruktes beurteilt und Belege hierfür zusammengetragen werden (Embretson, 1983). Die Konstruktrepräsentativität bezeichnet hierbei den Umfang indem die Testwerte den Inhalt des Konstruktes widerspiegeln und dadurch die Testwertinterpretation stützen.

Die Überprüfung der Hypothesen sollte mittels empirischer Befunde geschehen (Cronbach & Meehl, 1955) und so anhand des Teilnehmerverhaltens möglichst zu einer Übereinstimmung der Ergebnisse mit den Erwartungen führen (Hartig, Frey, & Jude, 2012). Hier werden Belege für die Konstruktvalidierung gesammelt, welche die Interpretation individueller

2. Kapitel

Unterschiede in einer erfolgreichen Bearbeitung der Probleme im technologiebasierten Problemlösen unterstützen. In den so genannten Standards for Educational and Psychological Testing werden fünf verschiedene Quellen für Belege der Validitätsannahme unterschieden (American Educational Research Association, 2014). (1) Zunächst können sich diese Belege auf den *Testinhalt* beziehen. Für eine Begründung der Validität durch einen inhaltlichen Beleg werden die Bestandteile eines Tests mit dem theoretisch erwarteten Konstrukt verglichen. Der Inhalt bezieht sich, neben der Umsetzung des theoretischen Konstruktes, insbesondere auch auf die Themen, die Wortwahl oder das Format der Aufgaben beziehungsweise Fragen in einem Test. Eine weitere Facette des Testinhaltes ist auch die Bewertung oder Beurteilung einer Antwort in den nachfolgenden Analysen. Bereits in der Entwicklung von Kompetenztest werden theoretische Konstrukte und ihre Facetten und Dimensionen beschrieben (Dimensionen des technologiebasierten Problemlösens siehe Kapitel 3). So können diese Dimensionen detailliert Anwendungsgebiete oder Arte von Problemen umfassen. Jede der beschriebenen Dimensionen sollte folglich im Test vertreten sein. Beispielsweise können hier empirische Analysen die Passung von theoretischen Konstrukten und operationalisierten Tests beschreiben, oder eine Bewertung durch Experten kann einen Beleg für die Validität der Testwertinterpretation liefern. (2) Ein weiterer Beleg für die Validität einer Testwertinterpretation basiert auf dem *Bearbeitungsprozess*. Einige Konstruktinterpretationen erwarten, dass bestimmte kognitive Prozesse in der Bearbeitung eines Testes angestoßen werden. Theoretische und empirische Analysen des Bearbeitungsprozesses können Aufschluss über die tatsächliche Interaktion zwischen Testteilnehmer und einer Aufgabe beschreiben, sowie einen Vergleich mit dem intendierten Bearbeitungsprozess anstreben. Beispielsweise kann hier mathematisches Schlussfolgern betrachtet werden, welches folglich nicht durch die Abarbeitung von standardisierten Lösungsstrategien gelöst werden sollte. Auch kann eine Bearbeitungsstrategie Aufschluss über den Bearbeitungsprozess liefern und gleichzeitig erfragt werden, beziehungsweise mittels dynamischeren, Blickbewegungsmessungen oder lautes Denken, während der Testung erhoben werden. (3) Die *internale Struktur* eines Konstruktes kann mittels der Testwerte beschrieben werden und ebenfalls als Beleg für die Validität der Testwertinterpretation dienen. Diese Struktur kann durch die Beziehungen zwischen den verschiedenen Teilbereichen eines Tests oder zwischen den verschiedenen Aufgaben beziehungsweise Fragen dargestellt werden. Hierfür kann das Framework eines Tests genutzt werden, dass Aufschluss über die Dimensionalität dieser internalen Struktur geben soll. Aussagen über die Validität können dann getroffen werden, wenn die innerliegenden

2. Kapitel

Beziehungen zwischen den Aufgaben zu einem gewissen Maß mit den Annahmen im Framework übereinstimmen. Belege, basierend auf der internalen Struktur, berücksichtigen ebenfalls die Nutzung des Tests, wenn beispielsweise angenommen wird, dass ein Test ein eindimensionales Konstrukt abbildet. Ein Beispiel für die Prüfung von internalen Strukturen ist der Beleg von sogenannten gruppenabhängigen Indikatoren (Differential Item Functioning) für Testteile in denen diese theoretisch begründet werden können. (4) Auch können Belege auf den *Beziehungen zu anderen Konstrukten oder Personeneigenschaften* basieren. Häufig werden Konstrukte so konzipiert, dass die Interpretation der Testwerte Beziehungen zu anderen Konstrukten zulässt, beziehungsweise sogar erwartet. Solche Beziehungen werden hier auch als nomologische Netzwerke verstanden. Die anderen oder externalen Variablen können beispielsweise ein Kriterium umfassen, das der Test vorhersagen soll, oder einen anderen Test, der dieselben, beziehungsweise verwandte Konstrukte abbildet. Ebenfalls kann eine Beziehung zu einem anderen oder nicht verwandten Konstrukt als Beleg für die Validität einer Testwertinterpretation herangezogen werden. Analysiert werden kontinuierliche, aber auch kategoriale Variablen, letztere, wenn Gruppenunterschiede erwartet werden oder belegt werden soll, dass diese Unterschiede nicht bestehen. Ein solcher Beleg von Beziehungen zu anderen Variablen stützt die Annahme über das Maß, zudem diese nomologischen Netzwerke konsistent mit den erwarteten Testwertinterpretationen sind. Sowohl konvergente, als auch diskriminante Argumente können hierfür herangezogen werden. Konvergente Annahmen können durch Analysen bestärkt werden, in denen ähnliche Konstrukte betrachtet werden, beispielsweise zwei Tests, die das Leseverstehen erheben, wobei in einem Test Antwortmöglichkeiten vorgegeben werden und im Zweiten Antworten im Freitextformat bewertet werden. Hier könnte eine starke positive Beziehung zwischen den Messwerten erwartet werden und diese die Annahme einer validen Testwertinterpretation stützen. Analog hierzu können diskriminante Annahmen durch Analysen bestärkt werden, in denen sich Konstrukte unterscheiden, beispielsweise wenn neben dem Leseverstehen auch ein Test zum logischen Schlussfolgern betrachtet wird. Hier würde eine weniger starke Beziehung zwischen den Messwerten erwartet werden können und diese ebenfalls die Annahme einer validen Testwertinterpretation stützen. (5) Schließlich können im Rahmen einer Validierung auch die *Implikationen* betrachtet werden, die aus der Testung folgen. So werden bereits in der Testentwicklung Ziele und Nutzen der Testwerte festgelegt. Jedoch können Implikationen aus dem Test auch über diesen, in der Entwicklung festgelegten, Nutzen hinausgehen beziehungsweise nicht intendiert sein. Ein Beispiel für einen Nutzen, der über die Intention aus der Entwicklung hinausgeht, ist die Verwendung von Daten aus Leistungstests für Schüler zur Beschreibung von

2. Kapitel

Verbesserungsmöglichkeiten von Schulen. Eine solche Verwendung, auch wenn sie nicht intendiert war, ist nicht zwangsläufig inkohärent zur intendierten Testwertinterpretation. Sie kann auch, auf das Beispiel bezogen, zu verbesserten Lernbedingungen an Schulen führen. Für eine solche Nutzung von Testwerten sollten zusätzliche Belege die Legitimität der Verwendung dieser Daten stützen. Andere Konsequenzen aus einer Testung können unter Umständen nicht intendiert sein und sind folglich auch meistens negativ zu bewerten. Als Beispiel hierfür kann die Anpassung des Unterrichts an die in Leistungstests erhobene Kompetenzen benannt werden, wenn dies mit einer Vernachlässigung von anderen Fächern einhergeht.

Die Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens soll als eigenständiges Konstrukt mit zusätzlichem Erklärungswert betrachtet werden und deshalb gegen andere Konstrukte abgrenzbar sein. Dieser zusätzliche Erklärungswert bezieht sich für das technologiebasierte Problemlösen insbesondere auf den Umgang mit Technologie und ihre Verwendung als Werkzeug zur Problembewältigung. So kann der Erfolg einer Problembewältigung durch technologiebasiertes Problemlösen zwar mit Lesekompetenz und mathematischer Kompetenz vorhergesagt werden, aber trotz dieser Einordnung sollte eine partielle Eigenständigkeit des technologiebasierten Problemlösens gegenüber etablierten Konstrukten – hier beispielsweise mathematische und Lesekompetenz – aufweisen (Süß, 1999). Es wurde bereits ausgeführt, dass dem Problemlösen ein relativ komplexer Prozess zugrunde liegt. Die Prüfung der Operationalisierung erfolgt hier auch mittels der Analyse der erwartbaren Dynamiken und Prozessen sowie ihres Zusammenhangs mit dem Problemlöseerfolg. Folglich wird hier angenommen, dass für die Konstruktvalidierung im Zusammenhang mit dem technologiebasierten Problemlösen auch der Lösungsprozess relevant ist (Klieme, Funke, Leutner, Reimann, & Wirth, 2001; Mayer & Wittrock, 1996). Für diese Form der Validierung sollten Zusammenhangsstrukturen beschrieben werden und somit die Operationalisierung des Konstruktes überprüft werden (Wüstenberg, Greiff, & Funke, 2011). Letztlich soll auch gezeigt, inwiefern die Operationalisierung des technologiebasierten Problemlösens ein aussagefähiges und in der Bildungsforschung nutzbares Instrument entstanden ist. Diese individuelle Unterschiede sollten auf Merkmale zurückführbar sein, die dem technologiebasierten Problemlösen zugrunde liegen und nicht auf andere oder fremde Merkmale. Für solche Merkmale können beispielsweise das Geschlecht und der Migrationsstatus genutzt werden, weil erwartet werden kann, dass es nationale, aber auch geschlechtsspezifische Unterschiede im erreichten Kompetenzniveau gibt (siehe Ausführungen zur digitalen Kluft oben).

2.6 Prüfung zentraler Annahmen

Zum Zweck der Validierung der Testwertinterpretation bedarf es einer genaueren Betrachtung der Annahmen über das Konstrukt, das operationalisiert werden sollte und die damit verbundenen nomologischen Netze. In den folgenden drei Abschnitten werden die drei Leitideen zur Herleitung der nomologischen Netze beschrieben.

Erwachsenenbildung und Weiterbildung

Für den Erwerb von Computerkompetenzen sind domänenspezifische Lerngelegenheiten notwendig und müssen genutzt werden, aber auch andere Faktoren sind mit dem Erwerb und Erhalt von Kompetenzen assoziiert (Hansman & Mott, 2010; Rammstedt, 2013b). Aufgrund der rasanten Entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologie konnten Kompetenzen im Umgang mit dem Computer nicht in allen Kohorten gleichermaßen erlernt werden (Krotz, 2007). Insbesondere für ältere Kohorten war eine Nutzung beispielsweise während der lernintensiven Ausbildungszeit nicht möglich und folglich sind außerschulische und implizite Lerngelegenheiten von einer besonderen Bedeutung für diese Kohorte. Bestimmte bildungsbiographische Merkmale können Kompetenzen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie befördern, so wie beispielsweise ein hohes Bildungsniveau und Interesse an dieser Technologie, aber auch die Teilnahme an Erwachsenen- und Weiterbildungen. In diesem Abschnitt werden zwei Leithypothesen in den Fokus genommen:

2. Kohorten unterscheiden sich im technologiebasierten Problemlösen.
5. Die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien befördert das Problemlösen.

Lernen Erwachsener „ist ein universelles Phänomen, das mit der Herausbildung des modernen Erwachsenen, also der Unterscheidung von Kind und Erwachsenem in der Frühen Neuzeit, zu beobachten ist“ (Kade & Egloff, 2004, S. 49). Das institutionelle und formelle Lernen im Erwachsenenalter wurde bis zum Ende des 18. Jahrhunderts weitgehend vernachlässigt und eher in den gut situierten Teilen der Bevölkerung, oder dem Adel praktiziert. Erst durch die Epoche der Aufklärung sowie der daraus resultierenden Volksbildung in den Fokus gerückt (Seitter, 2007). Ziel war hier zum einen alle Gesellschaftsmitglieder zu einer allgemeinen und stände-

2. Kapitel

übergreifenden Kommunikation zu befähigen, aber auch im Handwerk tätige Menschen wissenschaftsgestützte technisch-agrarische Aufklärung und Fortbildung zu ermöglichen (Kade, Nittel, & Seitter, 1999).³ Erst um die Wende des 19. zum 20. Jahrhunderts wurde eine massive Expansion der volksbildnerischen Infrastruktur vorangetrieben, wobei die allgemeinkulturelle Komponente der Volksbildung einen vermehrten Ausbau erfuhren (Seitter, 2007). Im Zuge der Bildungsreformen der 1960er und 1970er Jahre wurde die Erwachsenenbildung schließlich zu einem Teil des öffentlichen Bildungswesens (Kade, Nittel, & Seitter, 1999). Diese kann auch als Zeit der Modernisierung der Fort- und Weiterbildung und im Zuge dessen zum Ausbau der Erwachsenenbildung einem wesentlichen Teil des Bildungswesens (Seitter, 2007). Neue Medien verändern alle Bereiche des Bildungswesens (De Witt, 2000). Durch die Verbreitung des Internets und als eine späte Folge der Technologisierung und Digitalisierung in der Arbeitswelt wurden Computerkompetenzen Ende der 1990er Jahre auch Fokus von Fort- und Weiterbildung (Kade, Nittel, & Seitter, 1999). Virtuelle Lernangebote werden bereits in Verbindung mit traditionellen Bildungsangeboten eingesetzt (De Witt, 2000), aber der Kompetenzerwerb im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie häufig nur unzureichend durch formelle Lerngelegenheiten erworben (Eickelmann, Gerick, & Bos, 2014). Zum einen ist die Teilnahme an Bildungs- und Berufsbildungsmaßnahmen von acht Prozent der 25- bis 64-Jährigen im Jahr 2000 nur relativ gering (Bericht des Rates Bildung, 2001). Allerdings stellen der 21 Prozent Fort- und Weiterbildung mit Bezug zur Elektronischen Datenverarbeitung in einer Unternehmensbefragung aus dem Jahr 1999 einen substantiellen Anteil dar (Kuwan, et al., 2002). In verschiedenen internationalen Studien konnte bereits gezeigt werden, dass formelle und informelle Lerngelegenheiten mit einem höheren Kompetenzniveau assoziiert sind (Luu & Freeman, 2011; OECD, 2011c; 2013b) und dieser Zusammenhang auch im technologiebasierten Problemlösen vorliegt (Maehler, et al., 2013; OECD, 2013a)

³ Hier wurde Volksbildung nicht nur als Bürgerbildung oder zur Nachahmung des Adels genutzt, sondern auch zur allgemeinen und beruflichen Ausbildung der städtischen Handwerker- und Arbeiterschaft sowie zur landwirtschaftlichen Rationalisierung und Aufklärung der Bauernschaft. An diesen drei Formen von Volksbildung des 19. Jahrhunderts wird deutlich, dass Bildungsziele sich hier auf wirtschaftlich-soziale Kontexte bezogen (Seitter, 2007).

2. Kapitel

Folglich können formelle Lerngelegenheiten den Bedarf an Computerkompetenzen nicht vollständig und umfassend abdecken können, aber müssen dies auch nicht zwingend tun. Das Lernen von Erwachsenen wird ebenfalls durch informelle Lerngelegenheiten geprägt, die insbesondere auch Fertigkeiten und Kompetenzen im Umgang diesen sich rasant verändernden Technologien entwickeln und verbessern (De Koning & Gelderblom, 2006). So ist bereits die berufliche und private Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie mit höheren Computerkompetenzen assoziiert (Borghans & Ter Weel, 2002). Zugang zu dieser Technologie ist folglich eine wesentliche Voraussetzung für den Kompetenzerwerb. Jedoch ist gerade dieser Zugang nicht in allen Bevölkerungsschichten und auch nicht flächendeckend möglich (BITKOM, 2007; Norris, 2001; OECD, 2000). Insbesondere ältere Personen haben Probleme Informations- und Kommunikationstechnologie zu nutzen und verfügen auch häufiger beispielsweise nicht über einen Internetzugang oder ein Mobiltelefon (Doh, 2011b). So sieht Doh (2011b) ein Problem in der fehlenden altersfreundlicheren Kultur. Mithilfe einer solchen Kultur könnten ältere Menschen neue Informations- und Kommunikationstechnologie als bedeutsame Ressource und Möglichkeiten für ihre Bedürfnisse und Interessen verwenden. Folglich wird auch erwartet, dass Motivation für den Kompetenzerwerb im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie und so auch die Lernhaltungen, also die Einstellung gegenüber dem Erwerb von neuen Wissen und Fertigkeiten, für den Erfolg in unterschiedliche Lernkontexte wesentlich ist.

Resultierend aus einem lebenslangen Prozess des Kompetenzerwerbs und verbunden mit bestimmten Merkmalen, insbesondere der domänenspezifischen Aspekte einer Bildungsbiographie, werden Kompetenzen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie erworben. Innerhalb von formellen und informellen Lerngelegenheiten können Kompetenzen im technologiebasierten Problemlösen erworben werden. Folglich wird die Konstruktinterpretation des technologiebasierten Problemlösens gestützt, wenn diese domänenspezifischen Aspekte der Bildungsbiographie (formelle und informelle Lerngelegenheiten) und weitere Faktoren, die mit dem Erwerb und dem Erhalt von Kompetenzen in einem Zusammenhang stehen, einen Einfluss auf die Problemlösekompetenz haben.

2. Kapitel

Kompetenzen zur Teilhabe an einer modernen, technologiereichen Informationsgesellschaft – Wieviel mathematische und Lesekompetenz steckt im technologiebasierten Problemlösen?

Die Problembewältigung mithilfe von Werkzeugen einer technologiereichen Informationsgesellschaft basiert zusätzlich zu erworbenen Wissen und Fertigkeiten in domänenspezifischen Lerngelegenheiten auch auf nicht-domänenspezifischen Fertigkeiten und Kompetenzen. Die oben benannten informellen Lerngelegenheiten, aber auch formelle Lerngelegenheiten werden nicht ausschließlich Unterschiede im kompetenten Problemlösen erklären können. Andere Faktoren, wie beispielsweise Einkommen oder Bildungsstand sind ebenfalls relevante Einflussgrößen (Marquié & Baracat, 2001; Sweets & Meates, 2004). Somit sollte sich technologiebasiertes Problemlösen von anderen Kompetenzen wie mathematische und Lesekompetenzen unterscheiden. Dennoch liegen diesen drei Kompetenzen ein gemeinsamer Kern kognitiver Prozesse zugrunde (OECD, 2009a). Ein bedeutsames Element des technologiebasierten Problemlösens ist, dass Grundkenntnisse über den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie hier in das abstrakte Problemlösen integriert werden müssen (Lazonder & Rouet, 2008). In diesem Abschnitt werden drei Leithypothesen in den Fokus genommen (siehe Kapitel 1):

2. Kohorten unterscheiden sich im technologiebasierten Problemlösen.
3. Technologiebasiertes Problemlösen ist eher weniger Teil der formellen und schulischen Bildung.
4. Technologiebasiertes Problemlösen ist ein eigenständiges Kompetenzkonstrukt, das Parallelen zu mathematischen und Lesekompetenzen aufweist.

Technologiebasiertes Problemlösen ist eine fächerübergreifende Kompetenz, die als solche auch von anderen Kompetenzen abhängig ist (OECD, 2009a). Technologiebasiertes Problemlösen fokussiert auf Informationsprobleme, die eine Vielzahl an Informationen, Symbole, Wörter oder Zusammenhänge enthalten. Als solche unterscheiden sie sich von informationsarmen Problemen, wie sie beispielsweise in der Mathematik zu finden sind. Aufgrund der Komplexität und der Fülle an Informationen die durch Informations- und Kommunikationstechnologie zur Verfügung gestellt werden, müssen diese zunächst lokalisiert und zudem evaluiert werden (Gilster, 1997). Dennoch kann technologiebasiertes Problemlösen als eigenständige fächerübergreifende Schlüsselkompetenz betrachtet werden für welche eine zentrale Dimension kognitive Prozesse und Strukturen umfasst. Unter Schlüsselkompetenzen werden solche Fähigkeiten und

2. Kapitel

Fertigkeiten verstanden, die es einer Person ermöglichen an diversen sozialen und gesellschaftlichen Kontexten aktiv zu werden (Weinert, 1999). In dem Kern der kognitiven Dimensionen technologiebasierten Problemlösens werden beispielsweise das logische Schlussfolgern und Planen aus mathematischen Kompetenzen abgerufen, aber auch Auswahl, Selektion und Evaluation von Informationen aus der Lesekompetenz.

Technologiebasiertes Problemlösen basiert auf ähnlichen kognitiven Dimensionen wie die beiden anderen in PIAAC gemessenen Kompetenzen, alltagsmathematische und Lesekompetenz (OECD, 2009a). Hier kann beispielsweise eine gewisse Belastung des Arbeitsgedächtnisses benannt werden, aber auch das Dekodieren von Symbolen und Zeichen wird in den drei Kompetenzkonstrukten benötigt. Als eine Problemlösekompetenz wird der Löseprozess komplexe Teilaufgaben beinhalten, die unter anderen Setzen, Planen und Überprüfen von Zielen und Teilzielen einer technologiebasierten Lösung umfassen. Im Unterschied zur den anderen Kompetenzkonstrukten erfordert das technologiebasierte Problemlösen eine Auswahl von adäquaten, digitalen und zumeist auch interaktiven Werkzeugen beziehungsweise Software und den dazugehörigen Problemlösestrategien. Insgesamt ist der Anteil an Leseinhalten in der PIAAC-Problemlösekompetenz größer, als der Anteil an mathematischen Inhalten. Dennoch unterscheiden sich die Leseinhalte der Informations- und Kommunikationstechnologie von eher traditionellen Konstrukten der Lesekompetenz, da sie in einer Hypertextstruktur dargestellt sind (Foltz, 1996; Rouet, 2006). Die kritische Bewertung von Inhalten, die Auswahl und Navigation zu bestimmten Informationen und Texten stellt somit eine zentrale Herausforderung im technologiebasierten Problemlösen (OECD, 2009a).

Technologiebasiertes Problemlösen ist aufgrund seiner Funktion als fächerübergreifende Kompetenz mit mathematischen und Lesekompetenzen assoziiert, sollte aber stärker mit der Lesekompetenz assoziiert sein. Jedoch konnte der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie nicht über alle Kohorten gleichermaßen durch frühe formelle Bildungsgemeinschaften erworben werden. Vermutet wird somit, dass technologiebasiertes Problemlösen weniger durch schulisches Lernen geprägt wurde. Folglich wird die Konstruktinterpretation des technologiebasierten Problemlösens gestützt, wenn die beschriebenen Zusammenhänge zwischen schulischer Ausbildung, alltagsmathematischer sowie Lesekompetenz und technologiebasierten Problemlösen empirisch gezeigt werden können.

2. Kapitel

Routinen im Umgang mit Technologie

Kompetenzen im Allgemeinen, aber auch das technologiebasierte Problemlösen, erfordert in unterschiedlichen Maß: Fähigkeit, Wissen, Verstehen, Können, Handeln, Erfahrung und Motivation (Klieme, et al., 2003). Die technologiebasierte Problemlösekompetenz umfasst folglich auch Wissen über Informations- und Kommunikationstechnologie und den Umgang mit ihr nötig (OECD, 2009a). Dieses Wissen enthält nicht nur deklaratives Faktenwissen, sondern auch prozedurales Prozesswissen, dass automatisiert werden kann (Fitts & Posner, 1967; Johnson, 2003). Bei der Ausführung von basalen und routinierbaren Teilschritten wird wahrscheinlich auf prozedurale Wissensbestände zurückgegriffen (Schneider & Stern, 2010). Wird dieses Wissen über Handlungsabläufe eingeübt, können daraus Routinen resultieren und fortan Prozesse beschleunigen, sowie kognitive Ressourcen schonen (Fitts & Posner, 1967; Johnson, 2003). So konnten erste Ergebnisse aus der PIAAC-Studie bereits zeigen, dass Personen, die Informations- und Kommunikationstechnologie im Beruf nutzen, unabhängig von ihrem Schulabschluss, bessere technologiebasierte Problemlöser waren (OECD, 2013a). Kognitive Ressourcen können auch als Kapazität des Arbeitsgedächtnisses verstanden werden, welches für die Informationsverarbeitung und Handlungsplanung relevant ist (Van Merriënboer & Sweller, 2005). Die Neuartigkeit der Aufgabenstellung ist zwar ein wesentliches Element in der Definition von Problemlösen und insofern ein bestimmendes Merkmal für die Aufgaben eines Problemlösetest (Mayer, 1994). Jedoch kann der Einfluss von Vorerfahrung im Umgang mit dem Computer und seinen Anwendungen – insbesondere in den oben genannten basalen Teilschritten der Testbearbeitung – Einfluss auf die Bearbeitungsgüte haben. Sobald Testteilnehmer in diesen sehr einfachen basalen Teilaufgaben Ressourcen schonen können, stellt dies eine gute Bedingung für die übrige Testbearbeitung dar (Schneider & Stern, 2010). In diesem Abschnitt werden zwei Leithypothesen in den Fokus genommen (siehe Kapitel 1):

1. Routinen sind ein Bestandteil eines Bearbeitungsprozesses im technologiebasierten Problemlösen.
2. Kohorten unterscheiden sich im technologiebasierten Problemlösen.

In vielen Problembearbeitungen spielen Routinen eine bedeutsame, wenn auch nicht alleinentscheidende, Rolle, wie beispielsweise im technologiebasierten Problemlösen (OECD, 2009a).

2. Kapitel

Bei der Betrachtung von technologiebasierten Problemlösungen ist nicht nur von Interesse, ob eine Person ein Problem löst, sondern auch, wie dieses Problem gelöst wurde (Leutner, Funke, Klieme, & Wirth, 2005; Mayer & Wittrock, 1996). Die technologiebasierte Lösung eines Problems kann durch verschiedene kognitive Ressourcen, Strategien oder Prozesse zur Bewältigung oder zum Scheitern geführt haben (Funke, 2010; Klieme, Leutner, & Wirth, 2005). Die Problembearbeitung enthält unterschiedliche Teilschritte, wozu auch die Verwendung von Routinen gehören kann (Zabal, Martin, Klaukien, & Rammstedt, 2013). Die für diese potentiell routinierbare Teilschritte aufgewendete Zeit eignet sich zur Erklärung des Problemlöseverhaltens, da von ihr angenommen wird, dass sie indikativ für Routinen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie stehen (Stelter, Goldhammer, Naumann, & Rölke, 2015). Folglich wird die Lösung der Aufgabe dann unwahrscheinlicher, wenn kognitive Ressourcen für die Bearbeitung dieser potentiell routinierbaren Teilschritte mobilisiert werden müssen (Van Merriënboer, Kirschner, & Kester, 2003; Van Merriënboer & Sweller, 2005). Da Routinen durch Übung erworben werden und Informations- und Kommunikationstechnologie nicht gleichermaßen über alle Kohorten hinweg verfügbar war, unterscheiden sich die Kohorten in der Bearbeitung von routinierbaren Teilschritten. Ein vergleichsweise großer Unterschied in der technologiebasierten Problemlösekompetenz zeigte sich zwischen alten und jungen Teilnehmer der PIAAC-Studie (OECD, 2013a). Auch konnte für Lesekompetenz ein Kohorteneffekt belegt werden, jedoch ist der Effekt, vermutlich aufgrund der historischen Entstehung und Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologie, im technologiebasierten Problemlösen deutlich größer.⁴ So konnte auch gezeigt werden, dass dieser Unterschied zwischen den Kohorten für einige Länder unterschiedlich ist, also auch kulturelle aber auch sozioökonomische und wohlfahrtsstaatliche Aspekte eine Rolle spielen könnten.

⁴ Es wird erwartet, dass der Kohorteneffekt im technologiebasierten Problemlösen größer, aber auch stabiler ist und beispielsweise nicht durch Kohorteneffekte in der Lesekompetenz erklärt werden kann (siehe Kapitel 5).

2. Kapitel

Wissensbestände und insbesondere auch das Prozesswissen, beeinflussen den Lösungsprozess im technologiebasierten Problemlösen. Als eine Folge des technologischen Wandels der letzten Jahrzehnte konnten diese Routinen nicht gleichermaßen in allen Generationen erworben werden, woraus ein Kohorteneffekt resultiert. Somit wird die Konstruktinterpretation des technologiebasierten Problemlösens gestützt, wenn Routinen als Charakteristika des Lösungsprozesses vorhanden sind und sie empirisch bedeutsamen Einfluss auf die Lösungsgüte und zusätzlich auch auf den Kohorteneffekt haben.

3. Die Messung von Erwachsenenkompetenzen in der PIAAC-Studie

Eine Dekade nach der ersten PISA-Studie, wurde die Durchführung einer internationalen Bildungsvergleichsstudie von Erwachsenen in einem Konsortium der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) begonnen. So ähneln sich die Kompetenzkonstrukte, die in der PIAAC-Studie erhoben wurden und die PISA-Kompetenzkonstrukte wurden jedoch für den Alltag von Erwachsenen entworfen. Mit der PIAAC-Studie sollten Kompetenzen Erwachsener erhoben werden und ist Forschungsvorhaben der Erforscht wurden nun zentrale Grundkompetenzen in der erwachsenen Bevölkerung: die Lesekompetenz, die alltagsmathematische Kompetenz und technologiebasiertes Problemlösen. Diese drei Kompetenzen sind für die erfolgreiche Teilhabe an der heutigen Gesellschaft von zentraler Bedeutung (Rammstedt, 2013). Auch werden diese Kompetenzen für die (Weiter-) Entwicklung von anderen Kompetenzen und Fertigkeiten benötigt.

3.1 Was ist die PIAAC-Studie?

Die PIAAC-Studie ist eine international organisierte Leistungsteststudie, die in 24 Ländern⁵ und hierunter zum größten Teil OECD-Staaten durchgeführt wurde (Rammstedt, 2013b). Sie ist, vergleichbar mit der Studie des „Programme for International Student Assessment“ (PISA-Studie), angelegt (zumeist schulisch erworbene) Kompetenzen zu erheben und durch die OECD initiiert (OECD, 2013a). Im Unterschied zur PISA-Studie werden in der PIAAC-Studie die er-

⁵ Australien, Dänemark, Deutschland, England/Nordirland (GB), Estland, Finnland, Flandern (Belgien), Frankreich, Irland, Italien, Japan, Kanada, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Russische Föderation, Schweden, Slowakische Republik, Spanien, Südkorea, Tschechische Republik, Vereinigte Staaten, Zypern

3. Kapitel

wachsenen Bevölkerungsteile in den Fokus genommen. Es wurden international 166.000 Erwachsene und deutschlandweit 5.400 Erwachsene in einem Alter von 16 bis 65 Jahren befragt. Ziel war es, die Fähigkeiten oder die Kompetenzen von Erwachsenen in den Bereichen der alltagsmathematischen und Lesekompetenz sowie des technologiebasierten Problemlösens zu erheben. Diese Kompetenzen sind Schlüsselkompetenzen zur Informationsgewinnung sowie zur Verarbeitung und Nutzung von Informationen. Sie sind relevant für die Interaktion in diversen gesellschaftlichen, professionellen, aber auch alltäglichen Situationen. Man benötigt sie zur Integration in und Teilhabe an dem Arbeitsmarkt oder für die Teilnahme an Bildungsprogrammen (beispielsweise Aus-, Fort- und Weiterbildung). Zusätzlich zur Zielgruppe unterscheidet sich die PIAAC-Studie von der PISA-Studie in Bezug auf den Hintergrundfragebogen, was jedoch auch der erwachsenen Teilnehmerschaft geschuldet ist. So wird beispielsweise die Regelmäßigkeit der Teilnahme an (Weiterbildungs-) Aktivitäten erfragt, die in einem beruflichen oder privaten Zusammenhang mit den Kompetenzkonstrukten steht. Zudem werden berufsbezogene Fragen zur Teilnahme an Weiterbildung oder generellen Passung der Ausbildung zum ausgeübten Beruf gestellt. Die Erhebung erfolgte in Form eines persönlichen Interviews, dem sich eine Messung der Kompetenzen anschloss. Diese letztere Kompetenzmessung konnte sowohl papierbasiert, als auch mittels Computer durchgeführt werden und erfolgte selbstständig durch den Interviewten unter Anwesenheit eines Interviewers.

Vorläuferstudie

Die PIAAC-Studie hat zwei Vorläuferstudien, die ähnlich organisiert wurde und inhaltliche Parallelen aufweist. Zunächst wurde zwischen 1994 und 1998 die International Adult Literacy Survey (IALS) in 21 Ländern durchgeführt (OECD, 2013a). Hier lag der Fokus auf den Leseleistungen Erwachsener und innerhalb dieses Kompetenzkonstruktes wurden die folgenden Fertigkeiten erhoben: Verständnis eines zusammenhängenden Textes, Verständnis einer schematischen Darstellung, Verständnis von Rechenoperationen (OECD & Statistics Canada, 2000). Jedoch wurde Kritik an der internationalen Vergleichbarkeit der erhobenen Lesekompetenz geäußert (Blum, Goldstein, & Guérin-Pace, 2001; Carey, 2000; Murray, Kirsch, & Jenkins, 1997), sowie an der Qualität der Übersetzungen (Blum, Goldstein, & Guérin-Pace, 2001). Die zweite Vorläuferstudie ist die Adult Literacy and Life Skills Survey (ALL), die in 13 Ländern zwischen 2003 und 2007 durchgeführt wurde (OECD, 2013a). In dieser Studie wurden die Kompetenzen von Erwachsenen in drei Bereichen erhoben: Lesekompetenzen, Alltagsmathematik, Prob-

3. Kapitel

lemlösungskompetenz (Notter, Arnold, von Erlach, & Hertig, 2006). Verschiedene Innovationen wurden in der PIAAC-Studie umgesetzt. So wurde in der PIAAC-Studie beispielsweise die Erhebung der grundlegenden Komponenten der Lesekompetenz (Reading Components) sowie die Verwendung der Kompetenzen im beruflichen Alltag aus dem sogenannten Job Requirements-Ansatz (Felstead, Gallie, Green, & Inanc, 2013) umgesetzt (Rammstedt & Zabal, 2013). Zusätzlich stellt die Operationalisierung des Kompetenzkonstruktes technologiebasiertes Problemlösen als Innovation dar und verbindet den Problemlöseansatz mit den Fertigkeiten im Umgang mit dem Computer.

Ziele der internationalen Bildungsforschung und die Schwerpunkte der PIAAC-Studie

Die internationale Bildungsforschung soll zu einem besseren Verständnis der Funktionsweise von verschiedenen Bildungssystemen führen. Hierfür werden unterschiedliche Kompetenzen definiert, von denen angenommen wird, dass sie relevante Faktoren für die gesellschaftliche Teilhabe und Resultat einer Bildungsbiographie sind. Von diesen Kompetenzen wird erwartet, dass sie mittelbar oder unmittelbar Einfluss auf die Lebensqualität, die Chancen auf dem Arbeitsmarkt, das Einkommen, aber auch auf die Gesundheit und das Wohlbefinden haben. So kann die Bildungsforschung auch zum Ziel haben, nachzuvollziehen, welche Berufe mit welchen Kompetenzen ergriffen werden und wie Kompetenzen besser genutzt werden können. Hier zeichnen sich Unterschiede zur PISA-Studie ab, denn in PISA war das Ziel die Entwicklungen und Potentiale im Lernverhalten von Schülern, aber auch (im Unterricht) von Lehrern zu identifizieren. Zusätzlich konnten Schulen und ihre Organisation, aber auch Lernkulturen in verschiedenen Ländern betrachtet werden. In PIAAC hingegen werden Informationen über und Entwicklungspotentiale von Erwachsenen und ihren Kompetenzen betrachtet. Für diesen Zweck werden die Kompetenzen erhoben und eine Beschreibung des alltäglichen, beruflichen und privaten Einsatzes dieser Kompetenzen vorgenommen. Auch soll beschrieben werden wie diese Kompetenzen auch im Erwachsenenalter noch weiterentwickelt werden und wie sie erhalten bleiben oder verloren gehen. Die PIAAC-Studie hat auch zum Ziel Zusammenhänge zwischen Kompetenzen und der Teilhabe am Arbeitsmarkt sowie der sozialen Teilhabe zu erstellen, wie auch Indikatoren für Kompetenzdefizite zu liefern, die diese Teilhabe erschweren. Mithilfe der Ergebnisse der PIAAC-Studie können politische Ziele verfolgt werden, wie die Beschreibung effektiver Schul-, Aus- und Weiterbildungssysteme zum Erwerb oder Erhalt der in PIAAC gemessenen Kompetenzen.

3. Kapitel

3.2 Die Kompetenzkonstrukte in der PIAAC-Studie

Der Alltag von Erwachsenen erfordert verschiedene Kompetenzen für die diversen Anforderungen, die beispielsweise durch berufliche Anforderungssituationen oder zur Interaktion in der sozialen Umwelt wichtig werden. In der PIAAC-Studie wurden unterschiedliche Kompetenzkonstrukte erhoben mit dem Ziel, diese unterschiedlichen Anforderungen aus dem Alltag Erwachsener zu beleuchten. Im Folgenden werden die Kompetenzkonstrukte der PIAAC-Studie – alltagsmathematischen und Lesekompetenz sowie des technologiebasierten Problemlösen – und deren unterschiedliche Kompetenzstufen beschrieben.

Alltagsmathematische Kompetenz

In vielen Lebensbereichen wird ein grundsätzliches Verständnis mathematischer Inhalte und Grundrechenarten vorausgesetzt. Hierbei kommen sowohl einfache, als auch komplexere Rechenarten zum Tragen. Beispielsweise wird beim Einkaufen ein einfacher Vergleich von Preisen, sowie die Addition oder Subtraktion beim Bezahlen vorausgesetzt. Aber auch komplexere Rechnungen, wie Prozentrechnung oder Funktionen sind Teil des Alltags, beispielsweise bei der Planung und Finanzierung von Bauvorhaben oder einer Altersvorsorge. Die hier benötigten alltagsmathematischen Kompetenzen, unterscheiden sich von der klassischen oder akademischen Mathematik (Ginsburg, Manly, & Schmitt, 2006). Die Alltagsmathematik umfasst Probleme mathematischer Natur, die in einen realen und alltagsnahen Kontext eingebettet sind. Auch in Bezug auf diese Alltagsmathematischen Kompetenzen haben die technologischen Entwicklungen der letzten Dekaden einen Einfluss ausgeübt. So ersetzen beispielsweise Programme zur Tabellenkalkulation zuvor manuell vorgenommene Berechnungen. Aber auch eine Flexibilisierung durch die Einführung von kleineren mobilen Geräten – beispielsweise Tablets aber auch mobile Kartenlesegeräte – erleichtern Rechenprozesse des Alltags. An den Stellen an denen Probleme so automatisiert gelöst werden, entstehen andere Anforderungen an den Problemlöser, denn durch diese Automatisierung werden häufiger Prüfungen der Plausibilität zum Beispiel von einer Berechnungen oder des Rechnungswegs nötig.

Drei Facetten der alltagsmathematischen Kompetenz

Die alltagsmathematische Kompetenz der PIAAC-Studie umfasst die Fähigkeit, sich mathematische Informationen und Ideen zugänglich zu machen, diese anzuwenden, zu interpretieren und

3. Kapitel

zu kommunizieren, um so mit mathematischen Anforderungen in unterschiedlichen Alltagssituationen Erwachsener umzugehen (OECD, 2009b). Hierfür werden Alltagsmathematische Probleme in realen Kontexten mit einem mathematischen Hintergrund unter Verwendung von verschiedenen Darstellungsformen (beispielsweise Tabellen, Diagramme) in den Fokus der PIAAC-Studie genommen. Im Folgenden werden drei Facetten beschrieben, die alltagsmathematische Anforderungen in der technologiereichen Informationsgesellschaft charakterisieren:

(1) Charakteristika alltagsmathematischer Probleme

Zunächst lassen sich mathematische Probleme im Alltag durch ihre Inhalte beziehungsweise ihre Informationen und durch deren Darstellung charakterisieren. *Mathematische Inhalte, Informationen und Ideen* können unterschiedliche Formate einschließen. Zunächst können Zahlen die Quantität oder Qualität beispielsweise von Bevölkerung oder dessen Wachstum angeben. Je nach zugrundeliegender Beschreibung (unter anderem als reale Zahl oder Zinssatz) können Zahlen unterschiedlich interpretiert werden. Hierzu gehört auch die Verwendung dieser Zahlen als Operatoren, beispielsweise in Berechnungen mit den Grundrechenarten. Neben Zahlen können auch unterschiedliche Dimensionen und Formen in der Alltagsmathematik verwendet werden. Hierbei werden geometrische Konzepte und Maße verwendet, die zur Beschreibung von Gegenständen, aber auch zur Ortsbestimmung dienen. Muster, Beziehungen und Veränderungen sind auch alltägliche mathematische Zusammenhänge, die beispielsweise benötigt werden, wenn eine Preisänderung beschrieben oder beurteilt werden soll. Letztlich gehören auch der Umgang mit Daten und ein Verständnis von Wahrscheinlichkeiten zur Bewältigung von alltagsmathematischen Problemsituationen (Manaster, 2001). Das zweite Charakteristikum der alltagsmathematischen Probleme bezieht sich auf dessen *Darstellung*. So können konkrete, zählbare Objekte, beispielsweise drei Bäume, aber auch symbolische Notation wie Zahlen oder mathematische Symbole dargestellt werden. Andere Darstellungsformen können einen Text umfassen, indem mathematische Zusammenhänge dargestellt werden.

(2) Kognitive Prozesse durch verschiedene alltagsmathematischen Anforderungen

Mathematische Probleme die einer Person im Alltag begegnen, erfordern unterschiedliche kognitive Prozesse zur Bewältigung. So muss zunächst das Problem identifiziert oder lokalisiert werden. Danach kann erst die mathematische Information abgerufen werden. Im Weiteren müssen auch die mathematischen Informationen und Verfahren genutzt und angewendet werden.

3. Kapitel

Abschließend sollte das erzielte Ergebnis interpretiert, evaluiert und/oder analysiert werden. Um dies zu erreichen muss die Bedeutung mathematischer oder statistischer Informationen verstanden und die daraus folgenden Implikationen abwägen. Einige alltagsmathematische Probleme können es auch erfordern, dass die Ergebnisse und deren Interpretation kommuniziert werden müssen. Hierfür muss eine Person die eigene Vorgehensweise vermitteln können.

(3) Kontexte zur Verwendung alltagsmathematischer Fertigkeiten

In unterschiedlichen alltäglichen Kontexten können mathematische Probleme auftauchen, beispielsweise bei der Einrichtung eines Zimmers oder bei häuslichen Reparaturmaßnahmen. Aber auch in beruflichen Kontexten treten mathematische Probleme auf, beispielsweise bei der Berechnung von Kosten oder der Kommissionierung von Bauteilen in der Industrie. Schließlich gibt es auch gesellschaftliche Kontexte in denen mathematische Kompetenzen erfordert werden, beispielsweise bei Wahlen oder um Gesundheitsstatistiken zu verstehen. Abschließend soll auch der Kontext von Aus- und Weiterbildung, (beispielsweise kaufmännische Berufsausbildung) die ebenfalls Alltagsmathematik beinhaltet, nicht unerwähnt bleiben.

Alltagsmathematische Kompetenzstufen

Kompetenzen können zwischen Personen unterschiedlich gut erworben werden und unterschiedliche Fertigkeiten umfassen. So wurden für die PIAAC-Studie, in den Kompetenzen, verschiedene Kompetenzniveaus definiert. Zur Beschreibung der alltagsmathematischen Kompetenz, innerhalb und zwischen Nationen, wurden sechs Stufen differenziert.

- Alltagsmathematische Kompetenzstufe unter I (weniger als 176 Kompetenzpunkte)

Personen, die Stufe eins der alltagsmathematischen Kompetenz nicht erreichen, haben mit den meisten mathematischen Problemen Schwierigkeiten. Sie sind zumeist in der Lage relativ einfache mathematische Verfahren, wie zählen, sortieren und grundlegende arithmetische Operationen, mit ganzen Zahlen oder Geld, durchführen. Komplexere oder konkurrierende Informationen können auf diesem Kompetenzniveau nicht berücksichtigt oder genutzt werden.

3. Kapitel

- Alltagsmathematische Kompetenzstufe I (zwischen 176–225 Kompetenzpunkten)

Personen, die die erste Kompetenzstufe erreicht haben, nutzen elementare mathematische Verfahren in alltäglichen, konkreten Kontexten mit explizitem mathematischem Inhalt. Längere Texte mit mathematischen oder numerischen Informationen bereiten ihnen Schwierigkeiten sowie ein höheres Maß an konkurrierenden Informationen. Mit Erreichen der ersten Kompetenzstufe werden meist die Durchführung grundlegender arithmetischer Operationen, sowie ein grundlegendes Verständnis von einfachen Brüchen (beispielsweise 50%), realisierbar. Auch ist mit dem Erreichen der ersten alltagsmathematischen Kompetenzstufe die Identifizierung und Nutzung von einfachen grafischen oder räumlichen Darstellungen möglich.

- Alltagsmathematische Kompetenzstufe II (zwischen 226–275 Kompetenzpunkten)

Mit dem Erreichen der zweiten alltagsmathematischen Kompetenzstufe sind Identifikation und Umsetzung mathematischer Informationen und Ideen ein möglicher Teil des Alltags. Jedoch sollten die Informationen eher wenig konkurrieren und müssen relativ explizit gegeben oder optisch hervorgehoben werden. Erstmals ist es hier möglich Lösungen in zwei oder mehr Schritten zu berechnen. Personen auf diesem Kompetenzniveau können mit ganzen Zahlen und gängigen Dezimalzahlen rechnen, einfache Messungen durchzuführen und mit räumlichen Darstellungen umzugehen. Zusätzlich können sie auch relativ einfache Daten und Statistiken (beispielsweise in Tabellen und Grafiken) interpretieren.

- Alltagsmathematische Kompetenzstufe III (zwischen 276–325 Kompetenzpunkten)

Personen, die das dritte Kompetenzniveau in der Alltagsmathematik erreichen, haben ein Verständnis für mathematische Informationen, welche weniger explizit, nicht immer in gewohnte Kontexte eingebettet, sowie in komplexerer Form dargestellt sind. Hier können Probleme mit mehreren Schritten gelöst werden und Zahlverständnis und räumliches Vorstellungsvermögen ist vorhanden. Wurde die dritte Kompetenzstufe erreicht, Erkennen und Arbeiten diese Personen mit mathematischen Beziehungen, Mustern und Anteilen. Auch ist die Interpretation und einfache Analyse von Daten und Statistiken in Texten, Tabellen und Grafiken möglich.

3. Kapitel

- Alltagsmathematische Kompetenzstufe IV (zwischen 326–375 Kompetenzpunkten)

Im vierten Kompetenzniveau ist ein Verständnis für ein breites Spektrum an mathematischen Informationen etabliert. Diese Personen können komplexe, abstrakte sowie ihnen unvertraute Informationen nutzen und unterschiedliche Problemlösestrategien und -verfahren heranziehen. Sie sind in der Lage Analysen und komplexere Schlussfolgerungen durchzuführen, verstehen mathematische Argumente und können Lösungen kommunizieren

- Alltagsmathematische Kompetenzstufe V (mehr als 375 Kompetenzpunkte)

Erreicht eine Person die fünfte alltagsmathematische Kompetenzstufe hat sie ein Verständnis für komplexe Darstellungen sowie abstrakte und formale, mathematische und statistische Konzepte. Auch eine komplexere textliche Darstellung mathematischer Sachverhalte ist mit dem Erreichen der fünften Kompetenzstufe nachvollziehbar und kann verwendet werden. Personen auf diesem Kompetenzniveau können verschiedenartige mathematische Informationen integrieren. Hierbei ist jedoch ein erheblicher Aufwand für die Übersetzung und Interpretation dieser Informationen erforderlich. Diese Personen können auch eigenständig mathematische Argumente oder Modelle entwickeln und damit arbeiten sowie Lösungen begründen, evaluieren und kritisch reflektieren.

Lesekompetenz

Die Qualität und Quantität von Informationen hat sich in den letzten Jahrzehnen stark verändert, sodass schriftliche Texte an Komplexität gewonnen haben und sich als Folge auch das Leseverhalten verändert hat. So ist das Lesen von geschriebenen Texten und folgend Inhalte aus dem Gelesenen zu erschließen, diese zu verarbeiten und zu nutzen, eine wesentliche Kompetenz in modernen Informationsgesellschaften. Zur Lesekompetenz können, neben komplexeren Fertigkeiten, auch die basalen Fertigkeiten gezählt werden, wie beispielsweise das Lesen im Straßenverkehr oder beim Einkaufen. Komplexere Teilaspekte der Lesekompetenz sind beispielsweise die zielgerichtete Informationssuche, sie kann aber beispielsweise auch zur Meinungsbildung genutzt werden. Das Lesen und die Lesekompetenz hat eine Schlüsselfunktion für die aktive Erweiterung des Wissens und für das lebenslange Lernen.

3. Kapitel

Drei Facetten der Lesekompetenz

Die Lesekompetenz umfasst somit die Fähigkeit, geschriebene Texte zu verstehen, zu bewerten, zu nutzen und sich mit diesen nachhaltig zu beschäftigen, um sich am Leben in der Gesellschaft zu beteiligen, die eigenen Ziele zu erreichen, sein Wissen weiterzuentwickeln und das eigene Potenzial zu entfalten (OECD, 2009c). Zudem werden drei Facetten beschrieben, die Leseanforderungen in der technologiereichen Informationsgesellschaft charakterisieren:

(1) Texteigenschaft

Leseinhalte, im Sinne unterschiedlicher Eigenschaften der zu lesenden Texte, können in verschiedene Texttypen unterteilt werden. So wird zwischen print und digitalen Medien unterschieden, wobei sich print Media auf lineare Texte bezieht (die aber auch digital dargestellt werden können) und digitale Medien auf Texte, die nur durch elektronische Geräte abrufbar sind und über Hyperlinks verfügen können, aber auch interaktiv sind und Navigation erfordern können. Zusätzlich können Texte nach ihrem Format unterschieden werden, wobei auch Mischformen geläufig sind. So kann ein Text ein kontinuierliches Format haben, in dem ein fließender Text mit Sätzen und eventuell Absätzen gegliedert ist (beispielsweise Erzählungen, Artikel oder Briefe). Im Gegensatz hierzu gibt es auch das nicht kontinuierliche Textformat, das durch gestaltende Elemente strukturiert wird.

(2) Kognitive Prozesse durch verschiedene Leseanforderungen

Beim Lesen werden unterschiedliche kognitive Prozesse zur Bewältigung unterschiedlicher Leseanforderungen benötigt. Diese Prozesse werden in der PIAAC-Studie in drei verschiedenen Leseanforderungen lokalisiert: Informationen in einem Text (1) suchen und identifizieren; (2) integrieren und interpretieren; (3) bewerten und reflektieren. Das *Suchen und Identifizieren* von Informationen geschieht in relativ einfachen Anforderungssituationen, die relativ häufig im Alltag vorkommen. Aber auch in komplexen Problemsituationen kann das Suchen und Identifizieren von Informationen durch iterative Prozesse und zur Erzeugung eines tiefgehenden Textverständnisses beitragen. Das *Integrieren und Interpretieren* wird benötigt um Textsegmente in Beziehung zu setzen und zum Beispiel Kausalzusammenhänge zu identifizieren oder einen Text in seiner Gesamtheit zu erfassen. Das *Bewerten und Reflektieren* erfordert eine Vermittlung zwischen dem Wissen über das Gelesene sowie den Ideen und Wertungen die über den Inhalt

3. Kapitel

des Gelesenen hinausgehen. Um dies zu leisten wird hier auch ein Textverständnis benötigt, das den Text auf einer Metaebene betrachtet (Beispielsweise bei der Bewertung der Seriosität oder Vertrauenswürdigkeit eines Textes aufgrund der Autorenschaft).

(3) Kontexte und Lesesituationen

In vielfältigen Kontexten wird gelesen und von diesen Kontexten werden häufig auch das Thema und der Leseprozess beeinflusst. So können Beruf und Privates Umfeld (beispielsweise Familie, Haushalt, Freizeit) als Kontext benannt werden, aber auch allgemeinere, gesellschaftliche Bereiche (beispielsweise soziales Engagement, Bürgerpflichten) sowie die Aus- und Weiterbildung.

Lesekompetenzstufen

Zur Beschreibung der Lesequalität innerhalb und zwischen Nationen, wurden sechs Lesekompetenzstufen differenziert.

- Lesekompetenzstufe unter I (weniger als 176 Kompetenzpunkte)

Personen, die nicht das erste Kompetenzniveau erreicht haben, haben Schwierigkeiten relativ kurze digitale oder gedruckte Texte zu lesen. Die Struktur von Sätzen oder Paragraphen werden von Personen dieser Kompetenzstufe oft nicht verstanden. Wenn sie mit einem kurzen Text zu einem vertrauten Thema konfrontiert sind, können sie Informationen lokalisieren. Personen die nicht Stufe I der Lesekompetenzskala erreicht haben können synonyme Worte nicht für die Informationssuche verwenden und ihr Wortschatz umfasst zumeist ein Basiswissen. Auf fällt ihnen der Umgang mit Hypertexten schwer.

- Lesekompetenzstufe I (zwischen 176–225 Kompetenzpunkten)

Personen, die die erste Stufe der Lesekompetenzskala erreicht haben, können einzelne Information aus relativ kurzen digitalen oder gedruckten kontinuierlichen, nicht kontinuierlichen oder gemischten Texten herausuchen. Jedoch sollte die zu findende Information identisch oder bedeutungsgleich mit einer Angabe in der Aufgabenstellung sein. Sie verfügen über einen Ba-

3. Kapitel

siswortschatz und können Sätze und kurze Texte lesen und verstehen. Das Beurteilen von konkurrierenden Informationen und die Auswahl einer passenden Information fallen Personen auf dieser Kompetenzstufe schwer.

- Lesekompetenzstufe II (zwischen 226–275 Kompetenzpunkten)

Personen, die das zweite Kompetenzniveau im Lesen erreicht haben, können auch komplexere Texte lesen und verstehen. Sie sind in der Lage Paraphrasen oder einfache Inferenzen zu bilden und aus konkurrierenden Informationen eine relevante auszuwählen. Zudem sind sie in der Lage mit Hypertexten und anderen digitalen Texten umzugehen und an verschiedenen Stellen des Dokuments Informationen zu identifizieren und darauf zuzugreifen. Ab dieses Kompetenzniveau werden auch schwierigere kognitive Operationen möglich, wie den Vergleich sowie Erörterung von zwei gefundenen Informationen, die Integrierung von Informationen und in digitalen Texten zu navigieren.

- Lesekompetenzstufe III (zwischen 276–325 Kompetenzpunkten)

Personen, die diese Kompetenzstufe erreicht haben, können längere und informationsreiche Texte, die auch mehrere Seiten umfassen, lesen und verstehen. Innerhalb und zwischen diesen Texten können Informationen identifiziert, verglichen, interpretiert und bewertet werden. Hinzu kommen ein tiefergehendes Verständnis des Textes sowie dessen rhetorischer Strukturen und die Bildung von Inferenzen auf unterschiedlichen Ebenen. Dadurch wird auch eine versiertere Navigation in komplexen digitalen Texten möglich. Personen, welche das Lesekompetenzlevel III erreicht haben, können innerhalb eines iterativen Prozesses Informationen aus multiplen Texten zur Erstellung eines eigenen Textes und einer Zusammenführung nutzen. Hierbei werden irrelevante und konkurrierende Informationen als solche erkannt und eine Evaluation von mehreren Informationen kann durchgeführt werden.

- Lesekompetenzstufe IV (zwischen 326–375 Kompetenzpunkten)

Mit dem Erreichen des vierten Kompetenzniveaus im Lesen, ist eine Person dazu in der Lage Informationen aus komplexen, längeren und multiplen Texten zu integrieren, zu interpretieren oder zu synthetisieren. Hierbei werden auch komplexe Inferenzen und die Einbeziehung von Vorwissen möglich. Dies erfordert mehrere Schritte und verschiedene kognitive Operationen

3. Kapitel

umfassen können. Ein Text wird hier auch auf einer Metaebene betrachtet, auf der ein abstrakteres Textverständnis möglich ist und Ideen und Intentionen können wahrgenommen, interpretiert und beurteilt werden.

- Lesekompetenzstufe V (mehr als 375 Kompetenzpunkte)

Die höchste Kompetenzstufe erreichten Personen, die Informationen mit hoher Informationsdichte aus verschiedenen Texten auffinden und integrieren konnten. Zudem sollten sie ähnliche oder widersprüchliche Gedanken und Auffassungen synthetisieren sowie Argumente und ihre Begründungen zu bewerten können. Diese sehr kompetenten Personen ziehen auch die logische und konzeptuelle Struktur der Ideen in einem Text zu seiner Bewertung heran und können die Glaubwürdigkeit von Texten beurteilen. Folglich können sie auch subtile rhetorische Hinweise verstehen, komplexe Inferenzen ziehen und spezialisiertes Vorwissen anwenden.

Technologiebasiertes Problemlösen

Neben den eher schulisch erworbenen Kompetenzen der PIAAC-Studie, alltagsmathematische und Lesekompetenz, wurde auch eine fächerübergreifende Kompetenz erhoben, hier das technologiebasierte Problemlösen (OECD, 2009a). Nicht in allen Teilnehmerländern der PIAAC-Studie wurde diese Kompetenz erhoben. Das Lösen eines Problems ist eine der komplexesten und anspruchsvollsten Aspekte des menschlichen Denkens (Newell & Simon, 1972). Das Problemlösen wird immer dann benötigt, wenn für eine Problemsituation keine direkt verfügbare und routinemäßige Lösung vorhanden ist. Hierbei können unterschiedliche Aktionen, Werkzeuge und Hilfsmittel verwendet werden. Im Unterschied zu anderen Problemlösekompetenzen wird das technologiebasierte Problemlösen explizit in Problemsituationen verwendet, die erst im Rahmen der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien entstehen (Zabal, Martin, Klaukien, & Rammstedt, 2013). Als solches bezieht sich die Problemlösekompetenz auf die aktive Nutzung digitaler Technologien. Zum Beispiel die Verwendung von online Suchmaschinen, Textverarbeitungsprogramme oder die Kommunikation mittels Emails. Eine solche Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie erfordert das Setzen von Zielen und den Entwurf von Problemlösestrategien. Hierfür werden unterschiedliche Interaktionen mit der digitalen Technologie verwendet, wie beispielsweise die Speicherung, Verarbeitung, Darstellung und Kommunikation von Informationen unter Verwendung von symbolischer

3. Kapitel

Information (beispielsweise Text, Links, Buttons). Hierfür sind jedoch zunächst basale Computerfertigkeiten Voraussetzung und somit auch die prozeduralen Wissensbestände, wozu beispielsweise der Umgang mit Maus, Tastatur und digitalen Displays zählen, aber auch die Bearbeitung basaler Teilschritte in der Problembewältigung (siehe Kapitel 4). Zudem sollte ein abstraktes Verständnis von Daten und Ordern bestehen, sowie ein entsprechendes Verständnis von Managementoperationen wie markieren, speichern, öffnen, schließen, löschen, bewegen und umbenennen. Im Umgang mit dem Internetbrowser oder anderen Anwendungen werden Begriffe wie beispielsweise Lesezeichen, Menüleiste, Buttons und Links zwar vor der Testung beschrieben und erklärt, aber dennoch wird auch hier Vorwissen benötigt.

Probleme die im Umgang mit digitaler Technologie entstehen sind informationsreich und diese großen Mengen an Informationen müssen verarbeitet, ihre Bedeutung erfasst und evaluiert werden. Beispielsweise stellt das Internet eine Vielzahl an Informationsquellen zur Verfügung, sodass die Auswahl relevanter und glaubwürdiger Informationen auf Basis kritischer Urteile eines der wichtigsten Merkmale des technologiebasierten Problemlösens darstellt. Ein weiteres wesentliches Merkmal des technologiebasierten Problemlösens ist die Kommunikation mittels digitaler Technologien, beispielsweise per Email oder Chat. In der PIAAC-Studie soll erfasst werden, wie gut Personen mit digitalen Technologien umgehen können. Das technologiebasierte Problemlösekonstrukt der PIAAC-Studie verbindet zwei Ansätze der Vorläuferstudie ALL (Zabal, Martin, Klaukien, & Rammstedt, 2013): Zum einen Problemlösekompetenz und zum anderen die Kompetenz im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien. Im Jahr 2005 wurde in der ALL Studie die analytische Problemlösekompetenz mittels papierbasierter Kompetenzmessung erhoben (Reeff, Zabal, & Klieme, 2005). Ähnlich wie das technologiebasierte Problemlösen wird das analytische Problemlösen in Problemsituationen benötigt, in denen Informationsverarbeitung und schlussfolgerndes Denken gefordert sind (Klieme, Artelt, & Stanat, 2001). Hinzu kommen auch Komponenten der generellen Kompetenzen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie (ICT-Literacy), die mit den analytischen Problemlösekompetenzen in diesem neuen Kompetenzkonstrukt integriert wurden (Zabal, Martin, Klaukien, & Rammstedt, 2013).

3. Kapitel

Drei Facetten des technologiebasierten Problemlösens

Analog zu den zuvor beschriebenen Kompetenzen in der PIAAC-Studie (alltagsmathematische und Lesekompetenz) werden auch für das technologiebasierte Problemlösen drei Facetten beschrieben, die dieses Kompetenzkonstrukt charakterisieren:

(1) Technologien und Aufgabenstellungen

Technologiebasierte Probleme charakterisieren sich insbesondere durch die verwendete Technologie, aber auch durch die Problemdefinition oder die Problemstellung. Verschiedene Hardware kann für die Lösung von Problemen eingesetzt werden (beispielsweise das Mobiltelefon, der Tablet oder wie in PIAAC das Notebook). Ihre Anwendungsmöglichkeiten sind vielfältig (Webbrowser, Email und Tabellenkalkulation) und unterschiedliche Befehle und Funktionen können genutzt werden (Links, Sortierungsfunktionen, Kopieren und Einfügen). Die Problemstellung kann in ihrer intrinsischen Komplexität variieren, also unterschiedlich viele Lösungsschritte benötigen oder Informationen enthalten. Zusätzlich kann die Problemdefinition unterschiedliche Präzision aufweisen oder implizite Informationen enthalten.

(2) Kognitive Dimensionen im technologiebasierten Problemlösen

Vier zentrale kognitive Operationen oder Dimensionen werden im technologiebasierten Problemlösen benötigt. Zunächst muss ein Ziel definiert und ein Monitoring für den Lösungsprozess zur Überwachung des Fortschrittes entworfen werden. Planung und Selbstorganisation werden beispielsweise dann benötigt, wenn Prozesse und Strategien vorweg gegriffen und geeignete Werkzeuge ausgewählt werden. Auch ist Erwerb und Evaluation von Informationen ein wesentlicher Teil einer technologiebasierten Problemlösung. Dies wird immer dann benötigt, wenn viele Informationen vorliegen oder Schlussfolgerungen über Quellen und Inhalte gezogen werden müssen. Schließlich muss die gewonnene Information in einem technologiebasierten Problem auch genutzt und beispielsweise transformiert oder kommuniziert werden.

(3) Kontexte für technologiebasierte Problemlösungen

Auch das technologiebasierte Problemlösen kann in unterschiedlichen Kontexten als Kompetenz benötigt werden. So können technologiebasierte Probleme im privaten Alltag auftauchen und beispielsweise in der Recherche von Behandlungsmöglichkeiten einer Krankheit liegen.

3. Kapitel

Aber auch in beruflichen Kontexten tauchen technologiebasierte Probleme auf, zum Beispiel wenn Emails organisiert und weitergeleitet werden. Aber auch gesellschaftliche Kontexte fordern Personen dazu auf technologiebasierte Lösungen für Probleme zu finden, wenn beispielsweise das Bürgeramt Onlineformulare erstellt oder die Online-Kommunikationen von Abgeordneten vor einer Wahl verfolgt werden soll.

Kompetenzstufen des technologiebasierten Problemlösen

Zur Beschreibung der technologiebasierten Problemlösekompetenz, wurden vier Kompetenzstufen differenziert.

- Technologiebasierte Problemlösekompetenzstufe unter I (weniger als 176 Kompetenzpunkte)

Personen, die im technologiebasierten Problemlösen nicht die erste Kompetenzstufe erreicht haben, hatten generell Schwierigkeiten Probleme technologiebasiert zu lösen. Erst wenn eine Problemstellung eindeutig definiert und kurz ausformuliert war, bestand die Möglichkeit sie zu lösen. Diese Problemlösungen umfassen nur einzelne Funktionen die für einen Zweck verwendet werden sollen. Schlussfolgerungen oder komplexere Transformationen im Problemlöseprozess können in diesem niedrigsten Kompetenzniveau nicht durchgeführt werden. Ebenso stellen multiple Teilziele oder Bearbeitungsschritte in einer Problembearbeitung für Personen die unter der ersten Kompetenzstufe im technologiebasierten Problemlösen liegen eine unüberwindbare Hürde dar.

- Technologiebasierte Problemlösekompetenzstufe I (zwischen 241–290 Kompetenzpunkten)

Personen, die die erste Kompetenzstufe im technologiebasierten Problemlösen erreicht haben, können gängige und vertraute Anwendungen, beispielsweise Email-Software oder Internetbrowser verwenden. Die Navigation in Hypertexten oder zwischen verschiedenen Anwendungen stellt jedoch zumeist Probleme dar. Die Verwendung von spezifischen Werkzeugen oder Funktionen (beispielsweise der Sortierfunktion) kann auf diesem Kompetenzniveau nicht zur Problemlösung verwendet werden. Ebenso können Probleme, die mehrere Bearbeitungsschritte oder unterschiedliche Aktionen erfordern, nicht gelöst werden. Probleme können technologie-

3. Kapitel

basiert gelöst werden, wenn Ziele leicht identifiziert werden können und explizite Lösungskriterien bekannt sind. Einfachere Zuordnungen von Informationen oder Handlungen zu Kategorien ist möglich, sowie das ziehen einfacher Schlussfolgerungen. Hingegen ist es Personen die Kompetenzstufe eins erreicht haben nicht möglich verschiedene Informationen zu vergleichen oder zu integrieren.

- Technologiebasierte Problemlösekompetenzstufe II (zwischen 291–340 Kompetenzpunkten)

Mit dem Erreichen der zweiten Kompetenzstufe sind unterschiedliche Fertigkeiten assoziiert. Neben den zuvor genannten Umgang mit vertrauten beziehungsweise geläufigen Anwendungen können auch spezialisierte technologische Anwendungen, beispielsweise Onlineformulare oder Registrierungen auf Internetportalen, kompetent verwendet werden. Eine Navigation durch unterschiedliche Internetseiten oder verschiedene Anwendungen kann in einem Lösungsprozess sinnvoll eingesetzt werden. Die Problembearbeitung wird auf diesem Kompetenzniveau durch eine versierte Verwendung von Werkzeugen – zum Beispiel Sortier- oder Suchfunktion – gekennzeichnet und sie kann mehrere Bearbeitungsschritte sowie verschiedene Aktionen umfassen. Personen die dieses Kompetenzniveau erreicht haben, können Ziele zur Problemlösung selbst definieren, benötigen jedoch genaue Vorgaben oder explizite Kriterien einer Problemlösung. So können Informationen vermittelt sowie unterschiedliche Anwendungen des Computers hierfür genutzt werden. Hierfür sollte jedoch explizit angegeben werden welche Informationen genutzt werden sollen und wo diese gefunden werden können. Das Erreichen einer Lösung kann überprüft und Änderungen im Lösungsprozess angepasst werden (beispielsweise bei unerwarteten Ergebnissen oder Sackgassen). So können Personen auf diesem Kompetenzniveau aus konkurrierenden Informationen eine relevante auswählen und auch Informationen integrieren oder Schlussfolgerungen ziehen.

- Technologiebasierte Problemlösekompetenzstufe III (mehr als 340 Kompetenzpunkten)

Das höchste Kompetenzniveau erreichten Personen, die in einem hohen Maß unabhängig von vorgegebenen Zielkriterien sind und Ziele sowie die Teilziele selbst definieren, aber auch den Lösungsprozess überwachen können. Hierfür verwenden sie in mehreren Bearbeitungsschritten

3. Kapitel

die zuvor bereits genannten Anwendungen und Hypertexte sowie deren Werkzeuge und Funktionen. Personen, die diese hohe Kompetenzstufe erreicht haben, können auch mit häufiger auftretenden unerwarteten Ergebnissen oder Sackgassen umgehen und relevante und vertrauenswürdige Informationen auswählen.

3.3 Studiendesign und Erhebung

Ziel der PIAAC-Studie war es international vergleichbare Daten über die Grundkompetenzen Erwachsener sowie zentrale ergänzende Hintergrundinformationen zu erheben. Diesem Zweck folgend wurde die Erhebung der Daten in allen Teilnehmerländern in standardisierter Form durchgeführt und verschiedene Qualitätsstandards definiert. Die PIAAC-Studie ist in einem querschnittlichen Design angelegt und als solche soll sie eine Momentaufnahme von unterschiedlichen (internationalen) Bildungslandschaften liefern. Ziel war es Personen der gesamten Bevölkerung zu erheben im Alter von 16-65 Jahren mit festen deutschen Wohnsitz. Institutionell betreute Personen wurden von der Studie ausgenommen. Aufgrund dieses Designs lassen sich keine Prozesse darstellen und mit PIAAC können keine Aussagen über den Erwerb von Kompetenzen getroffen werden (beispielsweise Empfehlungen für effektive Lernprozesse, Bildungsprogramme oder Bildungsmaterialien; Solga, 2013). Auch kann nicht analysiert werden, ob die am Arbeitsplatz verwendeten Fertigkeiten zu einer höheren Kompetenz führen oder vice versa Kompetenzen zu einem gewissen Arbeitsplatz (Klaukien, et al., 2013). Für diese Form der Analysen wäre ein längsschnittliches Datendesign von Nöten. Auch die Interpretation von Kohorteneffekten ist nicht trivial. Betrachtet man in einem querschnittlichen Forschungsdesign Effekte der Jahrgangskohorten, sind diese auch immer mit den Effekten des Alters konfundiert sind (Bortz & Döring, 2005).

Ablauf und Erhebungsdesign

Die PIAAC-Daten wurden in einer Haushaltsbefragung erhoben und die Teilnehmer erhielten eine Gratifikation von maximal 50 € für eine komplettierte Befragung von maximal zwei Stunden. In einem ersten Schritt wurden durch die geschulten Interviewer soziodemographische Daten und andere bildungsbiographische Daten erfragt und danach Fragen zur Computervertrautheit sowie ein Kurztext zur Erfassung basaler, für die Bearbeitung des Tests benötigter

3. Kapitel

Computerfertigkeiten vorgelegt. Hier wurden die Teilnehmer gefragt, ob sie mit der Bedienung der Computermaus und Tastatur vertraut sind und mit der Testbearbeitung am Computer einverstanden sind. Im Folgenden wurde die Durchführung von grundlegenden Funktionen des Computers getestet (beispielsweise Scrollen, Markieren, Speichern, Kopieren und Verschieben). Personen, denen die computerbasierte Erhebung nicht möglich war, wurde eine papierbasierte Testvariante vorgelegt. Dies betraf in dem Feldtest elf Prozent und im Haupttest zwölf Prozent der deutschen Stichprobe. Im Vergleich mit dem OECD Mittel von 74 Prozent lag die Teilnahme an der computergestützten Kompetenzmessung in Deutschland bei 81 Prozent deutlich höher (Zabal, Martin, Klaukien, & Rammstedt, 2013). Es folgten Kompetenztests zu den drei Kompetenzkonstrukten: alltagsmathematische Kompetenz, Lesekompetenz und technologiebasierte Problemlösekompetenz. Alltagsmathematische und Lesekompetenz konnte sowohl computerbasiert, als auch papierbasiert erhoben werden.

Hintergrundfragebogen

Der Hintergrundfragebogen der PIAAC-Studie war vergleichsweise umfangreich und umfasst diverse Themenfelder über die Erwachsene Personen, in Bezug auf ihre Bildungsbiographie und anderer Personeneigenschaften, Stellung nehmen können. So wurde neben dem Alter und Geschlecht auch weitere Angaben, wie Teilnahme an Weiterbildungen und auch Freizeitaktivitäten sowie Mediennutzung erfragt.

Bildungsabschluss: Der höchste Bildungsabschluss den eine Person erreicht hat, wurde in der PIAAC-Studie erfragt. Zur Erreichung eines internationalen Vergleichs, auch auf Basis des Bildungsabschlusses, wurden die Bildungsabschlüsse einer internationalen Klassifikation, der sogenannten International Standard Classification of Education 1997 (ISCED 97), zugeordnet (OECD, 1999). Hierfür wurden zwei Fragen zum höchsten allgemeinbildenden Schulabschluss und zum höchsten beruflichen beziehungsweise Hochschulabschluss erhoben. Daraus wurde eine fünfstufige Skala mit ordinalem Messniveau abgeleitet, die Bildungsabschlüsse international vergleichbar kategorisiert. Für eine leichtere Interpretation der Ergebnisse wurden die fünf Kategorien in drei Bildungsniveaus integriert. Als niedriger Bildungsabschluss (ISCED 1 und 2) wurden das Erlangen oder nicht Erreichen eines Haupt- und Realschulabschluss, aber ohne berufliche Ausbildung gewertet. Ein mittlerer Berufsabschluss (ISCED 3 und 4) hingegen wurde dann erreicht, wenn die allgemeine oder fachgebundene Hochschulreife beziehungsweise das Abitur erworben wurde oder nach der Oberstufe eine Lehre abgeschlossen wurde.

3. Kapitel

Das höchste Bildungsniveau (ISCED 5) erreichten Personen mit einem Hochschulabschluss oder einer Ausbildung an einer Fachschule, Meister- oder Technikerschule.

Tätigkeiten mit kognitiven Arbeitsplatzanforderungen: Verschiedene Berufsfelder mit unterschiedlichen Anforderungsprofilen charakterisieren den Arbeitsmarkt in technologiereichen Informationsgesellschaften. Arbeitnehmer passen unterschiedlich gut in ihr Berufsfeld und so wurden in der PIAAC-Studie neben der Passung von Arbeitsplatzanforderung und Arbeitnehmer auch Details der Anforderungen des Arbeitsplatzes erhoben. Zunächst wurde der Anteil an Leseleistungen erfragt, die Teil des Arbeitsalltags sein können wie beispielsweise das Lesen von Anleitungen oder Anweisungen; Briefen, kurzen Mitteilungen oder Emails; Artikeln in Zeitungen, Zeitschriften oder Newslettern; Artikeln in Fachzeitschriften oder wissenschaftlichen Veröffentlichungen; Büchern; Handbüchern oder Nachschlagewerken; Rechnungen oder Bankauszügen; Diagrammen, Plänen, Karten oder Schaubildern. Aber auch das Schreiben ist Teil des beruflichen Alltags und so wurde erfragt wie häufig das Schreiben von Briefen, kurzen Mitteilungen oder Emails; Artikeln für Zeitungen, Zeitschriften oder Newslettern; Berichten sowie das Ausfüllen von Formularen im Beruf benötigt wird. Aber auch mathematische Kompetenzen werden im Beruf benötigt und so wurde die Häufigkeit mit der beispielsweise das Berechnen von Preisen, Kosten oder Budgets; das Verwenden oder Berechnen von Brüchen, Dezimal- oder Prozentangaben; das Verwenden eines Taschenrechners; das Erstellen von Diagrammen, Schaubildern oder Tabellen; das Verwenden von einfachen Formeln, höherer Mathematik oder Statistik am Arbeitsplatz vorgenommen wird. Schließlich wurde auch die Computernutzung im Beruf erfragt und hierzu beispielsweise die Verwendung von Email; die Nutzung des Internets; die Nutzung von Tabellenkalkulationsprogrammen, Textverarbeitungsprogrammen; die Durchführung von Transaktionen im Internet; die Teilnahme an Echtzeitdiskussionen im Internet erhoben (Klaukien, et al., 2013).

Beispielaufgaben

Im Folgenden werden drei Beispielaufgaben der drei Kompetenzen in der PIAAC-Studie alltagsmathematische Kompetenz und Lesekompetenz sowie technologiebasiertes Problemlösen skizziert. Zur Illustration der Operationalisierung der alltagsmathematischen Kompetenz wird hier eine Beispielaufgabe des Konstruktes beschrieben. In diesem Kompetenzkonstrukt wurden die befragten Personen gebeten, auf Basis dargebotener Abbildungen, Tabellen oder Texte und mit Hilfe zusätzlicher Informationen sowie eines Taschenrechners und eines Lineals

3. Kapitel

die jeweilige Aufgabe zu lösen. In Abbildung 3.1 ist die Beispielaufgabe „Windkraftanlagen“ dargestellt. Diese Aufgabe steht in einem gesellschaftlichen Kontext und ist eine schwierigere Aufgabe auf der vierten Kompetenzstufe der alltagsmathematischen Kompetenzskala. Diese Aufgabe war Teil des Feldtestes, wurde jedoch nicht der Hauptstudie eingesetzt. Die mathematischen Inhaltsbereiche in dieser Aufgabe umfassen die Quantität und die Zahl, aber erfordern auch eine Nutzung und Anwendung mathematischer Informationen (Berechnen). Die Aufgabe die hier gelöst werden sollte lautet: „Wie viele Windkraftanlagen werden gebraucht, um den vom Atomreaktor erzeugten Strom zu ersetzen?“. Um die Aufgabe zu beantworten muss zunächst der Text auf der rechten Seite gelesen und verstanden werden. Im Weiteren sollte eine Berechnung erfolgen und die numerische Antwort mittels Tastatur im Antwortfeld unterhalb der Frage eingegeben werden. Damit diese Aufgabe gelöst werden kann, müssen die Testteilnehmer die Lösung planen und eine Strategie entwerfen. Eine solche Strategie umfasst einen mathematischen Ansatz, zudem beispielsweise gehört, zu erkennen welche Angaben zueinander in Relation gesetzt werden müssen. Auch enthält die Aufgabe unterschiedliche Einheiten, die verrechnet werden müssen und beispielsweise in einem Dreisatz umgerechnet. Aus der Aufgabenstellung geht hervor, dass eine ganze Zahl (Anzahl an Windkrafträdern) gesucht wird. So ist es möglich den Anteil durch Division genau zu bestimmen (596 Windkrafträder) oder auch das Ergebnis durch einen Überschlag mit einem Näherungswert von 600 Windkrafträdern anzugeben.



Abschnitt 1

Aufgabe 11 - Frage 1/1

Lesen Sie den Artikel über Windkraftanlagen. Geben Sie Ihre Antwort auf die folgende Frage mit den Zahlentasten ein.

Wie viele Windkraftanlagen werden gebraucht, um den vom Atomreaktor erzeugten Strom zu ersetzen?

Windkraftanlagen

Im Jahr 2005 legte die schwedische Regierung den letzten Atomreaktor im Kraftwerk Barsebäck still. Der Reaktor erzeugte pro Jahr eine durchschnittliche Energiemenge von 3.572 GWh elektrischer Energie.

In Schweden werden weiterhin Windparks mit Windkraftanlagen im Meer errichtet. Jede Windkraftanlage erzeugt rund 6.000 MWh elektrische Energie pro Jahr.

Zu Ihrer Information:
Elektrische Energie wird in Wattstunden (Wh) gemessen

1 kWh	= 1 Kilo Wh	=	1.000 Wh
1 MWh	= 1 Mega Wh	=	1.000.000 Wh
1 GWh	= 1 Giga Wh	=	1.000.000.000 Wh



←
?
→

Abbildung 3.1. Beispielaufgabe Alltagsmathematik

Zur Illustration der Operationalisierung der Lesekompetenz wird hier eine Beispielaufgabe des Konstruktes beschrieben. In diesem Kompetenzkonstrukt wurden die befragten Personen gebeten, mithilfe von schriftlichen Informationen (beispielsweise Texten, Worten, Listen) bestimmte Informationen zu finden, zu bewerten oder zu interpretieren. Häufig erfordert dies die Markierung eines bestimmten Textabschnittes. In Abbildung 3.2 ist die Beispielaufgabe „Kindergartenregeln“ dargestellt. Diese Aufgabe steht in einem privaten Kontext und ist eine einfache bis mittelschwere Aufgabe. Die Leseanforderungen dieser Aufgabe beziehen sich auf das Suchen und Identifizieren von Informationen. Diese Aufgabe stammt aus der computerbasierten Erhebung im Feldtest. Trotz der computerbasierten Implementierung handelt es sich hier um einen gedruckten beziehungsweise linearen Text ohne digitale Merkmale, wie sie beispielsweise ein Hypertext hat. Folglich wird diese Aufgabe dem Medium Print zugeordnet. Der hier dargestellte Text enthält eine Liste mit Kindergartenregeln. Die Teilnehmer werden gefragt: „Um welche

3. Kapitel

Uhrzeit sollten die Kinder spätestens im Kindergarten eintreffen?“. Zur Beantwortung dieser Frage können unterschiedliche Bearbeitungsstrategien angewendet werden, beispielsweise könnte zunächst der gesamte Text gelesen und abschließend die Antwort rekapituliert werden. Alternativ ist es auch möglich den Text auf Uhrzeiten grob zu durchsuchen und lediglich die entsprechenden Textstellen zu lesen. Für die korrekte Beantwortung der Frage musste die Passage „Bitte sorgen Sie dafür, dass Ihr Kind bis 10.00 Uhr hier ist.“ gefunden und markiert werden. Es reichte bereits aus lediglich die „10“ zu markieren. Erschwerend wirkt sich in dieser Aufgabe das Vorhandensein von konkurrierenden Informationen aus, da zwei Uhrzeiten angegeben sind und die relevante identifiziert werden muss.

The screenshot shows a digital task interface for PIAAC. At the top left is the OECD PIAAC logo, and at the top right is the text 'Abschnitt 1'. The main area is divided into two columns. The left column has a light blue background and contains the following text: 'Aufgabe 1 - Frage 1/3', 'Sehen Sie sich die Liste mit den Kindergartenregeln an. Beantworten Sie die folgende Frage durch Markieren der entsprechenden Stelle(n) in der Liste.', and 'Um welche Uhrzeit sollten die Kinder spätestens im Kindergarten eintreffen?'. At the bottom of this column are three navigation icons: a grey left arrow, a yellow question mark, and a blue right arrow. The right column has a white background and is titled 'Kindergartenregeln'. It contains a welcome message: 'Willkommen in unserem Kindergarten! Wir freuen uns auf ein großartiges Jahr mit viel Spaß, Lernen und gegenseitigem Kennenlernen. Bitte nehmen Sie sich einen Augenblick Zeit, um unsere Kindergartenregeln durchzusehen.' followed by a bulleted list of rules: '• Bitte sorgen Sie dafür, dass Ihr Kind bis 10.00 Uhr hier ist.', '• Bringen Sie eine kleine Decke oder ein Kissen und/oder ein kleines Stofftier für den Mittagsschlaf mit.', '• Ziehen Sie Ihr Kind bequem an und bringen Sie Kleidung zum Wechseln mit.', '• Bitte keinen Schmuck oder Süßigkeiten. Wenn Ihr Kind Geburtstag hat, sprechen Sie bitte mit der Erzieherin Ihres Kindes über eine besondere Zwischenmahlzeit für die Kinder.', '• Bitte bringen Sie Ihr Kind vollständig angezogen mit, nicht im Schlafanzug.', '• Bitte tragen Sie sich mit Vor- und Zunamen ein. Dies ist eine Zulassungsvorschrift. Vielen Dank.', '• Frühstück gibt es bis 8.30 Uhr.', '• Medikamente müssen sich in beschrifteten Originalverpackungen befinden und in den Medikamentenbogen eingetragen werden, der in jedem Gruppenraum ausliegt.', '• Falls Sie irgendwelche Fragen haben, wenden Sie sich bitte an die Erzieherin Ihrer Gruppe oder an Frau Mahler oder Frau Baum.'

Abbildung 3.2. Beispielaufgabe Lesekompetenz

Zur Illustration der Operationalisierung des technologiebasierten Problemlösens wird hier eine Beispielaufgabe des Konstruktes beschrieben. In diesem Kompetenzkonstrukt wurden die befragten Personen gebeten, Probleme mithilfe von unterschiedlichen digitalen Anwendungen

3. Kapitel

(beispielsweise Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, Browser oder Emailprogramm) zu lösen. Die Lösungen dieser Aufgaben waren zumeist sehr komplexe, umfangreiche Interaktionsanforderungen mit simulierten Softwareanwendungen und konnten zumeist nicht in einem kurzweiligen oder geradlinigen Prozess durchgeführt werden. In Abbildung 3.3 ist die Beispielaufgabe „Jobsuche“ dargestellt. Diese Aufgabe steht in einem gesellschaftlichen Kontext und ist eine eher schwierige Aufgabe. Die zentrale Schwierigkeit der Bearbeitung ist das Auffinden und Evaluieren von Informationen, aber auch das Zielsetzen und Planen wird in dieser Aufgabe benötigt. Auch diese Aufgabe stammt aus der computerbasierten Erhebung im Feldtest. Er erfordert den Einsatz der Hardware und einer Browser-Anwendung. Hier müssen jedoch unterschiedliche Funktionen verwendet werden, beispielsweise Vor- und Zurücknavigation, Setzen eines Bookmarks und Bedienen von Buttons. Die Testteilnehmer werden in der Aufgabenstellung aufgefordert, eine Internetseite zur Vermittlung von Arbeitsplätzen aus den Suchergebnissen auszuwählen. Hierfür erhält die Testteilnehmer folgenden Hinweis: „Sie suchen einen Job und haben diese fünf Internetseiten gefunden. Sie möchten eine Seite nutzen, bei der Sie sich nicht anmelden und auch keine Gebühren zahlen müssen. Speichern Sie alle Seiten als Lesezeichen, die diese Anforderung erfüllen. Wenn Sie die Seiten als Lesezeichen gespeichert haben, klicken Sie auf den Weiter-Pfeil, um fortzufahren.“. Die Abbildung 3.3 zeigt lediglich die erste Bildschirmseite, auf der sich die Links zu den fünf Internetseiten befinden. Zur Lösung des Problems sollten die Teilnehmer alle Internetseiten mit ihren jeweiligen Verknüpfungen beziehungsweise Folgeseiten betrachten um die relevanten Informationen zu erhalten. Nach dieser kognitiv anspruchsvollen Selektion einer Internetseite folgt die basale Aufgabe ein Lesezeichen zu setzen. Hierfür wird ein Toolbarbutton oder eine Menüleiste geöffnet und anschließend ein Popup mit der Einstellungsbestätigung geschlossen. Aus der Aufgabenstellung geht nicht hervor wie viele Seiten insgesamt auszuwählen sind und auch nicht an welcher Stelle jeweils sich die relevanten Informationen befinden. Insgesamt mussten zwei Internetseiten mit einem Lesezeichen versehen werden.

3. Kapitel

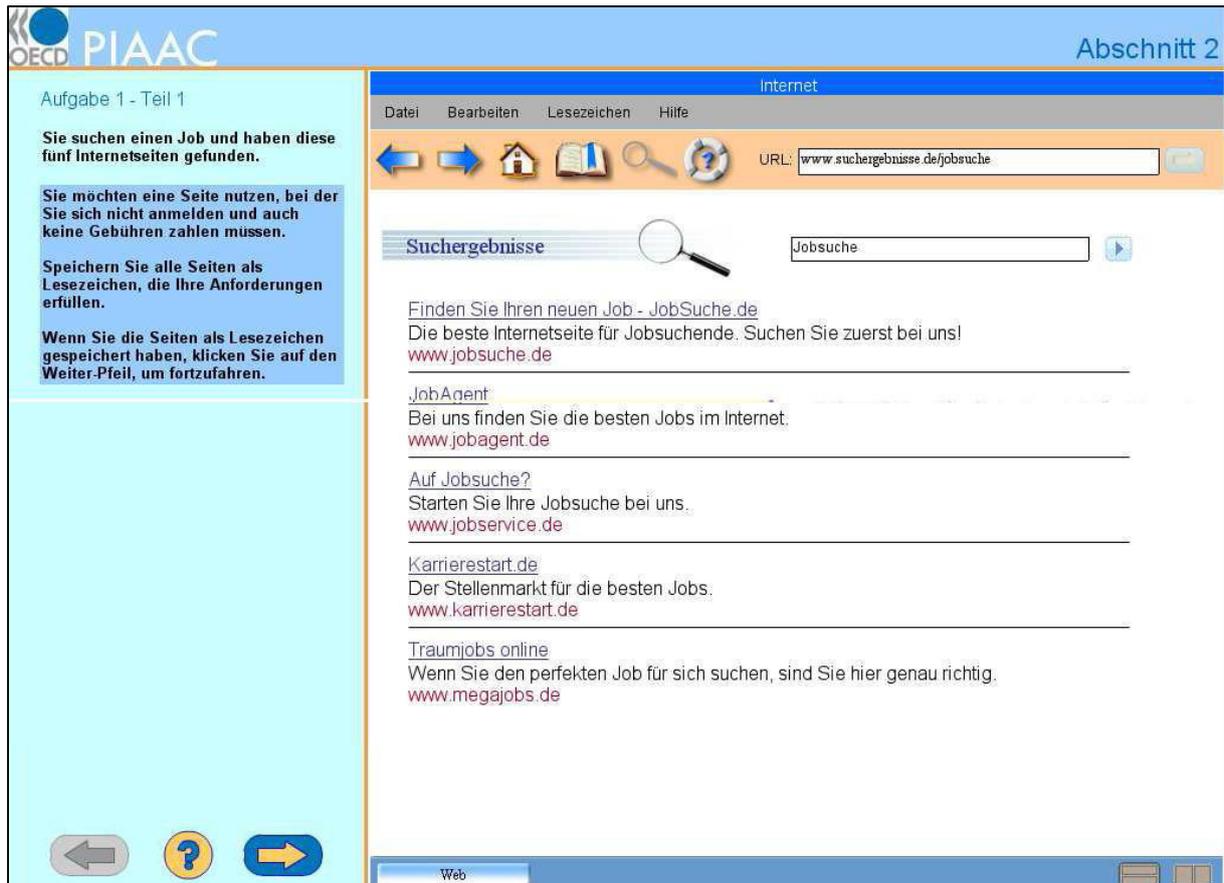


Abbildung 3.3. Beispielaufgabe technologiebasiertes Problemlösen

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse der PIAAC-Studie

Für die Teilnahme an der PIAAC-Studie sollten pro Land jeweils mindestens 5000 Personen im Alter zwischen 16 und 65 Jahren zufällig ausgewählt und circa eineinhalb bis zwei Stunden getestet und befragt werden. In Deutschland wurden 5400 Interviews realisiert und somit eine Beteiligungsquote von 55 Prozent erreicht. Die PIAAC-Studie ist als internationale Studie angelegt und als solche können die Ergebnisse dieser Studie sowohl aus nationaler sowie auch aus internationaler Perspektive betrachtet werden.

Kurzzusammenfassung des internationalen Berichtes

Im Folgenden werden die Ergebnisse der PIAAC-Hauptstudie zusammengefasst (OECD, 2013a). In den meisten Teilnehmerländern gibt es einen bedeutsamen Anteil an Personen, die

3. Kapitel

nur geringe Kompetenzniveaus in allen drei Kompetenzen erreichen, wobei der Anteil zwischen fünf Prozent und 32 Prozent variiert. Im technologiebasierten Problemlösen lag der Anteil der Personen im höchsten Kompetenzniveau lediglich bei drei bis neun Prozent. Kompetenzunterschiede könnten beispielsweise auf unterschiedlich gute Bildungsverläufe zurückgeführt werden, wobei Personen mit einem höheren Bildungsabschluss im Mittel 36 Lesekompetenzpunkte mehr erreichten, als Personen mit einem mittleren Bildungsniveau. Auch erreichen Personen mit Migrationshintergrund in allen Teilnehmerländern und in allen Kompetenzkonstrukten im Mittel geringere Kompetenzwerte, als Personen ohne Migrationshintergrund. Zudem ist das Alter eine bedeutsame Einflussgröße, denn ältere Erwachsene erreichten zumeist geringere Kompetenzwerte als jüngere Teilnehmer. Hier jedoch zeigen sich große Unterschiede zwischen den Teilnehmerstaaten und der Ausmaße der Generationenunterschiede. Dies könnte darauf hindeuten, dass kulturelle und politische Rahmenbedingungen Einfluss auf den Kompetenzerwerb und -erhalt über die Lebensspanne hinweg haben. Aber auch das Geschlecht steht in einem Zusammenhang mit dem erreichten Kompetenzniveau, denn männliche Teilnehmer erreichten im Mittel höhere Kompetenzniveaus in alltagsmathematischer Kompetenz sowie im technologiebasierten Problemlösen als Frauen. Jedoch sind diese Unterschiede nicht stabil und können durch andere Personeneigenschaften erklärt werden. Zudem sind Geschlechterunterschiede in jüngeren Personengruppen nur noch sehr gering.

Der Erhalt, aber auch der Verlust von Kompetenzen über die Lebensspanne ist von unterschiedlichen Faktoren abhängig. So sind zunächst biologische Alterungsprozesse relevante Faktoren und könnten Kohortenunterschiede erklären. So können die Daten der PIAAC-Studie einen Mittelwertsunterschied in Kohorten belegen. Demnach erreicht das Kompetenzniveau ein Hoch bei Personen von circa 30 Jahren und nimmt für ältere Personen fortan ab. Einschränkend muss hier ergänzt werden, dass es sich um eine querschnittliche Studie handelt und epochenspezifische Einflüsse oder tatsächliche biologische Verläufe nicht berücksichtigt werden können (Bortz & Döring, 2005). Dennoch sollte über diese Kompetenzunterschiede gesagt werden, dass sie zu einer Diskrepanz der Teilhabemöglichkeiten von Älteren und Jüngeren führt. Hier könnten formelle Lerngelegenheiten und Weiterbildungen dazu verhelfen Kompetenzen über die Lebensspanne zu erhalten und weiterzuentwickeln. So gibt es auch Zusammenhänge zwischen (Weiter-) Bildungsmaßnahmen und den Kompetenzkonstrukten der PIAAC-Studie. Aber auch domänenspezifische, informelle Lerngelegenheiten, die sowohl im Alltag, als auch im Beruf vorkommen, stehen in einem Zusammenhang mit den in der PIAAC-Studie gemessenen

3. Kapitel

Kompetenzen und können einen positiven Einfluss auf diese haben, auch wenn der Bildungsabschluss berücksichtigt wird.

Als Leistungsdispositionen verstanden, können Kompetenzen auch weitgehend Einfluss auf Teilbereiche des alltäglichen Lebens haben. Die Kompetenzen der PIAAC-Studie stehen so auch in Verbindung mit dem beruflichen Erfolg. So kann ein Zusammenhang zwischen den erreichten Kompetenzniveaus und der Teilhabe am Arbeitsmarkt und der erreichten Gehaltshöhe belegt werden. Auch stehen die in PIAAC gemessenen Kompetenzen in einem Zusammenhang mit sozialen sowie gesundheitlichen Wohlbefinden. So sind unzureichende Lesekompetenzen mit einer höheren Wahrscheinlichkeit assoziiert, von einem schlechten gesundheitlichen Zustand zu berichten. Allerdings sind geringe Lesekompetenzen auch mit einer niedrigen Teilnahme an Vereinen oder freiwilligem Engagement, Interesse an Politik und vertrauen seltener auf andere Personen.

Kurzzusammenfassung der deutschen Studienergebnisse

Die nationale Berichtslegung fokussiert zunächst auf den Vergleich der erreichten Kompetenzniveaus national zum erreichten OECD Mittelwert. So erreichten Erwachsene in Deutschland im Mittel 270 Lesekompetenzpunkte und damit zwar signifikant, aber nur gering weniger Lesekompetenzpunkte, als im OECD Durchschnitt von 273 Punkten. In Bezug auf die Verteilung der erreichten Kompetenzwerte fällt in der deutschen Stichprobe auf, dass vor allem die unteren Kompetenzbereiche überrepräsentiert sind. So erreichten die 25 Prozent der Personen mit den geringsten Kompetenzniveaus im Mittel 6 Kompetenzpunkte weniger, als der OECD Schnitt. Für die alltagsmathematische Kompetenz ergab sich ein Mittelwert von 272 Kompetenzpunkten in Deutschland, der leicht, aber signifikant über dem OECD Mittel von 269 Kompetenzpunkten lag. Im Gegensatz zur Lesekompetenz konnten hier die Unterschiede auf die vergleichsweise gut vertretene Personengruppe im oberen Kompetenzbereich zurückgeführt werden. Hier erreichten die Leistungsstärksten 25 Prozent der Teilnehmergruppe im Mittel 5 Kompetenzpunkte mehr als der entsprechende OECD-Durchschnitt (Rammstedt, 2013).

Technologiebasiertes Problemlösen konnte definitionsbedingt ausschließlich computerbasiert erhoben werden und die Aufgaben konnten somit nur durch Personen mit hinreichenden Computerkenntnissen bearbeitet werden. Daher können keine Mittelwerte für die Gesamtbe-

3. Kapitel

völkerung geschätzt werden und die Berichterlegung stützt sich auf die Beschreibung von Bevölkerungsanteilen, in Bezug auf das Erreichen einer der drei Kompetenzstufen. 81 Prozent der deutschen Stichprobe nahmen an der Kompetenzmessung zum technologiebasierten Problemlösen teil und somit mehr als im OECD Mittel von 76 Prozent. In der deutschen Teilnehmer-schaft verfügten 45 Prozent über geringe (Stufe I oder weniger), 29 Prozent über mittlere (Stufe II) und sieben Prozent über hohe (Stufe III) technologiebasierte Problemlösekompetenzen. Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit den OECD Mittelwerten.

Die zuvor international berichteten Kompetenzunterschiede finden sich zum Teil auch in der deutschen Bevölkerung wieder und sollen für die nationale Stichprobe beschrieben werden. Bestimmte Bevölkerungsgruppen unterscheiden sich in ihren Grundkompetenzen und am deutlichsten sind diese Unterschiede für den formellen Bildungshintergrund. Weitere Personen-gruppen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer erreichten Kompetenzniveaus (im folgenden Migra-tionshintergrund, Geburtskohorten und Geschlecht). Im Durchschnitt erreichten Personen mit einem Hauptschulabschluss circa 75 Punkte weniger, als Personen mit einem Hochschulab-schluss. Zudem konnte gezeigt werden, dass Personen, die nach der Hauptschule einen weiteren Schulabschluss erworben haben, höhere Kompetenzniveaus erreichten. Mehr als die Hälfte der Personen ohne Schulabschluss erreichten maximal die erste Kompetenzstufe und sind folglich lediglich dazu in der Lage, sehr einfache, elementare Aufgaben zu bewältigen. Zudem ist hier bedenklich, dass so geringe Lesekompetenzen die Teilhabe am Arbeitsmarkt und an Bildungs-möglichkeiten einschränkt und die Wahl des eigenen Bildungswegs durch die elterliche Bildung stark beeinflusst wird. Folglich sind Aufstiegsmöglichkeiten gefährdet und die Teilhabe an der Gesellschaft nicht gleichermaßen möglich.

In fast allen Ländern haben Personen mit Migrationshintergrund im Durchschnitt gerin-gere Kompetenzwerte als Personen ohne Migrationshintergrund. Im Vergleich OECD Mittel ist die Differenz in Deutschland nur etwa halb so groß. Im technologiebasierten Problemlösen er-reichten Personen mit nicht-deutscher Muttersprache mit 13 Prozent vergleichsweise selten das zweite oder dritte Kompetenzniveau. Aber auch bei den Geburtskohorten gibt es Unterschiede, wonach jüngere Personen höhere Kompetenzwerte erreichten als ältere Personen. Diese sind in Deutschland insbesondere für die Gruppe der 45-65 Jährigen zum Nachteil. Schließlich unter-scheiden sich die Kompetenzwerte der Personen nach ihrem Geschlecht, wobei hier die Unter-schiede nur marginal sind. Demnach erreichen Männer in Deutschland im Mittel höhere all-tagsmathematische (17 Punkte) und Lesekompetenzen (5 Punkte).

3. Kapitel

Der Feldtest der PIAAC-Studie in Deutschland, der in den Jahren 2011 und 2012 erhoben wurde, hatte ebenfalls Analysen angestoßen. So konnte gezeigt werden, dass sich Personen hinsichtlich ihrer Bearbeitungszeiten unterscheiden und hieraus auch Implikationen auf die Wechselwirkung von individuellen Kompetenzen und aufgabenspezifischen Eigenschaften hervorgehen (Goldhammer, et al., 2014). So unterscheidet sich der Zusammenhang zwischen der Zeit die auf einer Aufgabe verbracht wurde und der Lösungswahrscheinlichkeit dieser Aufgabe innerhalb der Lesekompetenz und dem technologiebasierten Problemlösen. Eine nicht zu vernachlässigende Rolle im technologiebasierten Problemlösen spielen die Aufgabeneigenschaften, wie beispielsweise die Zahl von Navigationsschritten, die eine Aufgabe erfordert, in einem positiven Zusammenhang mit der Lösungswahrscheinlichkeit steht (Naumann, Goldhammer, Rölke, & Stelter, 2014).

4. Routinen sind Teil eines technologiebasierten Lösungsprozesses

Der technologische Wandel der letzten Dekaden hat den Alltag in der Informationsgesellschaft wesentlich verändert. In der Informationsgesellschaft, als eine Teilfacette des gemeinsamen Zusammenlebens, wird die Information als ein ökonomisches Gut angesehen. Das geschriebene und gesprochene Wort kann in bestimmten Berufen zentrales Produkt oder Outcome für Wissenschaft, Politik, Kultur und Wirtschaft werden (Beniger, 1986). Hier wird nicht nur der Quantität von Informationen eine besondere Bedeutung gewidmet, sondern auch die Qualität spielt eine wesentliche Rolle. Nur wenn Informationen für Personen sinnvoll und relevant sind, geben sie Gestaltungsmöglichkeiten (Fischer & Konomi, 2007). Wie Personen in einer solchen Gesellschaft Informations- und Kommunikationstechnologie verstehen, zu nutzen lernen und damit (zusammen-) arbeiten, ist eine im Wesentlichen noch offene Forschungsfrage (Pea, 2004). Die gesellschaftlichen Entwicklungen durch die Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologie erfordern pädagogische Konzepte, um Menschen auf Veränderungen einzustellen (Mumford, 1987). In einer Informationsgesellschaft hat der Wandel von Informations- und Kommunikationstechnologien einen Einfluss auf das Zusammenleben, aber auch auf die Kompetenzentwicklung von Menschen. Sowohl intra- als auch internationale Unterschiede im Zugang zu und in der Kompetenz beim Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie werden mit dem Begriff der „Digital Divide“ bezeichnet (Norris, 2001; OECD, 2000; Wilhelm, 2003). Diese Kompetenzen sind, besonders im heutigen Alltag von Erwachsenen, Faktoren, die wirtschaftlicher und auch sozialer Exklusion entgegenwirken (Norris, 2001). Der Zugang zu Informations- und Kommunikationstechnologie ist kein Luxus mehr, sondern vielmehr essenziell für die effektive Kommunikation sowohl im Alltag als auch im beruflichen Leben.⁶ Im Sinne eines lebenslangen Lernen (Lifelong Learning; Gardner, 1991) entwickelt

⁶ Aus diesem Auseinanderdriften einzelner Gruppen in der Gesellschaft resultiert auch die „Digital Generation Gap“, welche für die Differenzen zwischen Generationen im Zugang und Wissen um Technologie steht (Fieldhouse & Nicholas, 2008). Hier werden Personen entweder der Generation der „digital natives“ oder jener der „digital immigrants“ zugeordnet.

4. Kapitel

sich Wissen in jedem Alter weiter: Neues Wissen kann hinzugewonnen und bestehendes erweitert werden (Fischer & Sugimoto, 2006). Entwicklungen, vor allem in technologiebasierten Umgebungen erfordern Weiterbildungen wie zum Beispiel Tabellenkalkulationsschulungen. Das Nutzen von Formelfunktionen kann autodidaktisch selbst erlernt werden oder in einer gezielten Weiterbildung zu einem vertrauten und später auch routinierten Umgang führen. Solch eine Initiative erfordert jedoch zumeist ein spezielles Interesse an der Software und wahrscheinlich einen professionellen Nutzungshintergrund. Die Nutzung von Werkzeugen der Informations- und Kommunikationstechnologie soll nicht nur zur sturen Übertragung von Problemen in eine digitale Umgebung dienen, sondern ein Überdenken von Problemen, ihre Entstehung und Lösung ermöglichen (Fischer & Konomi, 2007). So birgt dies auch Herausforderungen an Bildung und Lernen im 21. Jahrhundert.

Die Informations- und Kommunikationstechnologie können für private oder berufliche Zwecke genutzt werden, aber auch immer neue Herausforderungen für den Nutzer bergen. Solche Probleme zu lösen, die einzig durch die Verfügbarkeit von neuer Informations- und Kommunikationstechnologie existieren, kann als einer der komplexesten und anspruchsvollsten Aspekte menschlichen Denkens betrachtet werden (Newell & Simon, 1972). Nach Mayer (1994) zeichnen sich Problemlösetests durch folgende Merkmale aus:

„[...] if the focus is on the process of problem-solving, then the test items may assess processes such as how the problem-solver represents the problem, plans a solution, and monitors progress toward solving the problem. [...] tests can present a series of short items measuring separate skills in isolation or can require the problem-solver to engage in higher-level problem-solving on a realistic task in which various skills must be integrated. [...] nonroutine problems that require the problem-solver to invent a novel solution. [...] Furthermore, the creation of tasks that can change in response to the test taker's actions, such as a hands-on situation or an interactive videodisk system, allow for a performance test to be viewed as an example of dynamic assessment (Campione & Brown, 1987; Feuerstein, 1979).” (Mayer, 1994, S. 4730)

4. Kapitel

Diese Merkmale können in vier zentrale Kriterien für die Bildung eines Problemlösetests überführt werden.

- „(1) den Bearbeiter mit neuartigen (non-routine) Problemen konfrontieren, die ihm abverlangen, eine neuartige Lösung zu generieren;
- (2) realistische Aufgabenstellungen beinhalten, die anspruchsvolle Denkopoperationen (higher-level problem solving) sowie eine Integration unterschiedlicher Fähigkeiten erfordern;
- (3) kognitive Prozesse und Strategien fokussieren und nicht die Produkte des Problemlöseprozesses;
- (4) auch Aufgaben einschließen, die sich in Abhängigkeit von den Reaktionen des Bearbeiters verändern (dynamic assessment), wie beispielsweise praktische Aufgaben oder interaktive videogestützte Systeme.“ (Klieme, Leutner, & Wirth, 2005, S. 8)

Im Zusammenhang mit Informations- und Kommunikationstechnologien erfordert die Lösung zumeist eine systematische Definition von Teilzielen sowie eine strukturierte Planung von Aktionen um diese Ziele zu erreichen. Relativ zeitintensive oder komplexe Probleme können nur mittels eines Lösungsprozesses gelöst werden (siehe Beispiel im Abschnitt 4), der sich in technologiebasierten Problemen meist durch nicht lineare Verknüpfung von Informationen (auch Hypertext, siehe Naumann, Richter, Christmann, & Groeben, 2008) auszeichnet. Die Informationsgenerierung im Hypertext kann zu Desorientierung und kognitiver Überlastung führen (Rouet, 2006). Gerade wegen dieser Komplexität von generellen Problemen und insbesondere technologiebasierten Problemen ist nicht nur die Lösung, sondern auch der Lösungsweg eines Problems relevant (Mayer & Wittrock, 1996). Probleme können unterschiedlich schwierige und zeitintensive Teilziele haben und sich in der Anzahl nötiger Interaktionen unterscheiden (Funke & Frensch, 2007). Unterschiede in diesen Teilschritten sind vielfältig: Ein Problem kann aus Teilschritten bestehen, die sehr schnell bearbeitet werden müssen, oder sehr zeitintensiv sind. Auch kann ein Teilschritt kognitiv anspruchsvoll sein und somit komplizierte Überlegungen mit dem Ziel der Lösung des Problems erfordern. Andere wiederum bedürfen keiner solcher komplexen kognitiven Leistungen, sondern sind relativ leicht zu lösen. Folglich kann es in der Lösung technologiebasierter Probleme auch Teilschritte geben, die durch Erfahrungen bereits geübt wurden und demnach auch als Routinen zur Lösung beitragen. *Ziel in diesem Kapitel ist die folgende leitende Hypothese zu prüfen: Unterschiede im Lösen von technologiebasierten*

4. Kapitel

Problemen lassen sich auch auf erlernte Routinen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie im Lösungsprozess zurückführen. Somit werden hier die erste und die zweite Leithypothese fokussiert (siehe Kapitel 1): (1) Routinen sind ein Bestandteil eines Bearbeitungsprozesses im technologiebasierten Problemlösen und (2) Kohorten unterscheiden sich im technologiebasierten Problemlösen.

Dieses erste Ergebniskapitel dieser Arbeit gliedert sich wie folgt: In den folgenden Abschnitten werden besondere Herausforderungen für älteren Personen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien beschrieben, die sich durch die schnelle Entwicklung dieser Technologie ergaben (Abschnitt 4.1). Im zweiten Abschnitt werden Überlegungen angeführt, welche die Bedeutung von Routinen oder Automatisierung in Problemlösesituationen beschreiben (Abschnitt 4.2). Hieraus leiten sich Hypothesen ab, die im dritten Abschnitt aufgeführt werden (Abschnitt 4.3). Im darauf folgenden vierten Abschnitt wird die Stichprobe beschrieben mit der die Hypothesen geprüft werden (Abschnitt 4.4). Hierfür wird auch ein besonderer Fokus zunächst auf die Stichprobenbeschreibung, dann auf die Indikatoren und letztlich auf die Datengenerierung gelegt. Des Weiteren werden zwei Methoden, logistische Regressionen und Erklärende Item Response Modelle, beschrieben. Im fünften Abschnitt die Ergebnisse dargestellt (Abschnitt 4.5). Abschließend werden die Ergebnisse zusammengefasst und diskutiert (Abschnitt 4.6).

4.1 Kompetenzen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien im Generationenvergleich

Die oben ausführlich beschriebene rasante Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien hat die deutsche Gesellschaft maßgeblich verändert, insbesondere in der Art der Kommunikation, Zusammenarbeit und Organisation (Beniger, 1986). Personen, die diesen Wandel miterlebt haben, wurden in unterschiedlichen Etappen ihres Lebens mit verschiedenen kritischen Positionen über die Nützlichkeit und Notwendigkeit dieser Entwicklung konfrontiert. Diese Kritik ist fortwährend von Bedeutung und insofern wird der verantwortungsbewusste und zielorientierte Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien als eine Kompetenz angesehen (Hapke, 1999; Jenkins, Clinton, Purushotma, Robison, & Weigel, 2009). Im

4. Kapitel

Zuge dieser Technologisierung wurden verschiedene Kompetenzkonstrukte entwickelt, wie zum Beispiel das der Informationskompetenz (Hapke, 1999), der Medienkompetenz (Baacke, 1997) und der Digitalkompetenz (Digital Literacy; Jenkins, Clinton, Purushotma, Robison, & Weigel, 2009). Zur Beschreibung der alltäglichen Problemlagen von Erwachsenen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien und individueller Unterschiede im Erfolg, solche Probleme zu lösen, eignet sich das Kompetenzkonstrukt des technologiebasierten Problemlösens (OECD, 2013; siehe Kapitel 3). Dieses fokussiert die grundlegenden Fähigkeiten und Fertigkeiten im zweckgebundenen und zielführenden Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien, wobei die Lösung alltäglicher Informationsprobleme im Mittelpunkt steht. Hier wurde bereits festgestellt, dass ältere Personen deutlich schlechtere Ergebnisse erreichten als jüngere. In Deutschland erzielten weniger als 20 Prozent der Teilnehmer der computerbasierten PIAAC-Hauptstudie im Alter von 55-65 Jahren eine der zwei höchsten Kompetenzstufen, wohingegen es bei den jüngeren Teilnehmern im Alter von 16-24 Jahren mehr als 50 Prozent waren (für die Beschreibung der Kompetenzstufen und Ergebnisse der PIAAC-Studie Kapitel 3). Aufgrund der oben beschriebenen rasanten Entwicklung ist es vorstellbar, dass ein zentraler Unterschied zwischen Kohorten die verfügbaren Lerngelegenheiten und damit zusammenhängend die erworbenen Routinen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien darstellen.

4.2 Problemlösung und Automatisierung

Im Problemlöseprozess werden kognitive Fähigkeiten in unterschiedlichen Anforderungssituationen für die Lösung von Teilschritten genutzt. Die jeweilige Anforderungssituation entscheidet über eine optimale Bearbeitungsstrategie (zum Beispiel durch routinierte Handlungsschritte). Der Fokus wird in diesem Teil der Arbeit auf automatisierbare Teilschritte gelegt, welche potentiell unter Zuhilfenahme von Routinen bearbeitet werden können. Die Definition von Teilschritten einer Problembearbeitung bietet die Möglichkeit, individuelle Lösungswege über Personen hinweg zu erfassen und zu beschreiben. Somit kann die Erklärung der Lösungswahrscheinlichkeit durch Modellierung dieser Prädiktoren verbessert werden (siehe Funke, 2010). Für eine optimale Lösung eines Problems nimmt ist die Verteilung von kognitiven Ressourcen über den Lösungsprozess eine wesentliche Rolle ein. Wird die Verteilung dieser Ressourcen

4. Kapitel

betrachtet, resultiert hieraus eine zusätzliche Möglichkeit individuelle Bearbeitungsstrategien beziehungsweise Problemlösekompetenzen zu beschreiben, die ergänzende Informationen zur Problemlösung enthält (Goldhammer, et al., 2014). Automatisierungen von kognitiven Prozessen entstehen durch Einübung von Abläufen einer Interaktion und basieren auf Repräsentationen im Langzeitgedächtnis, welche zur direkten Folge haben, dass diese kognitiven Prozesse beschleunigt werden (Van Merriënboer & Sweller, 2005). Kognitive Kapazitäten, die für die Lösung eines Problems benötigt werden, können entlastet werden, wenn Teilschritte durch automatisierte Prozesse gelöst werden (Ericsson & Kintsch, 1995; Sweller, 2003; 2004). Informationsprobleme in einer technologiereichen Umgebung beinhalten nicht nur anspruchsvolle Teilschritte die abstraktes Denken (higher-order thinking) beanspruchen oder die Generierung neuer Lösungen, sondern auch basale Teilschritte, die wahrscheinlich automatisiert werden können. Stelter und Kollegen (2015) argumentieren, dass die Zeit, die auf automatisierbaren Teilaufgaben verbracht wird, einen negativen Effekt auf die Lösungswahrscheinlichkeit der Gesamtaufgabe hat, da diese Zeiten inverse Indikatoren für Automatisierungen sind.

Beruft man sich auf Anderson und Lebiere (1998) wird Wissen in drei Phasen automatisiert. In der ersten, der *kognitiven Phase*, bilden Menschen eine deklarative Enkodierung, das heißt, eine individuelle Erklärung des jeweiligen Sachverhaltes, aus. Fakten werden folglich ins Gedächtnis eingepreßt, die für die entsprechende Fertigkeit von Bedeutung sind. Hier beginnt auch die Anlage von Wenn-Dann Regeln oder auch Produktregeln, die jedoch nur langsam und fehlerträchtig angewendet werden. In dem Kontext von technologiebasierten Problemen würde dies beispielsweise bedeuten, dass Wissen über die Darstellungsweise und Funktion von Lesezeichenfunktionen vorhanden sind, deren praktische Nutzung jedoch noch nicht routiniert ist. Die zweite, sogenannte *assoziative Phase*, ist durch zwei Charakteristika gekennzeichnet. Zunächst werden Fehler im anfänglichen Problemverständnis aufgedeckt sowie eliminiert. Anschließend werden die einzelnen Elemente, die für die erfolgreiche Ausführung einer Tätigkeit erforderlich sind, stärker miteinander verbunden. In Bezug auf die Lesezeichenfunktion bedeutet dies, dass in dieser Phase das Wissen über ein digitales Lesezeichen angewendet und der Einsatz optimiert wird. Die dritte Phase ist die *autonome Phase*, in der die Prozedur durch zunehmende Übung immer weiter automatisiert wird. An dieser Stelle im Wissenserwerb können Lesezeichen automatisiert gesetzt werden und der Prozess läuft relativ schnell und fehlerfrei ab. An dieser Ausführung von Anderson und Lebiere (1998) wird deutlich, dass die Phasen einen Prozess darstellen, der unterschiedliche Grade der Automatisierung von prozeduralem

4. Kapitel

Wissen hervorbringt. Deklaratives Wissen wird als Faktenwissen verstanden, dass dazu dient über Informationen zu verfügen und diese den jeweiligen Kontexten zuzuordnen (siehe Anderson, & Lebiere, 1998). Werden diese Informationen zu Prozessen automatisiert, resultiert dies im sogenannten prozeduralem Wissen (Fitts & Posner, 1967). Prozedurales Wissen ist die Fähigkeit zur Umsetzung und Anwendung von Wissen bei der Lösung von Problemen und steht in einem nachgeordneten Verhältnis zu konzeptuellem oder deklarativem Wissen (Baroody, 2003; Canobi, Reeve, & Pattison, 1998; Rittle-Johnson, Siegler, & Alibali, 2001; Schneider, Rittle-Johnson, & Star, 2011). Prozedurales Wissen kann als Menge von Produktionsregeln (Wenn-Dann) aufgefasst werden, die automatisch ausgeführt werden, sobald die Wenn-Komponente einer Produktionsregel erfüllt ist (Anderson & Lebiere, 1998). Beispielsweise werden bei dem Fahrradfahren Routinen benötigt, wenn die Aufmerksamkeit von dem Pedal auf den Straßenverkehr übergehen soll. So würde hier eine Wenn-Dann-Komponente lauten: Wenn mein linkes Pedal oben ist, dann muss ich es mit dem linken Bein wieder runterdrücken. Tendenziell komplexer werden Routinen, wenn sie sich auf den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien beziehen (Beispiel siehe unten). Unterschiedliche Grade an Automatisierung können durch Übungsunterschiede entstehen (Schneider & Stern, 2010). Je höher der Grad an Automatisierung, desto weniger kognitive Anstrengung wird für die Lösung einer Teilaufgabe benötigt und desto mehr kognitive Kapazität steht für die Lösung der Gesamtaufgabe zur Verfügung (Ackerman, 1987, 1988, 2007; Fitts & Posner, 1967; Johnson, 2003; Schneider & Shiffrin, 1977).

Die kognitiven Verarbeitungsressourcen, beispielsweise das Arbeitsgedächtnis, können entlastet werden, wenn Informationen aus dem Langzeitgedächtnis abgerufen werden (Ericsson & Kintsch, 1995; Sweller, 2003, 2004). Kognitive Schemata ermöglichen diese Informationsgenerierung aus dem Langzeitgedächtnis; sie sind unterschiedlich komplex und unterschiedlich gut automatisierbar (Van Merriënboer & Sweller, 2005). Diese Schemata strukturieren und speichern Wissen und reduzieren dadurch den Aufwand für das Arbeitsgedächtnis. Potentiell automatisierbare Teilschritte eines Problems ermöglichen – auch in neuen Situationen – die Abrufung solcher Schemata (Van Merriënboer, Clark, & de Croock, 2002; Van Merriënboer, Kirschner, & Kester, 2003). In der Problembearbeitung bedeutet dies, dass weniger Zeit für bereits geübte Prozesse benötigt wird und die Testteilnehmer diese nicht mehr als Anstrengung wahrnehmen (Rittle-Johnson, Siegler, & Alibali, 2001). Die frei gewordenen kognitiven Kapazitäten stehen in der übrigen Testbearbeitung, insbesondere in Teilschritten mit komplexen

4. Kapitel

Probleminhalten, zur Verfügung. Durch die erworbenen Routinen können Arbeitsschritte durch Wissen über das Langzeitgedächtnis gelöst werden und erfordern keine zusätzlichen kognitiven Kapazitäten aus dem Arbeitsgedächtnis (Van Merriënboer & Sweller, 2005). Vice versa bedeutet dies, dass Teilaufgaben einer Problembewältigung, die potentiell auch mit Routinen gelöst werden können, die Problemlösung dann behindern, wenn kognitive Kapazitäten dafür mobilisiert werden müssen.

4.3 Hypothesen

Die Analyse des Bearbeitungsprozesses im Large-Scale-Assessment ist ein noch relativ neues Forschungsfeld. Während zu Prozessen auf der Makroebene, wie der bewussten Auswahl von Informationsbestandteilen in komplexen Hypertextumgebungen schon erste Ergebnisse und Erfahrungen vorliegen (OECD, 2011c), sind Prozesse der Automatisierung von Teilschritten auf der Mikroebene in Bezug auf die Bearbeitung von Testaufgaben, wie sie Large-Scale-Assessments verwendet werden, zum jetzigen Kenntnisstand noch vollständig unerforscht. In einem ersten Schritt sollen zwischen Kohorten Unterschiede in der Kompetenz, Probleme basierend auf Informations- und Kommunikationstechnologie zu lösen, gezeigt werden. In einem zweiten Schritt wird der zugrundeliegende Bearbeitungsprozess von technologiebasierten Problemen betrachtet und dabei insbesondere potentiell routinisierbare Teilschritte. Abschließend soll die Wechselbeziehung der beiden Einflussfaktoren (Kohortenzugehörigkeit und Automatisierung) von technologiebasierten Problemen untersucht werden.

(1) Zwischen den drei hier betrachteten Kohorten können unterschiedliche Lösungsraten im technologiebasierten Problemlösen erwartet werden, wobei beim Personen der ältesten Kohorte die geringste Lösungswahrscheinlichkeit aufweisen.

Aufgrund der Technologisierung in den letzten Dekaden ist anzunehmen, dass es zwischen verschiedenen Kohorten Unterschiede in der technologiebasierten Problemlösekompetenz gibt. Bereits bekannt sind die Unterschiede zwischen 16-25 Jährigen und 55-65 Jährigen in Bezug auf das Erreichen höherer Kompetenzstufen im technologiebasierten Problemlösen (OECD, 2013a). Personen, die 45 Jahre oder älter sind, konnte zwar nahezu die gesamte Entwicklung

4. Kapitel

und Verbreitung von moderner Technologie miterleben, aber in den lange zurückliegenden Lerngelegenheiten in Schule und Ausbildung spielte diese Technologie noch keine Rolle. Diese fehlenden Erfahrungen beeinflussen den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie und führen zu der Annahme, dass Personen mit wenigen, technologiebasierten Lerngelegenheiten – die also aus älteren Kohorten stammen – geringere Lösungsraten in der Bearbeitung von technologiebasierten Problemen haben als jüngere Personen. Zeigt sich der beschriebene Kohorteneffekt stützt dies die Annahmen der Testwertinterpretation insofern, als dass die Testwerte ein Kompetenzniveau beschreiben, das Resultat eines Technologieerlebens innerhalb einer individuellen Bildungsbiographie ist.

(2) Die für potentiell routinisierbare Teilschritte aufgewendete Zeit erklärt den Problemlöseerfolg und der Zusammenhang zwischen der Bearbeitungszeit routinisierbarer Teilschritte und der Lösungswahrscheinlichkeit ist negativ.

Verschiedene Bearbeitungsschritte im Problemlöseprozess erfordern passende Bearbeitungsmodi, beziehungsweise die Auswahl einer adäquaten Handlungsalternative. Durch die Selektion spezifischer Teilschritte des Bearbeitungsprozesses ergibt sich die Möglichkeit, Indikatoren für Routinen im Bearbeitungsprozess abzuleiten. So kann Automatisierung oder auch Routine in basalen und automatisierbaren Teilschritten, beispielsweise das Schließen eines Popups, Vorteile für die Problemlösung bedeuten. Für den Problemlöseprozess bedeutet dies, dass weniger Zeit für bereits geübte Prozesse benötigt wird und der Testteilnehmer diese nicht mehr als Anstrengung wahrnimmt (Rittle-Johnson, Siegler, & Alibali, 2001). Gerade weil diese Teilschritte bereits geübt wurden, werden kognitive Kapazitäten geschont und somit Arbeitsgedächtnisressourcen verfügbar (Ericsson, & Kintsch, 1995; Sweller, 2003, 2004). Letztere stehen damit verstärkt den kontrolliert zu erledigenden Teilschritten zur Verfügung.

(3) Ältere Personen lösen potentiell automatisierbare Teilschritte der Aufgabenbearbeitung langsamer und somit wird auch die Lösung der Gesamtaufgabe unwahrscheinlicher.

Bereits bekannt sind die Unterschiede zwischen jungen und alten Kohorten und deren Fähigkeit zur Bewältigung von technologiebasierten Problemen (OECD, 2013a). Offen ist hingegen die Frage, ob diese Unterschiede im Problemlöseerfolg durch unterschiedlich gut routinierte Bearbeitung der routinisierbaren Teilschritte entstehen. Ältere Menschen hatten zwar dieselbe oder

4. Kapitel

mehr Zeit mit der verfügbaren Technologie, aber nur wenige formelle Lerngelegenheiten mit Technologieanwendungen. Für die Lösung von technologiebasierten Problemen sollte dies bedeuten, dass ältere Personen die Probleme bearbeiten können, aber auch zusätzliche Anstrengungen für Teilschritte aufbringen müssen, die für jüngere Personen häufiger bereits Routinen sind.

4.4 Methoden

Zur Prüfung der prozessbezogenen Hypothesen werden Daten mit möglichst aufschlussreichen Prozessinformationen benötigt. Diese liegen in Form von Prozessdaten aus dem PIAAC-Feldtest vor. Im Folgenden soll zunächst die Stichprobe, danach die Indikatoren zur Hypothesenprüfung und abschließend der Prozess der Datenextraktion beschrieben werden. Zur Prüfung der ersten und dritten Hypothesen wurden generalisierte lineare Mischmodelle berechnet wobei die erste aufgestellte Hypothese zudem mit der deskriptiven Beschreibungen der gewonnenen Daten beantwortet werden kann. Die zweite Hypothese wurde mit logistischen Regressionen geprüft.

Stichprobenbeschreibung

Die Untersuchung der Hypothesen stützt sich auf Feldtest-Daten der PIAAC-Studie. Die PIAAC-Daten wurden in einem Multimatrixdesign erhoben, so dass die hier analysierten Daten eine Teilstichprobe der PIAAC darstellt. In Deutschland wurde lediglich Deutsch als Testsprache angeboten. Es handelt sich um eine geschichtete Stichprobe aus fünf Bundesländern, die 30 Prozent der bundesdeutschen Bevölkerung repräsentieren, die in einer Haushaltsbefragung erhoben wurden. Aus einer stratifizierten Zufallsstichprobe von Gemeinden wurden Personen ebenfalls zufällig ausgewählt, deren Geburtsdatum zwischen dem Juli 1944 und dem April 1994 lag. Die Aufgaben wurden dabei in einem Matrixdesign so angeordnet, dass nicht jeder Testteilnehmer jede Aufgabe bearbeiten musste. Aufgrund der unterschiedlichen Komplexität der Aufgaben der drei erhobenen Konstrukte (Lesekompetenz, alltagsmathematische Kompetenz und technologiebasiertes Problemlösen) hatten Testteilnehmer unterschiedlich viele Aufgaben

4. Kapitel

aus verschiedenen gemischten Booklets. Eine Person bearbeitete mindestens vier bis maximal zwölf Aufgaben zur Erfassung des Konstrukts technologiebasiertes Problemlösen. Insgesamt waren zwei Stunden für eine Testung vorgesehen. Aufgrund des Erhebungsdesigns konnten für diese Fragestellung die Daten von 297 Personen verwendet werden. Diese Personen waren im Mittel 38 Jahre ($SD = 13.5$) alt und befanden sich in einem Alter von 16 bis 65 Jahren. 27 Prozent ($N = 97$) dieser Teilnehmer hatten einen Abschluss im postsekundären Bildungssektor (Bachelor und Master) und 0.02 Prozent ($N = 7$) hatten einen Dokortitel (oder höherwertig). Die Mehrheit der Teilnehmer mit 54 Prozent ($N = 160$) hatten einen allgemeinen oder berufsbildenden Abschluss erworben. 15 Prozent der Teilnehmer ($N = 43$) hatten ihre Grundausbildung (noch) nicht abgeschlossen.

Variablen

Indikatoren von Routinisierung. Gerade weil Routinen automatisiert sind, ist es schwer diese zu verbalisieren oder bewusst zu kontrollieren (Rittle-Johnson, Siegler, & Alibali, 2001). Dies stellt eine Herausforderung für die Kompetenzmessung dar, da diese spezielle Form des Wissens nicht abfragbar ist. Sie kann jedoch anhand der Geschwindigkeit gemessen werden, mit der bestimmte, a priori definierte Teilschritte ausgeführt werden, die Automatisierungsprozesse zugänglich sind. Diese Teilschritte müssen aufgabenspezifisch identifiziert werden und können nur schwer über einen gesamten Test festgelegt werden. Dennoch besteht aufgrund der Struktur von Problemen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien die Möglichkeit ähnliche Arbeitsschritte zu verwenden.

Um ein besseres Verständnis für die Datenextraktion und -aufbereitung zu ermöglichen, wird im Folgenden eine veröffentlichte PIAAC-Feldtestaufgabe beschrieben (siehe Abbildung 4.1): In dieser Aufgabe wird der Testteilnehmer aufgefordert eine Internetseite aus einer Liste von Suchergebnissen auszuwählen. Dies soll nach zwei Kriterien geschehen: Die Internetseite soll weder eine Registrierung erfordern noch sollen Gebühren erhoben werden. Zur Lösung des Problems sollte der Testteilnehmer alle Internetseiten mit ihren jeweiligen Verknüpfungen und Folgeseiten betrachten, um die relevanten Informationen zu erhalten. Wählt er sich eine Ziel-Internetseite aus und entdeckt auch auf den Folgezeiten keine Hinweise auf Gebühren oder Registrierungsformulare, sollte er eine dieser Internetseiten mit einem Lesezeichen versehen. Aus dieser Schilderung des Bearbeitungsprozesses geht hervor, dass nach der zunächst erfolgten Selektion einer Ziel-Internetseite – ein kognitiv anspruchsvoller Teilschritt der Aufgabenbewältigung –

4. Kapitel

die Bewältigung einer basalen Aufgabe folgt, die aus dem Setzen eines Lesezeichens besteht. Hierfür wird ein Toolbarbutton oder ein Menüfeld geöffnet und anschließend ein Popup mit der Einstellungsbestätigung geschlossen. In diesem Beispiel wird angenommen, dass die Sequenz vom Bedienen des Toolbarbuttons bis zum Schließen des Lesezeichen-Popups hauptsächlich prozedurales Wissen erfordert und die dafür aufgewendete Zeit als Indikator für den Automatisierungsgrad gelten kann (Stelter, Goldhammer, Naumann, & Rölke, 2015). In den anderen nicht veröffentlichten Aufgaben muss eine Email verschoben beziehungsweise ein Popup geschlossen werden.

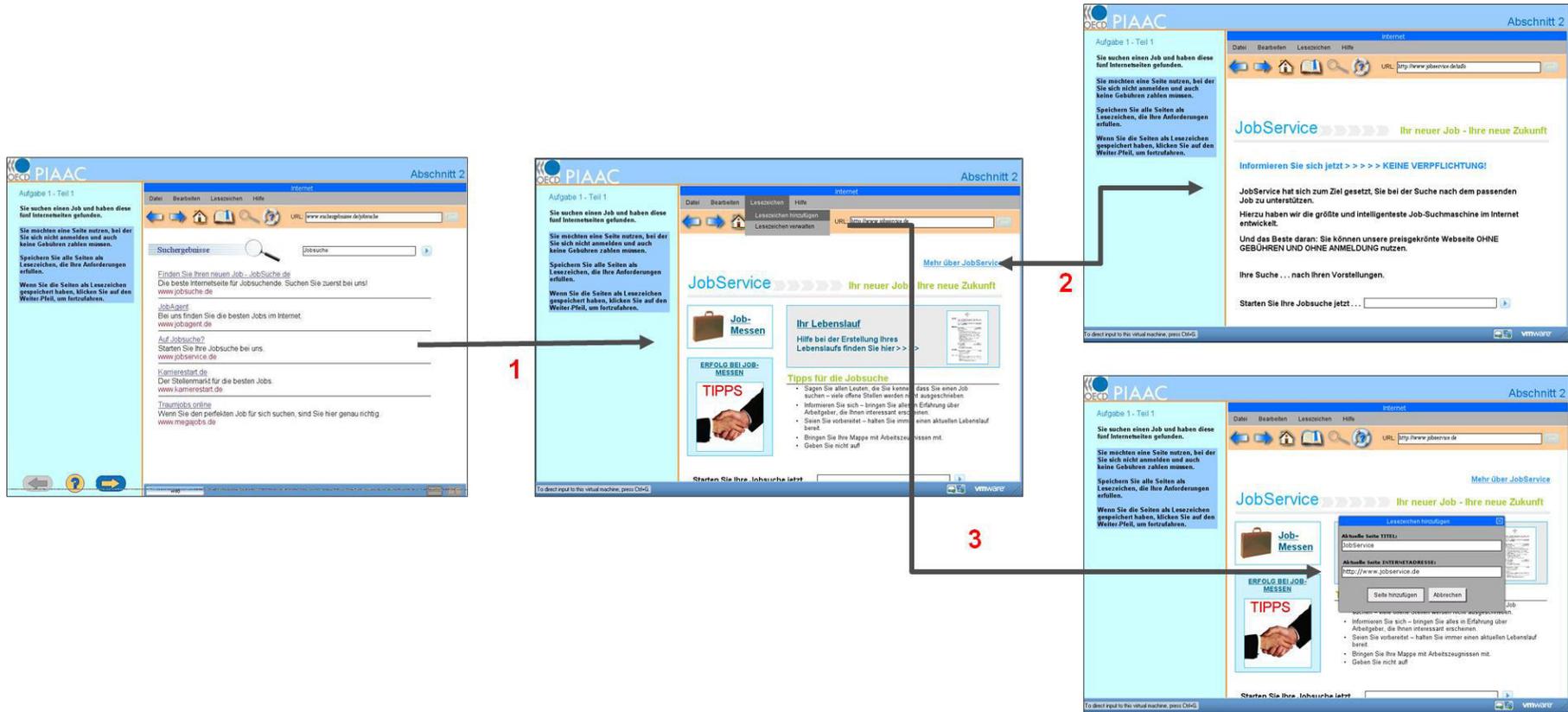


Abbildung 4.1. Lösungsweg der Beispielaufgabe technologiebasiertes Problemlösen

4. Kapitel

Indikator Kohortenzugehörigkeit. Die oben dargestellte historische Entwicklung, die in wenigen Dekaden das gesellschaftliche Zusammenleben maßgeblich verändert hat, stützt eine Aufteilung der Stichprobe in drei Kohorten (siehe Kapitel 2).

- Die erste und jüngste Kohorte (16-29 Jährige) zeichnet sich durch das Aufwachsen in einer technologiereichen Umgebung aus. So sind Personen dieser Kohorte mit Computern im privaten Umfeld und in der Schule aufgewachsen. Seit dem Jahr 2000 ist der Anteil der weltweiten Kommunikation über das Internet so groß, dass es einen wesentlichen gesellschaftlichen Stellenwert erhalten hat. So begleitete dieser Wandel die 16-29 Jährige während ihrer schulischen Ausbildung und auch während der Berufsausbildung beziehungsweise dem Studium (Eickelmann, Gerick, & Bos, 2014).
- Die zweite Kohorte (30-44 Jährige) erlebte den technologischen Wandel mit und konnten während ihrer schulischen Ausbildung von diesen profitieren. 1990 waren Computer und deren Textverarbeitungsprogramme fester Bestandteil des Alltags (Microsoft, 2013). Somit nutzen die 30-44 Jährige während ihrer Schul- und Ausbildungszeit wahrscheinlich einen PC, aber das Internet war noch nicht ausreichend verbreitet.
- Die dritte und älteste Kohorte (45-65 Jährige) kannte zum Zeitpunkt der schulischen Ausbildung einen Computer nur als schrankgroßes Gerät, dass vom Militär oder den Kommunikationsdiensten genutzt wurde. Die Verfolgung der Entwicklung des PC in Amerika und die Teilnahme an Computerferienlager waren zwei Möglichkeiten an diesem technologischen Wandel teilzunehmen, doch bedeutete dies hohen finanziellen Aufwand. Zudem unterscheiden sich die Nutzungsmöglichkeiten der Computer in den 1970er Jahren stark von den heutigen Nutzungsmöglichkeiten, die sich zum Teil auch zu Notwendigkeiten entwickelten (Fox & Fallows, 2003; Green, Felstead, & Gallie, 2000).

In den folgenden Analysen sollen Effekte der Kohortenzugehörigkeit geprüft werden, welche auf Basis der oben ausgeführten historischen Entwicklung gebildet wurden. So werden drei Kohorten verglichen: (1) 16-29 Jährige; (2) 30-44 Jährige; (3) 45-65 Jährige. Die Einteilung und Analyse dieser drei Kohorten führt aufgrund des querschnittlichen Forschungsdesignes immer zu einer Konfundierung von Kohorten- und Alterseffekten (Bortz & Döring, 2005). Durch die Festlegung auf einen Erhebungszeitpunkt und die Variierung des Alters der Testteilnehmer,

4. Kapitel

können Effekte durch Geburtskohorten (auch Generationen) nicht eindeutig von den Effekten des Alters getrennt werden.

Datenextraktion aus Logdaten und Datenaufbereitung

Vom Testsystem der PIAAC-Studie wurden automatisch Prozessdaten aufgezeichnet, welche für jede Aufgabe detaillierte Informationen über den Bearbeitungsprozess eines Testteilnehmers beinhalten. Hierzu gehört beispielsweise dass jeder Mausklick abgespeichert wird sowie die Elemente, die angeklickt wurden (Link, Menüregister oder ähnliches) und zu welchem Zeitpunkt dies geschah. Diese Daten geben Aufschluss über die Reihenfolge und Menge an verarbeiteter Information sowie die Herangehensweise bei der Aufgabenbearbeitung. Diese Daten eignen sich für das hier beschriebene Vorhaben im besonderen Maß, da sich aus den Prozessdaten auch kleinschrittige Sequenzen und in diesem Vorhaben besonders relevante automatisierbare Teilschritte betrachten lassen. Für diese Interaktionen mit dem Computer können die Bearbeitungszeit sowie weitere relevante Informationen entnommen werden. So können beispielsweise der Name der Zielseite, der Zeitpunkte der Bearbeitungsschritte, die Lösung der Teil- beziehungsweise der Gesamtaufgabe enthalten sein.

Die Extraktion der relevanten Bearbeitungszeiten aus den Prozessdaten erfolgte über den „PIAAC LogDataAnalyzer“. Dieses Tool liest Informationen aus unstrukturierten Prozessdaten aus und stellt sie tabellarisch dar. Hierbei können einzelne Teilschritte oder auch ganze Sequenzen von Teilschritten betrachtet werden. Die extrahierten Tabellen können mit regulärer Statistiksoftware weiterverarbeitet werden. Zur Extraktion der hier betrachteten Sequenzen wurden so genannte Trigger-Events vom PIAAC LogDataAnalyzer gesucht, welche die Sequenz einleiten und beenden. Dadurch wurde es möglich, sowohl die Zeit zwischen den zwei Events zu bestimmen, als auch die Anzahl an Aktionen, die zwischen diesen stattfand. Die extrahierten Daten wurden stichprobenartig auf Vollständigkeit und Korrektheit hin überprüft. Es wurden keine Abweichungen oder Fehler gefunden. Es wurden sechs Aufgaben mit automatisierbaren Teilschritten identifiziert, die von insgesamt 297 Personen bearbeitet wurden und, weil diese Teilschritte auch mehrfach durchgeführt werden konnten, wurden circa 3000 Interaktionen analysiert (für eine detailliertere Beschreibung der Interaktionen siehe Anhang A).

Für die hier analysierten Modelle ist das Logarithmieren der Bearbeitungszeiten sinnvoll (Fox, Klein Entink, & van der Linden, 2007), da somit die Schiefe der Verteilung kleiner

4. Kapitel

und Unterschiede zwischen Personen deutlicher wird. So erreichte die Schiefe der Verteilung der Bearbeitungszeit von automatisierbaren Teilschritten einen Wert von $v_{time} = 3.24$ vor und $v_{log(time)} = 0.79$ nach dem Logarithmieren (bei mehrfachen Ausführung des Teilschrittes in einer Aufgabe, wurde der Mittelwert der Bearbeitungszeit genommen). Zur Erleichterung der Interpretation der Bearbeitungszeit von automatisierbaren Teilschritten werden diese zentriert, sodass der Mittelwert der Verteilung aller Bearbeitungszeiten auf Null festgelegt, die ursprüngliche Verteilung aber nicht verändert wird.

Logistische Regressionen (GLM)

Mit Hilfe logistischer Regressionen wurden Zusammenhänge der einzelnen Indikatoren mit dem Lösungserfolg in der dazugehörigen Aufgabe geprüft. In den Modellen wird also die Lösungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von den Bearbeitungszeiten in den routinisierten Teilschritten modelliert. Eine logistische Regression beinhaltet folgende Komponenten (Nelder & Wedderburn, 1972):

$$\text{Logit}(P(Y = 1)) = \beta_1 * X + \beta_0 \quad (4.1)$$

Die abhängige, zu erklärende Variable Y ist zweistufig geordnet kategorial mit den Ausprägungen richtig und falsch (dichotom, siehe Formel 4.1). Hinzu kommt zumindest eine explanatorische oder unabhängige Variable X, wobei X die Variable ist, welche einen Teil der Varianz des Logit der Erfolgswahrscheinlichkeit erklären kann und β_1 Richtung und Stärke ihres Effektes beschreibt. Eine Linkfunktion (hier logit-Funktion) spezifiziert den Zusammenhang zwischen der erklärten und der erklärenden Komponente (Nelder & Wedderburn, 1972). In den nachfolgend berichteten Ergebnissen ist die abhängige Variable immer die Logit-transformierte Lösungswahrscheinlichkeit einer Person in einer Aufgabe. In einer logistischen Regression wird ebenfalls ein Interzept (β_0) geschätzt, welches den Achsenabschnitt der Ordinate bezeichnet, an dem die Regressionsfunktion diese schneidet und somit die Lösungswahrscheinlichkeit (Logit) angibt, die erzielt wird, wenn die unabhängige Variable einen Wert von Null aufweist.

Erklärende Item Response Modelle (generalisierte gemischte lineare Modelle)

Um die erste und dritte Hypothese zu testen werden generalisierte lineare Mischmodelle (GLMM) getestet (Baayen, Davidson, & Bates, 2008; De Boeck, et al., 2011; Doran, Bates,

4. Kapitel

Bliese, & Dowling, 2007). Hierbei werden die logit-transformierten Lösungswahrscheinlichkeiten mit Hilfe von festen und Zufallseffekten erklärt. Aufgrund des Matrixdesignes, das in der PIAAC-Studie angewendet wurde, beziehen sich die Lösungswahrscheinlichkeiten auf die Aufgaben einer Unit, die eine Person bearbeiten sollte und auch eine Bearbeitung begonnen hat. Von einem festen Effekt spricht man, wenn von diesem erwartet wird, dass er konstant über Einheiten beziehungsweise Gruppen hinweg gilt. Von Zufallseffekten wird dann gesprochen, wenn sich Effekte zwischen Einheiten beziehungsweise Gruppen, zum Beispiel Personen, oder Schulen, unterscheiden dürfen. Für die hier aufgestellte Hypothese werden Zufallseffekte variierend über Personen und Aufgaben sowie feste Effekte für die Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten und Kohorten berechnet. Ein solches Model kann auch als erklärendes Item Response Model beschrieben werden (De Boeck & Wilson, 2004). Zusätzlich wurden Effekte für das Geschlecht (männlich mit „1“ kodiert) und die Migrationserfahrung kontrolliert (siehe Anhang C). Die Migrationserfahrung wurde operationalisiert anhand der Frage nach dem Geburtsland (Geboren in Deutschland mit „1“ kodiert). Um dieses Modell zu berechnen wurde die R-Umgebung (R Core Team, 2012) mit dem Paket „lme4“ (Bates, Maechler, & Bolker, 2012) verwendet.

4.5 Ergebnisse

Technologiebasiertes Problemlösen kann, aufgrund des rasanten historischen Wandels nicht in allen Kohorten gleichermaßen gut ausgeübt werden

Für die Betrachtung der Unterschiede durch die Kohortenzugehörigkeit der ersten Hypothese folgend, wurde die Stichprobe in drei Altersgruppen unterteilt. Im Mittel wiesen Personen in der ältesten Kohorte im Alter von 45 bis 65 Jahren die geringste Lösungswahrscheinlichkeit mit 42 Prozent unter den hier ausgewählten Testteilnehmern auf (siehe Tabelle 4.1). Für jüngere Personen in etwa bis zu einem Lebensjahr von 30 Jahren ist es sehr wahrscheinlich, dass Informations- und Kommunikationstechnologien wesentlicher Bestandteil der formellen Bildung war. Hier gab es Computer bereits zum Zeitpunkt der formellen Bildung und die Bedeutung von Fort- und Weiterbildungen wurde bereits zu Beginn der Berufstätigkeit in diesem Bereich deutlich. Mit 54 Prozent hatte die Kohorte im Alter von 30 bis 44 Lebensjahren die höchste

4. Kapitel

Lösungswahrscheinlichkeit von technologiebasierten Problemen. Für unter 30-Jährige kann angenommen werden, dass sie zu einem großen Teil den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien in ihrer formellen Schulbildung geübt hatten und deshalb der reine Gebrauch keine Herausforderung mehr darstellen sollte. Sie erreichten eine Lösungswahrscheinlichkeit von 54 Prozent. Die Gruppierung dieser drei Kohorten teilte die Gesamtstichprobe in relativ gleich große Gruppen auf.

Tabelle 4.1

Kohortenbildung

	Alter			Gesamte Stichprobe
	16-29 Jahre	30-44 Jahre	45-65 Jahre	
Mittleres Gruppenalter	22.5	37.2	53.0	38.2
Lösungsrate in Prozent	53.5	53.9	41.7	48.0
Häufigkeiten (N)	92	103	102	297

Anmerkung. Anteil an Lösungen unter Berücksichtigung des Matrixdesigns

Zur Überprüfung der Signifikanz dieser Effekte und um mögliche Effekte durch Migrationserfahrung und Geschlecht zu kontrollieren, wurde ein generalisiertes lineares Mischmodell getestet (siehe Tabelle 4.2). Unter Kontrolle der Effekte von Geschlecht und Migrationserfahrung unterscheiden sich die Lösungswahrscheinlichkeiten zwischen den zwei jüngeren Kohorten, 16-29 und 30-45 Jahren, nicht signifikant. Ein signifikanter und negativer Effekt konnte hingegen für die älteste Kohorte gefunden werden. Während die Lösungswahrscheinlichkeiten von Personen zwischen 16-29 und 30-45 Jahren nur marginal unterscheiden, haben Personen der älteren Kohorte im Vergleich größere Schwierigkeiten Probleme technologiebasierte richtig zu lösen.

4. Kapitel

Tabelle 4.2

GLMM: Effekt der Kohortenzugehörigkeit auf die Lösungswahrscheinlichkeit im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 4.1	
	Feste Effekte	p-Wert
Interzept	0.56 (0.59)	n.s.
16-29 Jahre	-0.02 (0.24)	n.s.
45-65 Jahre	-0.51 (0.23)	.027

Anmerkung. Interzept = 30-44 Jahre. Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund

Routinen sind Teil einer Problemlösung im technologiebasierten Problemlösen

Im Fokus der zweiten Hypothesen standen die Routinen im Bearbeitungsprozess. Zur Messung von Routinen oder Automatisierung im folgenden Ergebnisabschnitt wurden drei Teilschritte identifiziert, die in insgesamt sechs Aufgaben gemessen wurden. Diese Teilschritte wurden als Indikatoren von Automatisierung so ausgewählt, dass sie, als ein Resultat vom geläufigen Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien, möglichst deutlich von anderen Prozessen einer Problemlösung getrennt werden können. Diese drei Teilaufgaben sind (1) Anlegen eines Bookmarks (Bookmark), (2) Schließen eines Popups (PopUp) und (3) Verschieben einer Email (Drag&Drop).

4. Kapitel

Tabelle 4.3

GLM: Effekte der Zeiten auf automatisierbaren Teilschritten auf die Lösungswahrscheinlichkeit im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Effekt β	p-Wert (einseitig)
U01a–Drag&Drop	-0.53 (0.32)	.045
U01b–Drag&Drop	-0.85 (0.31)	<.01
U07a–PopUp	0.01 (0.21)	n.s.
U10a–Bookmark	-0.38 (0.23)	.048
U10b–PopUp	-0.94 (0.31)	<.01
U11b–Drag&Drop	-0.38 (0.32)	n.s.

Anmerkung. Regressionen der Prädiktoren auf die Lösungswahrscheinlichkeit im technologiebasierten Problemlösen. Jede Zeile entspricht einer Regression. Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund

Die Ergebnisse der Regressionsanalysen der Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten zeigen wie erwartet einen negativen Effekt der Prädiktoren auf die Lösungswahrscheinlichkeit (siehe Tabelle 4.3). Bis auf eine Ausnahme sind alle Effekte negativ und in lediglich zwei Fällen sind sie nicht signifikant. Dies stützt die zweite Hypothese, nach der mehr Zeit auf einem dieser automatisierbaren Teilschritten für weniger Routinen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien steht und damit einhergehend auch eine geringere Lösungswahrscheinlichkeit assoziiert ist. Jeder der drei Prädiktoren hat in mindestens einer Aufgabe einen signifikanten Effekt auf die Lösungswahrscheinlichkeit der Gesamtaufgabe. Zum Beispiel wird die Bearbeitungszeit zum Verschieben einer Email (Drag&Drop) für beide Aufgaben des ersten Units (U01a und U01b) signifikant, hingegen nicht für die Unit 11b (U11b).

Routinen können Unterschiede zwischen Kohorten erklären

Unter dieser dritten Forschungshypothese sollen die Ergebnisse aus der vorhergehenden zwei Hypothesen verbunden und die Wechselwirkung von Kohortenzugehörigkeit und Routinen im

4. Kapitel

Bearbeitungsprozess von technologiebasierten Problemen betrachtet werden. Hierfür wurden mehrere generalisierte lineare Mischmodelle berechnet und verglichen. Im Mittel haben Personen der Jahrgangskohorten im Alter von 16-29 Jahren 2.98 Sekunden ($SD = 2.70$) für die Bearbeitung der automatisierbaren Teilschritte benötigt. Personen im Alter von 30-44 Jahren benötigten 3.72 Sekunden ($SD = 4.72$) für die Bearbeitung dieser Teilschritte. Damit haben sie den geringsten zeitlichen Aufwand benötigt. Die dritte Kohorte im Alter von 45-65 Jahren hat hier im Mittel 3.57 Sekunden ($SD = 2.45$) benötigt. Im zweiten Modell werden die Effekte der Bearbeitungszeit von automatisierbaren Teilschritten auf den Lösungserfolg geprüft (siehe Tabelle 4.4). Der negative Effekt zeigt, dass über alle Aufgaben hinweg mehr Zeit auf routinierbaren Teilaufgaben mit einer geringeren Lösungswahrscheinlichkeit assoziiert sind. Im dritten Modell werden beide Effekte gemeinsam getestet. Hier zeigt sich, dass der Effekt der Bearbeitungszeit stabil einen signifikanten und negativen Wert erreicht, wohingegen der Effekt durch die Kohortenzugehörigkeit keine statistisch signifikante Größe hat. Auch zeigt sich hier, dass Personen – ungeachtet ihres Alters – mit gut automatisierten Interaktionen gleiche Lösungswahrscheinlichkeiten erreichen. Dies deutet an, dass die fehlende Routine, die mit der Bearbeitungszeit gemessen wird, einen wesentlichen Anteil der Unterschiede zwischen Kohorten erklärt.

4. Kapitel

Tabelle 4.4

GLMM: Effekte der automatisierbaren Teilschritte und Kohortenzugehörigkeit auf die Lösungswahrscheinlichkeit im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 4.2		Modell 4.3	
	Feste Effekte	p-Wert	Feste Effekte	p-Wert
Interzept	0.45 (0.59)	n.s.	0.52 (0.56)	n.s.
Zeit auf routinierbaren Teilschritten	-0.50 (0.12)	<.01	-0.44 (0.12)	<.01
16-29 Jahre			-0.13 (0.23)	n.s.
45-65 Jahre			-0.42 (0.23)	n.s.

Anmerkung. Interzept = 30-44 Jahre. Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund

4.6 Zusammenfassung und Diskussion

Zusammenfassung

Die rasante Entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologie hat in den letzten Dekaden den Informationsaustausch in der Informationsgesellschaft maßgeblich beeinflusst und auch verändert. In wenigen Jahren wurde ein Großteil der Informationsübermittlung auf das Internet übertragen und andere Kommunikationswege verloren an Bedeutung. Dieser Fortschritt stellt die Nutzer aber auch vor Probleme, die auch relativ komplex sein können. Personen, die einen größten Teil ihrer bildungsbiographischen Lerngelegenheiten ohne Informations- und Kommunikationstechnologie bestritten hatten, zeigten in der PIAAC-Studie schlechtere Leistungen im Lösen technologiebasierter Probleme (Hypothese 1). Diese Probleme zu lösen bedarf nicht nur starker kognitiver Leistung, sondern auch in bestimmten Situationen eine routinierte Bearbeitung von basalen Teilschritten. Die hier berichteten Ergebnisse der Regressionsanalysen stützen diese Annahme (Hypothese 2). Die Bearbeitungszeiten von routinierbaren

4. Kapitel

Teilschritten hatten einen negativen Effekt auf die Lösungswahrscheinlichkeit und wurden somit als indikativ für die Routinen im Bearbeitungsprozess bewertet. Diese Teilschritte repräsentieren einen speziellen und homogenen Teil einer Problembearbeitung, der sich besonders durch seine Erlernbarkeit charakterisiert. In der abschließenden Zusammenführung wurden Effekte gemeinsam getestet und ein Einfluss durch die automatisierbaren Teilschritte gezeigt, der Kohorteneffekte aufklärt (Hypothese 3).

Diskussion

Die vorliegende Studie und die darin erzielten Ergebnisse machen einmal mehr deutlich, dass Prozessdaten innovative Möglichkeiten zur Untersuchung des Aufgabebearbeitungsprozess eröffnen. Teile der Aufgabebearbeitung können betrachtet und analysiert werden, die zuvor empirisch unzugänglich waren (Kreuter, 2013). In der Bildungsforschung ist die Nutzung von Prozessdaten (noch) wenig etabliert. Dies könnte sich in dem Moment ändern, in dem gezeigt werden kann, dass Prozessdaten sich nicht nur zur Erklärung von Leistungen in Kompetenztests heranziehen lassen, sondern auch für die Kompetenzdiagnostik selbst (Funke, 2010).

Die hier dargelegten Ergebnisse geben einen Hinweis auf die Gültigkeit der Interpretation der PIAAC-Daten als Indikator für Kompetenzen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien die bildungsbiographische Lernerfolge widerspiegeln. Die Testwerte des technologiebasierten Problemlösens bilden Kohortenunterschiede erwartungsgemäß ab und können auch zeigen, dass diese Kohortenunterschiede mit Unterschieden in der Problembearbeitung einhergehen. Ebenfalls konnte die besondere Bedeutung der automatisierbaren Teilschritte dargestellt werden, von denen erwartet wird, dass sie indikativ für Routinen stehen und somit die innere Struktur des Kompetenzkonstruktes belegen. Darüber hinaus erklären diese Routinen auch Kohortenunterschiede und können so als Beleg über nomologisches Netz des Konstruktes verstanden werden.

Kulturelle Einflüsse sowie Haltungen zur Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien, aber auch sozioökonomische Einflüsse können eine Person insofern, haben einen wesentlichen Beitrag dazu, ob und wann sie mit Computern oder Internet in Berührung kommt. Eine Prüfung von komplexen kulturellen Einflussfaktoren ist eher mit qualitativen Methoden möglich. Dennoch sollen im dritten Ergebniskapitel dieser Arbeit weitere Faktoren betrachtet werden, welche den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie

4. Kapitel

positiv beeinflussen könnten (siehe Kapitel 6). Des Weiteren wurden hier keine Moderationen überprüft, die beispielsweise durch logisches Denken oder Lesekompetenz Einflüsse der Bearbeitungszeit auf den Lösungserfolg erklären könnten. Denkbar ist auch, dass Personen mit guten Lesekompetenzen zielgerichteter und damit auch schneller technologiebasierte Probleme lösen. Im Weiteren sollte dargestellt werden, dass technologiebasiertes Problemlösen nicht ausschließlich auf Lesekompetenzen beruht, sondern als eigenständiges Kompetenzkonstrukt besteht (siehe Kapitel 5).

Die Bedeutung der Bearbeitungszeiten von routinisierbaren Teilschritten konnte mit dieser Arbeit gestützt werden. Während über den Effekt der Gesamtbearbeitungszeit der technologiebasierten Problemlöseaufgaben ist bereits bekannt, dass sie in einem positiven und einem negativen Bereich sowohl über Personenfähigkeiten als auch über Aufgabenschwierigkeiten hinweg variieren (Goldhammer, et al., 2014). Im Unterschied dazu wurden hier nahezu ausschließlich negative Effekte für die Bearbeitungszeiten von routinisierbaren Teilschritten gefunden, die nicht mit den zu erwartenden Effekten der Gesamtbearbeitungszeit vergleichbar sind. Folglich wird angenommen, dass diese Indikatoren indikativ für Routinen im Bearbeitungsprozess sind. Fehlende Routinen wirken sich negativ auf den Lösungserfolg in einem technologiebasierten Problem aus und ein zusätzlicher negativer Effekt durch eine Kohortenzugehörigkeit bleibt nicht bestehen. Dies könnte bedeuten, dass Personen, die älteren Kohorten angehören, geringere Lösungswahrscheinlichkeiten haben, weil sie über weniger Routinen verfügen. Wenige Lerngelegenheiten im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie in Lernintensiven Ausbildungsphasen könnten hierfür ursächlich sein. Die Bedeutung solcher Lerngelegenheiten sollen in dieser Arbeit ebenfalls betrachtet werden (siehe Kapitel 6).

**5. Technologiebasiertes Problemlösen ist eine eigenständige
Schlüsselkompetenz, die tendenziell außerhalb des formalen Bil-
dungssystems erworben wird**

Es ist die zentrale Aufgabe des Bildungssystems und seiner Institutionen, zentrale Kompetenzen zu vermitteln und so persönliche Zukunftsperspektiven zu ermöglichen und zu gestalten. Durch Bildung kann Kompetenzentwicklung entstehen (Kirsch, Jungeblut, Jenkins, & Kolstad, 2002; Konsortium Bildungsberichterstattung, 2006; OECD & Statistics Canada, 2000) und ein bedeutsamer Teil der Kompetenzentwicklung findet in der frühen institutionellen Bildung statt (Kirsch, Jungeblut, Jenkins, & Kolstad, 2002). Der Umgang mit Technologie, wie sie heute verwendet wird, war in vielen Bildungsverläufen kein Teil der frühen schulischen Bildung. Dies hat, wie in Kapitel 4 dargelegt, dazu geführt, dass je nach Kohortenzugehörigkeit Personen unterschiedliche Umgangsgewohnheiten mit Informations- und Kommunikationstechnologie erworben haben. Diese Kohortenunterschiede sind folglich charakterisierend für das technologiebasierte Problemlösen in der aktuell bestehenden Bildungslandschaft. Dennoch kann technologiebasiertes Problemlösen nicht positiv gelingen, wenn nicht auch grundlegendere Kompetenzen wie beispielsweise mathematische und Lesekompetenzen unterstützend im Lösungsprozess genutzt werden. Somit steht technologiebasiertes Problemlösen mit unterschiedlichen Kompetenzen in einer wechselseitigen Beziehung: Zum einen erfordert die Problemlösung mithilfe von digitalen Medien unterschiedliche Schlüsselkompetenzen, wie beispielsweise das Lesen oder den Umgang mit mathematischen Informationen, aber das technologiebasierte Problemlösen hat auch ein Förderpotential, welches diverse Informationen und Lösungsstrategien bietet, die in verschiedenen Kontexten benötigt werden.

Ein Ziel dieser Arbeit ist jedoch auch zu zeigen, dass technologiebasiertes Problemlösen eine eigenständige kohortenabhängige Schlüsselkompetenz ist die nicht schulisch erworben wurde. Hier werden drei der fünf Leithypothesen in den Fokus genommen (siehe Kapitel 1): So sollen gemäß der zweiten Leithypothese ein Kohorteneffekt im technologiebasierten Problemlösen dargelegt werden. In der dritten Leithypothese wird das technologiebasierte Problemlösen als Kompetenz beschrieben, die weniger in formellen, schulisch Lerngelegenheiten erworben wird und in der vierten Leithypothese als eigenständiges Kompetenzkonstrukt bestand hat. Hier werden Beziehungen oder nomologische Netze zwischen mathematischer und Lesekompetenz

5. Kapitel

sowie das technologiebasierte Problemlösen beschrieben, wobei angenommen wird, dass das Lesekonstrukt größere Ähnlichkeit mit dem technologiebasierten Problemlösen hat als mit mathematischer Kompetenz. Unterschiedliche Zusammenhangsverhältnisse des technologiebasierten Problemlösens im Vergleich zu Lese- und mathematischer Kompetenz sollten sich aber auch unter bestimmten Personeneigenschaften – wie beispielsweise der Kohortenzugehörigkeit und der schulischen Bildung – zeigen, was in den folgenden beiden Abschnitten ausgeführt wird. Vorab ist aber darauf hinzuweisen, dass im Folgenden der schulische Erwerb von Kompetenzen im Vordergrund steht und nicht das informelle Lernen, das im folgenden Kapitel 6 fokussiert wird. Im Folgenden wird zunächst technologiebasiertes Problemlösen als Schlüsselkompetenz beschrieben, die nicht in schulischen Lerngelegenheiten erworben wurde (Abschnitt 5.1). Hierfür wird insbesondere auf die Rolle der Lesekompetenz sowie der mathematischen Kompetenz unter Einbezug von Unterschieden durch Kohortenzugehörigkeit und formellen Bildungsabschluss eingegangen. In einem nächsten Schritt werden – den theoretischen Ausführungen folgend – Hypothesen abgeleitet (Abschnitt 5.2). Die Methode zur Hypothesenprüfung (Abschnitt 5.3) sowie ihre Ergebnisse (Abschnitt 5.4) werden weiterhin berichtet und abschließend zusammengefasst und diskutiert (Abschnitt 5.5).

5.1 Relation von formaler Bildung und Kompetenzen der Erwachsenen in einer technologiereichen Informationsgesellschaft

Kompetenzen werden nach Klieme und Leutner (2006, S. 879) als „kontextspezifische kognitive Leistungsdispositionen [verstanden], die sich funktional auf Situationen und Anforderungen in bestimmten Domänen beziehen“. Kompetenz bezieht sich folglich immer auf einen bestimmten, im Vorfeld definierten Kontext (beispielsweise das Geschriebene oder der Umgang mit Zahlen oder Größen). Sie befähigt eine Person dazu, in diesem Kontext aktiv zu werden und durch kognitive Anstrengungen Problemstellungen zu lösen (Rychen & Salganik, 2003; Rychen, 2004). Kontexte sind beispielsweise im Alltag aber auch im Schulunterricht nicht ohne Überschneidungen denkbar (beispielsweise das Lesen einer mathematischen Aufgabe). Kompetenzen, die in unterschiedlichen Kontexten verwendet werden können auch als Schlüsselkompetenzen bezeichnet werden. Unter Schlüsselkompetenzen werden Fähig- und Fertigkeiten verstanden, die es einer Person ermöglichen in diversen sozialen und gesellschaftlichen Kontexten

5. Kapitel

aktiv zu werden (Weinert, 1999). Diese Kompetenzen sind über viele verschiedene Bereiche des Alltags hinweg von Bedeutung und tragen zum Erfolg im persönlichen und gesellschaftlichen Leben bei (OECD, 2002). Eine große Anzahl dieser Schlüsselkompetenzen sind schulisch erworben und werden im Rahmen eines Lehrplans unterrichtet (Weinert, 1999). Zusätzlich zählen zu diesen Schlüsselkompetenzen auch solche weiteren Kompetenzen und enthaltene Fertigkeiten, die fächerübergreifend Bedeutung haben und dazu verhelfen Werkzeuge zu nutzen (Weinert, 2001).

Das technologiebasierte Problemlösen wird hier als eine solche Schlüsselkompetenz verstanden, da es zwar unter anderem von der Lesekompetenz abhängt, aber auch auf Fertigkeiten beruht, die den Umgang mit technologischen Werkzeugen betreffen (zum Beispiel generelle Computerfertigkeiten) und dadurch den Zugang zu verschiedenen digitalen Angeboten, Netzwerken und Informationsquellen ermöglicht (Weinert, 2001). Schlüsselkompetenzen können für verändernde, gesellschaftliche Bedingungen entwickelt und auch an bestehende Entwicklungen angepasst werden (Klieme, Leutner, & Wirth, 2005). Somit sind nicht-schulisch erworbene Schlüsselkompetenzen – ebenso wie die schulisch erworbenen Kompetenzen – für die Teilhabe an der bestehenden technologiereichen Informationsgesellschaft notwendig. Als Schlüsselkompetenz ist das technologiebasierte Problemlösen für einen fähigen Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie notwendig und ist inzwischen fester Bestandteil des Alltags (zum Beispiel für die Recherche und das Schreiben von Bewerbungen in der Arbeits- oder Wohnungssuche, Green, Felstead, & Gallie, 2000). Die so genannten „Life Skills“ oder Schlüsselkompetenzen (Weinert, 1999) sind zentral für die Beschreibung von individuellen Kompetenzniveaus und umfassen schulisch geförderte Kompetenzen, aber auch Kompetenzen um Werkzeuge zu nutzen. Zwei zentrale Aspekte unterscheiden das technologiebasierte Problemlösen von Schulisch geförderten Kompetenzen, die zum Beispiel im OECD Projekt Definition and Selection of Competencies (DeSeCo) und in vielen anderen Leistungsstudien untersucht wurden (OECD, 2009a): Im technologiebasierten Problemlösen wird zum einen das Setzen von Zielen und zum anderen das Überprüfen und Planen von Handlungen in typischen Problemsituationen mit technologischem Kontext benötigt (siehe auch Kapitel 2). Ähnlich zur Lesekompetenz beinhalten die Umgebungen dieses Anforderungsbereichs multiple und komplexe Quellen für Informationen, welche Testteilnehmer evaluieren müssen, um im Weiteren jeweils passende Software oder Informationsquellen auszuwählen (Beispiel siehe Kapitel 3).

5. Kapitel

Schulische Bildung und Kompetenzen im Erwachsenenalter

Technologiebasiertes Problemlösen ist aus historischer Perspektive erst jüngst zu einem relevanten Thema – wenn auch nicht eigenem Themengebiet oder Fach – in der formalen Bildung geworden. Hierfür trägt unter anderem die Verwendung von Technologie und insbesondere Computern im regulären Unterricht sowie gezielt im Informatikunterricht bei. Dennoch gibt es auch heute Defizite bezüglich der (Aus-) Bildung im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien (Bos, et al., 2014). Zwar gibt es den sogenannten Informatikunterricht, aber nur etwa zwei Drittel (67 Prozent) der Lehrpersonen fühlen sich in der Lage Unterricht vorbereiten zu können, in dem digitale Medien eingesetzt werden (Eickelmann, Gerick, & Bos, 2014). Zwei zentrale Merkmale technologiebasierten Problemlösens ergeben sich aus dieser historischen Besonderheit dieser Schlüsselkompetenz: zum einen ist technologiebasiertes Problemlösen eine eigenständige fächerübergreifende Schlüsselkompetenz neben tendenziell schulisch erworbenen Kompetenzen wie mathematische und Lesekompetenzen und zum anderen ist technologiebasiertes Problemlösen weniger stark durch den erreichten Schulabschluss geprägt, als mathematische und Lesekompetenzen.

Ein Zusammenhang zwischen Bildungsabschluss und individuellen grundlegenden Kompetenzen ist durch das dreigliedrige Bildungssystem und damit verbundene unterschiedlich lange und intensive Ausbildungszeiten intendiert (Maehler, et al., 2013). So könnte ein Kohorteneffekt aus einer Wechselbeziehung zwischen der Zeit im Ausbildungssystem, beispielsweise zehn oder zwölf Jahre, oder den angestrebten Lernzielen, beispielsweise in der Hochschulreife oder Vermeidung von Analphabetismus, resultiert. Da technologiebasiertes Problemlösen als Kompetenz erworben wird und teilweise von der Lesekompetenz abhängt, kann erwartet werden, dass es von formeller Bildung abhängig ist (Maehler, et al., 2013). Für das technologiebasierte Problemlösen sollte jedoch die Abhängigkeit von dem Bildungsabschluss in einem anderen Maß ausgeprägt sein, da diese Kompetenz selbst nicht schulisch erworben wurde beziehungsweise wird. Die Kompetenzen von Erwachsenen stehen mit dem erworbenen Bildungsabschluss in einem starken Zusammenhang (Maehler, et al., 2013). Diese wurde bereits in früheren Bildungsvergleichsstudien mit einer erwachsenen Stichprobe empirisch belegt (Lehmann, 1997; OECD, Statistics Canada, Human Resources Development Canada, 1997; Wölfel, Christoph, Kleinert, & Heineck, 2011).

Tabelle 5.1

Facetten der in PIAAC gemessenen Kompetenzkonstrukte

	Mathematische Kompetenz	Lesekompetenz	Technologiebasiertes Problemlösen
Drei Facetten der Alltagskompetenzen der PIAAC-Studie	Charakteristika alltagsmathematischer Probleme: - Mathematische Inhalte, Informationen und Ideen - Darstellung	Texteigenschaft: - Print - Digital - Kontinuierlich - Nicht Kontinuierlich - Gemischt - Multiple Texte	Technologien und Problemstellungen: - Software-Anwendungen: Webbrowser, Email und Tabellenkalkulation - Befehle und Funktionen: beispielsweise Links, Kopier- und Sortierungsfunktionen - Intrinsische Komplexität - Definition der Problemstellung: beispielsweise Eindeutigkeit, Spezifikation
	Kognitive Prozesse durch mathematische Anforderungen - Identifikation, Lokalisation und Abruf - Nutzung und Anwendung - Interpretieren und Evaluieren	Kognitive Prozesse durch Leseanforderungen: - Informationen suchen und identifizieren - Integrieren und interpretieren - Bewerten und reflektieren	Kognitive Prozesse im technologiebasierten Problemlösen - Festlegung von Zielen und Fortschrittsüberwachung - Planung und Selbstorganisation - Erwerb und Bewertung von Informationen - Verwendung von Informationen
	Kontexte mathematischer Probleme - Privater Alltag und Beruf - Gesellschaft - Aus- und Weiterbildung	Kontexte und Lesesituationen - Privater Alltag und Beruf - Gesellschaft - Aus- und Weiterbildung	Kontexte für technologiebasierten Problemlösungen - Privater Alltag und Beruf - Gesellschaft

Anmerkung. In Anlehnung an OECD (2013a, S. 59)

5. Kapitel

Zur Bewältigung von technologiebasierten Problemen sind verschiedene andere Kompetenzen von Bedeutung, weil technologiebasiertes Problemlösen als Schlüsselkompetenz auf verschiedenen kognitiven Prozessen aufbaut (OECD, 2009a). Das technologiebasiertes Problemlösen teilt mit mathematischen und Lesekompetenzen einen gemeinsamen Kern kognitiver Prozesse aufbauen, jedoch die Eigenständigkeit dieser Konstrukte theoretisch begründet ist (OECD, 2009a). Zu diesem gemeinsamen Kern gehören zum Beispiel die Dekodierung von (gedruckten) Symbolen, aber auch das kritische Beurteilen der Vertrauenswürdigkeit von Informationen (Gilster, 1997). *Das technologiebasierte Lösen von Problemen erfordert Lesekompetenz.* Mit Bezug auf die Kontexte in denen technologiebasiert Probleme gelöst werden wird deutlich, dass das Lesen oder das Identifizieren von Zeichen (beispielsweise im Internetbrowser oder Emailprogramm) einen Anteil an der Lösung hat. Die Bewältigung von computerbezogenen Problemstellungen wird in der Regel also auch Lesekompetenz erfordern, insofern das Problem den Umgang mit schriftsprachlicher Information verlangt. So wird das Wahrnehmen, Verstehen, Interpretieren und Nutzen von Zeichen, Wörtern, Sätzen et cetera als wesentlicher Bestandteil der Problemlösung charakterisiert (Gilster, 1997). Aber auch tieferliegende Komponenten des technologiebasierten Problemlösens weisen Analogien mit Lesekompetenzen auf (siehe Tabelle 5.1). Die kognitiven Komponenten, wie das Zielsetzen, Planen und Beschaffen sowie Verwenden von Informationen, prägen den Problemlöseprozess und die Problemlösung. Erste Ergebnisse aus der PIAAC-Hauptstudie zeigen, dass technologiebasiertes Problemlösen positiv mit Lesekompetenz zusammenhängt (OECD, 2013a). *Das technologiebasierte Lösen von Problemen erfordert mathematische Kompetenz.* Es trägt folglich zur Komplexität eines Problems bei, wenn eine Person einen digitalen Text, eine Grafik oder mathematische Informationen lesen und verstehen soll (OECD, 2009a). So ist das Verstehen und Evaluieren von relevanten Informationen für das technologiebasierte Problemlösen von zentraler Bedeutung. Zusätzlich werden auch tieferliegende Komponenten kognitiver Fähigkeiten benötigt, die eine technologiebasierte Problemlösung beeinflussen, wie beispielsweise das logische Schlussfolgern (reasoning) welches wiederum im Zielsetzen benötigt wird (Wilensky, 1983). Es gibt Problemlösekompetenzen, die konzeptuelle Ähnlichkeiten zu mathematischen oder Zusammenhänge mit Leseproblemen aufweisen (Fleischer, Wirth, Rumann, & Leutner, 2010; Wirth, Leutner, & Klieme, 2005). Erste Ergebnisse aus der PIAAC-Hauptstudie zeigen, dass technologiebasiertes Problemlösen positiv mit alltagsmathematischer Kompetenz zusammenhängt (OECD, 2013a).

5. Kapitel

Für technologiebasiertes Problemlösen scheint das Lesen allerdings eine wesentlichere Funktion einzunehmen. Ebenso wie in der Lesekompetenz und in der mathematischen Kompetenz sind für technologiebasiertes Problemlösen das Verstehen und das Evaluieren von Informationen zentrale kognitive Dimensionen. Zusätzlich teilen das technologiebasierte Problemlösen und die Lesekompetenz wesentliche Problemcharakteristika, wie den multiplen und digitalen Text. Mathematische Probleme weisen in der Darstellung von Zahlen in der Tabellenkalkulation auf, welche allerdings nicht zwingend rein mathematische Natur ist (beispielsweise können in Tabellen auch Texte dargestellt werden). Hier wird ein Unterschied zum „Komplexen Problemlösen“ oder anderen Problemlösekonstrukten deutlich. Diese Kompetenzkonstrukte stehen häufig in einem starken positiven Zusammenhang mit mathematischen Kompetenzen (Fleischer, Wirth, Rumann, & Leutner, 2010).

Lösen Erwachsene technologiebasiert Probleme ist dies Resultat eines lebenslangen Lernprozesses in einer technologiereichen Informationsgesellschaft

Der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie muss lebenslang erlernt werden, da sich diese Technologie in einem stetigen Wandel befindet und nicht nur die Technologie, sondern auch die Anwendungsmöglichkeiten sich verändern. Dies hat zwangsläufig auch einen Einfluss auf die Kompetenzen Erwachsener im Umgang mit dieser Technologie. Zwei zentrale Merkmale technologiebasierten Problemlösens ergeben sich aus dieser historischen Besonderheit dieses Kompetenzkonstruktes, das lebenslang erworben und erhalten werden muss: zum einen sind Kohortenunterschiede stärker als in anderen Kompetenzen mit dem Konstrukt verbunden und zum anderen ist das technologiebasierte Problemlösen unabhängig von mathematischen und Lesekompetenzen entstanden.

Kompetenzen werden über die gesamte Lebensspanne eines Menschen erworben und können an verschiedenen Institutionen und Lernorten gelehrt und erlernt werden (OECD, 2002). Der Geburtsjahrgang scheint dabei kritisch für das Kompetenzniveau zu sein wie erste Ergebnisse der PIAAC-Studie, aber auch andere Studien beispielsweise die International Adult Literacy Survey (OECD & Statistics Canada, 2000) zeigen: Sie beschreiben einen Kompetenzabfall je älter eine Personkohorte ist. Personen aus jüngeren Kohorten (16-25 Jahre) erreichen im Mittel höhere Leistungsniveaus in mathematischer und Lesekompetenzen sowie dem technologiebasierten Problemlösen als Personen aus älteren Kohorten (55-65 Jahre; siehe Kapitel 3; OECD, 2013). Diverse Ursachen können diese Kohorteneffekte begründen, wie biologisch bedingte Alterungseffekte oder auch historische Veränderungen des Gesundheits-, Ernährungs-

5. Kapitel

oder Bildungssystems (Baltes, Lindenberger, & Staudinger, 2006; Desjardins, 2003; Smith & Marsiske, 1997). Zusätzlich zu diesen relativ allgemeinen Effekten unterliegt der Kompetenzerwerb im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie zusätzlichen historischen Effekten. Im Erlernen des Umgangs mit Informations- und Kommunikationstechnologie ist entscheidend, dass adäquates Lernmaterial sowie ein institutionelles oder soziales Umfeld für die Entwicklung von Kompetenzen bereitsteht (OECD, 2002). In Kapitel 4 wurde bereits dargestellt, dass die technologiebasierte Problemlösekompetenz in einem negativen Zusammenhang mit der Zugehörigkeit zu der Kohorte der 45-65 Jährigen steht. Im technologiebasierten Problemlösen können Kohortenunterschiede jedoch durch die erworbenen Routinen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien erklärt werden. Aufgrund der Komplexität und der Anlage der Probleme im technologiebasierten Problemlösen ist es nicht möglich ein solches Problem rein durch erlernte Routinen zu lösen (siehe Kapitel 4). Die Reflexion einer Situation oder die Auswahl eines adäquaten Ziels ist ein komplexer Vorgang, der kognitive Anstrengungen erfordert. Dennoch kann es hilfreich sein, wenn eine Person mit Teilaspekten eines technologiebasierten Problems vertraut ist. Durch Routinen können einige technologiebasierte Problemlöseaktivitäten effizienter und schneller gelöst werden (OECD, 2009a). Sofern solche Routinen nicht ausgebildet werden konnten, hat ein Problemlöser in der Bearbeitung eines technologiebasierten Problems Nachteile in der Nutzung und Verteilung von kognitiven Ressourcen (Stelter, Goldhammer, Naumann, & Rölke, 2015). So trifft dies insbesondere auf ältere Personen zu, die weniger gut ausgeprägte Routinen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien während der lernintensiven Schul- und Ausbildungszeit erworben haben (siehe auch Kapitel 2).

Hier zeigt sich erneut eine Parallele zwischen schulisch erworbenen Kompetenzen (wie mathematische und Lesekompetenzen) und technologiebasiertes Problemlösen. Diese Kompetenzen sind in älteren Kohorten tendenziell weniger gut ausgebildet. Zusätzlich haben diese drei Konstrukte einen gemeinsamen Kern kognitiver Prozesse sind, aber dennoch eigenständige Kompetenzen (OECD, 2009a). Zu diesem Kern kognitiver Prozesse gehören beispielsweise die Fähigkeiten Symbole zu lesen und zu verstehen oder die Nutzung des Arbeitsgedächtnisses. Probleme können unterschiedlich komplex sein, wobei nicht nur die Anzahl an Handlungsschritten, sondern auch die Menge an Informationen diese Komplexität mitbestimmen (Funke & Frensch, 2007). So unterscheiden sich die Charakteristika von Problemen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie von generelleren mathematischen und Lese-

5. Kapitel

problemen (siehe Tabelle 5.1). Technologiebasiertes Problemlösen wird für komplexe Probleme benötigt, die im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie und dessen Anwendungen entsteht und bildet somit ein eigenständiges Kompetenzkonstrukt ab.

5.2 Hypothesen

Das technologiebasierte Problemlösen unterscheidet sich von anderen Kompetenzkonstrukten in seiner theoretischen Konzeption, aber auch in seiner Entstehungsgeschichte. Empirisch soll gezeigt werden, dass technologiebasiertes Problemlösen ein eigenständiges Kompetenzkonstrukt darstellt und strukturelle Unterschiede im Vergleich zu Kompetenzkonstrukten aufweist, die in schulischen Lerngelegenheiten erworben wurden. Den obigen theoretischen Ausführungen folgend ergeben sich die drei folgenden Hypothesen:

- (1) Die Testwerte des technologiebasierten Problemlösens spiegeln ein eigenständiges Kompetenzkonstrukt wider, das mit anderen Kompetenzen assoziiert ist.*
 - a. Lesekompetenz trägt zur Lösung von technologiebasierten Problemen bei.*

Die Fähigkeit geschriebene Zeichen, Worte, Sätze und Texte zu verstehen und zu nutzen ist zentral für die Bewältigung von technologiebasierten Problemen. Technologiebasiertes Problemlösen erfordert Lesekompetenz, geht aber als Kompetenzkonstrukt über die Lesekompetenz hinaus (OECD, 2009a). Da jedoch das beschriebene Deuten von Zeichen, Worten, Sätzen und Texten für den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien zentral ist, wird ein starker positiver Zusammenhang mit der Lesekompetenz erwartet. Die Kompetenzmessung würde dann dem Konstrukt gerecht werden, wenn technologiebasiertes Problemlösen ein eigenständiges Konstrukt, neben der Lesekompetenz ist und folglich der Regressionskoeffizient nicht größer ist als Eins, aber ein signifikanter positiver Effekt besteht.

5. Kapitel

- b. Die mathematische Kompetenz ist für das technologiebasierte Problemlösen ebenfalls von Bedeutung*

Zusätzlich wird auch ein positiver Zusammenhang des technologiebasierten Lösens von Problemen mit mathematischer Kompetenz erwartet, die logisches Denken sowie systematisch-strategisches Handeln erfordert, das wiederum auch im technologiebasierten Problemlösen von Bedeutung ist (Leutner, Funke, Klieme, & Wirth, 2005b; OECD, 2009a). Von einer validen Testwertinterpretation würde dann ausgegangen werden, wenn mathematische Kompetenz positiv mit dem technologiebasierten Problemlösen assoziiert ist, jedoch die Effektstärke nicht größer ist als Eins.

- c. Mathematische Kompetenz weist weniger parallelen mit dem technologiebasierten Problemlösen auf als die Lesekompetenz.*

Dennoch sollte die Lösung eines technologiebasierten Problems mehr von der Lesekompetenz abhängen und weniger von mathematischen Kompetenzen, da das Lesen für den Umgang mit digitalen Medien von Vorteil ist (Naumann, Richter, Christmann, & Groeben, 2008). Zudem konnte in Tabelle 5.1 gezeigt werden, dass Leseprobleme, die im Alltag auftauchen, mehr Parallelen mit Problemen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie aufweisen. Folglich wird eine valide Testwertinterpretation dann gestützt, wenn Testwerte des technologiebasierten Problemlösens stärker mit Lesekompetenz, als mit mathematischen Kompetenzen zusammenhängen.

- (2) Unterschiede zwischen Kohorten in der Kompetenz technologiebasierten Problemlösens gehen nicht auf Unterschiede in der mathematischen oder Lesekompetenz zurück und bleiben in einem zusätzlichen Kohorteneffekt bestehen.*

Eine wesentliche Eigenschaft des technologiebasierten Problemlösens ist, dass es ein relativ neues Kompetenzkonstrukt ist. So wird hier angenommen, dass der beschriebene Kohorteneffekt ein Beleg für die Eigenständigkeit eines Konstruktes ist, dass sich technologiebasiertes Problemlösen in seinen Strukturen von mathematischer und Lesekompetenz unterscheidet. Trotz der großen Bedeutung von mathematischer und Lesekompetenz für das Problemlösen in technologiereichen Kontexten kann ein zusätzlicher Effekt für die Kohortenzugehörigkeit er-

5. Kapitel

wartet werden. Hier wird jedoch davon ausgegangen, dass Kohortenunterschiede im technologiebasierten Problemlösen vor allem auch auf unterschiedliche Lerngelegenheiten im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien entstanden sind (siehe Kapitel 4). Während jedoch der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien stark von deren historischen Entstehung und Verbreitung abhängt, unterliegen die mathematische und Lesekompetenzen vermutlich eher einem allgemeineren Entwicklungen beispielsweise im Bereich des Bildungs- oder Gesundheitswesens (Baltes, Lindenberger, & Staudinger, 2006; Desjardins, 2003; Smith & Marsiske, 1997). Es wird jedoch auch davon auszugehen, dass technologiebasiertes Problemlösen abhängig von der Übung ist, die eine Person im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien hatte (siehe Kapitel 6). Folglich wird hier erwartet, dass die Kohortenzugehörigkeit einen Einfluss auf das technologiebasierte Problemlösen, der über den generellen Trend hinausgeht, der Kohorteneffekte beispielsweise im Lesen hervorruft. Die Kompetenzmessung des technologiebasierten Problemlösens würde dann dem Konstrukt gerecht werden, wenn die Kohortenzugehörigkeit weiterhin einen Einfluss auf das technologiebasierte Problemlösen hat, auch wenn die Lesekompetenz kontrolliert wird. Das bedeutet auch, dass ältere Personen nicht ausschließlich aufgrund von Leseproblemen Defizite im technologiebasierten Problemlösen aufweisen sollten.

(3) Die schulische Bildung prägt in einem besonderen Maß die mathematische und Lesekompetenz. Für technologiebasiertes Problemlösen hat die formale Bildung eine vergleichsweise geringe Bedeutung in Bezug auf das Erreichen von Kompetenzstufen.

a. Es gibt Kompetenzunterschiede zwischen Personen mit verschiedenen Abschlussniveaus

Eine häufig betrachtete und gut belegte Hypothese ist, dass je höher die Grundbildung einer Person, umso höher auch ihre Kompetenzen sind (OECD, 2013; OECD & Statistics Canada, 2000; Statistics Canada & OECD, 2005). Da ein Unterschied zwischen Personen mit verschiedenen intensiven Ausbildungsgängen (zum Beispiel Hauptschule versus Gymnasium) intendiert ist, wird davon ausgegangen, dass die resultierenden, verschieden hohen Abschlüsse auch im technologiebasierten Problemlösen zu deskriptiven, aber nicht zwingend inferenzstatistischen Unterschieden führen. Schlüsselkompetenzen, zu denen auch technologiebasiertes Problemlösen gehört (siehe Weinert, 1999), stehen in einem Zusammenhang mit allgemeinen schulischen

5. Kapitel

Leistungen, aber auch außerschulischen beziehungsweise informellen Lerngelegenheiten. Die rasante Entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologien führte dazu, dass der Umgang mit Technologie (noch) kein fester Bestandteil von schulischer Bildung ist (Eickelmann, Gerick, & Bos, 2014). Somit wird erwartet, dass der Zusammenhang zwischen dem Bildungsgrad und mathematischen oder Lesekompetenz zu größer Diskrepanzen im erreichten Kompetenzniveau führt, als der Zusammenhang zwischen dem Bildungsgrad und dem technologiebasierten Problemlösen.

b. Lesekompetenzen erklären Kompetenzunterschiede im technologiebasierten Problemlösen zwischen verschiedenen Bildungsabschlüssen

Ferner wird angenommen, dass Lesekompetenz aufgrund der Förderung durch schulisches Lernen ursächlich ist für Kompetenzunterschiede zwischen Personen mit unterschiedlichen Bildungsabschlüssen im technologiebasierten Problemlösen. So wird erwartet, dass Personen mit einem höheren Bildungsabschluss bessere Problemlösekompetenzen aufweisen, da sie ebenfalls über zum Beispiel bessere Lesekompetenzen verfügen. Eine valide Testwertinterpretation wird dann durch die Datenlage gestützt, wenn bildungsbedingte Kompetenzunterschiede im technologiebasierten Problemlösen durch die Kontrolle der Lesekompetenz nicht mehr vorhanden sind.

5.3 Methode

Im Folgenden werden die Methoden beschrieben mit denen die Hypothesen überprüft werden. Hierfür werden die Datengrundlage und die Analyseverfahren beschrieben. Ergänzend zu den Ausführungen in Kapitel 3 werden im Folgenden die Stichprobe und die verwendeten Variablen beschrieben, die zur Prüfung der in diesem Kapitel beschriebenen Hypothesen benötigt werden.

Stichprobenbeschreibung

Die Hypothesen werden mithilfe des zur wissenschaftlichen Nutzung veröffentlichten deutschen Datensatzes (Scientific Use File) der PIAAC-Studie untersucht. Im Folgenden werden

5. Kapitel

die Daten der in der PIAAC-Studie gemessenen Kompetenzen und zudem die hier relevanten Variablen aus dem Hintergrundfragebogen beschrieben.

Für diese Fragestellung konnten die Daten von 4541 Personen verwendet werden. Zwei Fünftel (41,4 %, $N=1880$) dieser Teilnehmer hatten einen hohen Bildungsabschluss; 16 Prozent ($N=707$) hatten einen niedrigen Bildungsabschluss. Am Häufigsten (42 %) gaben die Teilnehmer an ($N=1914$), einen mittleren Bildungsabschluss erreichen zu haben. Für 40 Personen (0,9 %) konnte der Abschluss nicht zugeordnet werden. Die Stichprobe ist in Bezug auf das Alter und Geschlecht repräsentativ (siehe Tabelle 5.2; Rammstedt, 2013). Personen mit unterschiedlichen Bildungsabschlüsse waren über die Kohorten relativ gleich verteilt (siehe Anhang B Tabelle B5.1).

Tabelle 5.2

Alters und Geschlechterverteilung im computerbasierten Assessment der PIAAC-Studie

Alter (in Jahren)					Geschlecht	
16-24	25-34	35-44	45-54	55-65	Weiblich	Männlich
22.7%	20.4%	21.0%	22.8%	13.2%	49.6%	50.4 %
$N=1031$	$N=925$	$N=952$	$N=1034$	$N=599$	$N=2253$	$N=2288$

Anmerkung. Rundungsbedingt ergibt die Summe der Prozentangaben nicht 100.

Variablen

Im Unterschied zur vorangegangenen Analyse wurde hier nicht der Erfolg oder Misserfolg einer Person in einzelnen Aufgaben betrachtet, sondern aggregierte Kompetenzmaße (Plausible Values; von Davier, Gonzalez, & Mislevy, 2009) genutzt. Kohortenzugehörigkeit und Bildungsabschluss werden ebenfalls in den Analysen berücksichtigt.

Technologiebasiertes Problemlösen, alltagsmathematische Kompetenz, Lesekompetenz. Zur Abbildung der drei in PIAAC erhobenen Kompetenzkonstrukte wurden die gezogenen Plausible Values (plausible Werte) der Studie verwendet. Diese plausiblen Werte sind Maße, von denen angenommen wird, dass sie Annäherungen an eine latente Kompetenz zulassen. Für jeden Testteilnehmer wurden zehn Plausible Values für jede der drei erhobenen Kompetenzen in der PIAAC-Studie (Lesekompetenz, alltagsmathematische Kompetenz und technologiebasiertes Problemlösen) gezogen. Plausible Values sind Kompetenzwert, welche basierend auf einer geschätzten Verteilung der latenten Kompetenzen zufällig ausgewählt wurden (Mislevy,

5. Kapitel

1991). In der PIAAC-Studie wurden einer Person zehn dieser Plausible Values für jede der drei Kompetenzen zugeordnet (Martin, et al., 2013). Die Verteilung der Plausible Values ergibt sich aus den Teilnehmerantworten auf die Kompetenztests sowie aus relevanten Hintergrundvariablen (OECD, 2011a). So erlauben diese Kompetenzwerte eine möglichst fehlerfreie Schätzung von Kompetenzen zwischen verschiedenen Personengruppen (von Davier, Gonzalez, & Mislevy, 2009). Für die PIAAC-Studie erfolgte die Skalierung der Kompetenztests über alle teilnehmenden Länder hinweg (24 Teilnehmerstaaten). Die Kompetenzwerte wurden anhand von Modellen der Item Response Theorie (IRT) geschätzt. Hierbei wurden Personen- und Aufgabeneigenschaften auf einer gemeinsamen Skala geschätzt, weshalb die Personenfähigkeit mit der Schwierigkeit einer Aufgabe direkt verglichen werden können (OECD, 2013c; Baumert, et al., 2001).

Kohortenzugehörigkeit. Zur Prüfung von der zweiten Hypothese wurde erneut der Indikator der Kohortenzugehörigkeit verwendet, der bereits in Kapitel 2 beschrieben und analysiert wurden. Drei Kohorten wurden dort unterschieden: 16-29 Jährige, 30-44 Jährige und 45-65 Jährige und werden im Folgenden in Anlehnung an diese Differenzierung kurz beschrieben. Diese drei Gruppen unterscheiden sich in der Verfügbarkeit von Informations- und Kommunikationstechnologien während ihrer lernintensiven Ausbildungszeiten. So waren für die jüngste Kohorte bereits während der Schulzeit der Computer und das Internet weitgehend verbreitet und konnten (eventuell auch mussten) genutzt werden. Im Gegensatz hierzu konnte die mittlere Kohorte zwar von den Entwicklungen des Computers bereits profitieren, jedoch war das Internet noch nicht so etabliert und eine Nutzung war stark vom individuellen Interesse einer Person abhängig. Schließlich konnte die älteste Kohorte kaum während ihrer schulischen Ausbildungszeit Erfahrungen mit modernden Informations- und Kommunikationstechnologien, wie sie heute häufig genutzt werden, sammeln.

Bildungsabschluss. Für die Prüfung der dritten Hypothese sollten Einflüsse verschiedener Bildungsniveaus überprüft werden. Hierfür wurde der jeweils höchste Bildungsabschluss (Grundlage ist ISCED 97, siehe Kapitel 3) in eine von drei Niveaus – hier: hoher, mittlerer oder niedriger Bildungsabschluss – aggregiert. Ein mittlerer Bildungsabschluss wurde dann erreicht, wenn ein Haupt- beziehungsweise Realschulabschluss, beispielsweise auch polytechnischen Oberschule der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik (DDR), erreicht und anschließend eine Berufsausbildung erworben wurde. Lediglich das Erreichen keines oder eines Haupt- beziehungsweise Realschulabschlusses ohne anschließende Berufsausbildung wurden als niedriges Bildungsniveau eingestuft. Einen hohen Bildungsabschluss erreichten Personen, die die

5. Kapitel

(Fach-) Hochschulreife oder auch die erweiterte Oberschule der DDR erworben oder ein Studium abgeschlossen hatten (für detailliertere Informationen siehe Kapitel 3; Maehler, et al., 2013).

Gewichtete generalisierte lineare Modelle mit Plausible Values

Neben deskriptiven Statistiken und Mittelwertsvergleichen werden zur Überprüfung der aufgestellten Hypothesen generalisierte lineare Modelle verwendet. Diese Modelle werden zur Beschreibung der Zusammenhangsstrukturen zwischen den Kompetenzen (technologiebasiertes Problemlösen, alltagsmathematische und Lesekompetenz) sowie Personeneigenschaften (Bildungshintergrund und Kohortenzugehörigkeit) analysiert. Kontrolliert werden jeweils Effekte des Geschlechts, des Migrationshintergrunds und der Anzahl an Büchern im Haushalt als Indikator für Bildungsnähe beziehungsweise sozioökonomische Unterschiede zwischen Personengruppen. Diese Effekte werden in den Analysen konstant gehalten, damit beispielsweise bekannte Unterschiede zwischen Männern und Frauen die Analyseergebnisse nicht verzerren.

Mit Hilfe von gewichteten generalisierten linearen Modellen wurden Zusammenhänge der einzelnen Indikatoren geprüft. In den Modellen wurden die Plausible Values der verschiedenen Kompetenzkonstrukte in Abhängigkeit von anderen Kompetenzkonstrukten und deren Plausible Values sowie den hypothesenspezifischen Personeneigenschaften und Kontrollvariablen modelliert (Lumley, 2010). Eine solche Regression beinhaltet folgende Komponenten:

$$\frac{1}{10} * \sum_{i=1}^{10} PV_{i,1} = \beta_1 * PV_{i,2} + \beta_2 * KV_1 + \beta_3 * KV_2 + \beta_4 * KV_3 + \beta_0 \quad (5.1)$$

$PV_{i,1}$ = Plausible Values der abhängigen Variable

$PV_{j,2}$ = Plausible Values der unabhängigen Variable

β_{1-4} = Effekte der unabhängigen Variablen und Kontrollvariablen (unten auch β_k)

KV_{1-3} = Kontrollvariablen (Geschlecht, Migrationshintergrund und Zahl der Bücher im Haushalt)

β_0 = Interzept

Die abhängige, zu erklärende Variable $PV_{i,1}$ entspricht in den folgenden Analysen den Plausible Values eines Kompetenzkonstrukts und somit eine kontinuierliche Variable (siehe Formel 5.1). Zu einer solchen Regression gehört zumindest eine explanatorische oder unabhängige Variable (hier $PV_{i,2}$), wobei diese einen Teil der Varianz der abhängigen Variable erklären kann. β_1 be-

5. Kapitel

schreibt dabei die Richtung und Stärke ihres Effektes (Nelder & Wedderburn, 1972). Eine Linkfunktion (hier gaussianische Verteilungsfunktion) spezifiziert den Zusammenhang zwischen der erklärten und der erklärenden Komponente. In den nachfolgend berichteten Ergebnissen sind die abhängigen Variablen immer die Plausible Values einer der drei Kompetenzen der PIAAC-Studie, wobei jedes Modell für jeden der zehn Kompetenzwerte berechnet und anschließend die β -Koeffizienten gemittelt wurde. Für die drei Kontrollvariablen (KV_{1-3}) werden ebenfalls eigene Effekte β_{2-4} geschätzt. In einer Regression wird auch ein Interzept (β_0) geschätzt, welches den Achsenabschnitt der Ordinate bezeichnet, an dem die Regressionsfunktion diese schneidet und somit die Anzahl an Kompetenzpunkten angibt, die erzielt werden, wenn die unabhängige Variable einen Wert von Null aufweist. Ebenfalls in den Analysen enthalten sind Gewichte, die in diesen Gewichtungssequenzen berechnet wurden und potentielle Verzerrungen im Datensatz, den Stichprobenfehler, fehlende Werte adjustiert (Perry & Helmschrott, 2014, siehe Anhang D). Die Verwendung dieser Kompetenzwerte der PIAAC-Studie erfordert jedoch die Wiederholung der Berechnung der Regressionseffekte für jeden einzelnen der zehn Plausible Values (siehe Formel 5.2). So entspricht der finale Effekt β_k dem Mittelwert der zehn zuvor errechneten Werte unter Verwendung von jedem der zehn Plausible Values:

$$\beta_k = \frac{1}{10} * \sum_{i=1}^{10} \beta_{PV_i} \quad (5.2)$$

Im Folgenden werden vorbereitende Modellierungsergebnisse gezeigt, die den Einfluss der späteren Kontrollvariablen zeigen. Hierbei wird zunächst jeweils die Effektgrößen (β_k) und deren Standardfehler (in Klammern) angegeben. Als Schwelle für die Signifikanztestungen wurden fünf Prozent Signifikanzniveau angelegt.

5. Kapitel

Tabelle 5.3

Drei Kontrollvariablen als Prädiktoren für alltagsmathematische Kompetenz (Modell 5.0a) Lesekompetenz (Modell 5.0b) und technologiebasiertes Problemlösen (Modell 5.0c).

Prädiktoren	Modell 5.0a: Alltagsmathematische Kompetenz		Modell 5.0b: Lesekompetenz		Modell 5.0c: technologiebasiertes Problemlösen	
	β_k	p	β_k	p	β_k	p
Interzept	273.61 (1.66)	<.01	272.11 (1.56)	<.01	279.87 (1.51)	<.01
Geschlecht: weiblich	-8.93 (0.89)	<.01	-2.93 (0.75)	<.01	-3.37 (0.79)	<.01
Migrationshintergrund: 1.Generation	-28.93 (2.70)	<.01	-26.94 (2.74)	<.01	-25.31 (3.02)	<.01
Migrationshintergrund: 2.Generation	-2.47 (3.63)	n.s.	-5.32 (3.08)	n.s.	-3.27 (2.88)	n.s.
< 10 Bücher	-36.88 (3.13)	<.01	-31.47 (2.87)	<.01	-21.44 (3.36)	<.01
11-25 Bücher	-18.31 (2.91)	<.01	-20.27 (2.73)	<.01	-14.47 (2.90)	<.01
101-200 Bücher	15.72 (2.29)	<.01	13.24 (2.26)	<.01	12.60 (2.41)	<.01
201-500 Bücher	25.01 (2.49)	<.01	26.68 (2.25)	<.01	25.19 (2.60)	<.01
> 500 Bücher	31.85 (3.04)	<.01	30.20 (2.96)	<.01	29.37 (2.85)	<.01

Anmerkung. Interzept =Geschlecht: männlich; ohne Migrationshintergrund und 26-100 Bücher im Haushalt.

In diesen ersten drei Modellen werden die Effekte der Kontrollvariablen dargestellt, wobei die Referenzkategorien das gemittelte Geschlecht, kein Migrationshintergrund und 26-100 Bücher im Haushalt sind. Die Effekte können als Kompetenzpunkte interpretiert werden und befinden sich auf einer Skala mit den Plausible Values der Testteilnehmer und der Testschwierigkeiten. Es gibt über alle drei Kompetenzkonstrukte hinweg einen Geschlechtereffekt, wonach Frauen

5. Kapitel

im Mittel zwischen drei und neun Kompetenzpunkte weniger erreichen als Männer⁷. Ebenfalls hat der Migrationshintergrund einen negativen Einfluss auf das erreichte Kompetenzniveau (im Mittel 25-29 Kompetenzpunkte), jedoch ausschließlich für Personen aus der ersten Migrationsgeneration. Die Anzahl der Bücher im Haushalt als Indikator für Bildungsnähe oder den sozioökonomischen Status hat den erwarteten Effekt, wonach mehr Bücher einen höheren Status abbilden, der im Mittel auch mit einem höheren Kompetenzniveau assoziiert ist.

5.4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den drei zuvor aufgestellten Hypothesen aufgeführt. Zunächst wird der Einfluss der zwei Kompetenzen (alltagsmathematische und Lesekompetenz) auf das technologiebasierte Problemlösen dargestellt. Im zweiten Ergebnisteil wird in Anlehnung an Kapitel 4 der Einfluss durch die Kohortenzugehörigkeit beschrieben. Abschließend wird der Einfluss durch die institutionelle Bildung (den höchsten Bildungsabschluss) thematisiert.

Nomologisches Netz von technologiebasierten Problemlösen und alltagsmathematische sowie Lesekompetenz

Hypothese 1 besagt, dass sowohl alltagsmathematische als auch Lesekompetenz die Kompetenz im technologiebasierten Problemlösen vorhersagen, wobei der Einfluss von Lesekompetenz größer sein sollte als der der alltagsmathematischen Kompetenz. Zur Überprüfung wurden drei Modelle getestet und die Ergebnisse sind in Tabelle 5.4 zusammengefasst.

⁷ Im Vergleich mit den Ergebnissen beispielsweise der PISA-Studie erscheint dieser generelle Nachteil von Frauen überraschend. Häufig erreichen Schülerinnen im Lesen höhere Kompetenzniveaus als Schüler. In Bezug auf Erwachsene zeigt sich dieser Unterschied jedoch (eventuell noch) nicht (siehe auch International Adult Literacy Survey, OECD & Statistics Canada, 2000).

5. Kapitel

In den ersten beiden Modellen werden jeweils die Zusammenhänge zwischen alltagsmathematischer beziehungsweise Lesekompetenz und dem technologiebasierten Problemlösen (als abhängige Variable) berichtet. Im dritten Modell sind sowohl alltagsmathematische, als auch Lesekompetenz als unabhängige Variable enthalten. Im Modell 5.1 zeigte sich der erwartete positive Einfluss von alltagsmathematischer Kompetenz auf das technologiebasierte Problemlösen. Die alltagsmathematische Kompetenz stand in einem positiven Zusammenhang mit dem technologiebasierten Problemlösen. Testteilnehmer, die ein mittleres alltagsmathematisches Kompetenzniveau erreichten (276 Kompetenzpunkte und Stufe drei der alltagsmathematischen Kompetenzskala), erzielten im Mittel 278 Kompetenzpunkte im technologiebasierten Problemlösen. Dies entspricht der ersten Kompetenzstufe im technologiebasierten Problemlösen. Erwartungsgemäß liegt Eins nicht im Konfidenzbereich des Effektes der alltagsmathematischen Kompetenz ($0.64 > \beta_k > 0.68$). Alltagsmathematische Kompetenz hatte folglich den erwarteten Einfluss auf den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien. Im Modell 5.2 zeigte sich der erwartete positive Einfluss von Lesekompetenz auf die Lösungswahrscheinlichkeit technologiebasierter Probleme. Testteilnehmer, die ein mittleres Lesekompetenzniveau erreicht haben (276 Kompetenzpunkte und Stufe 3 der Lesekompetenzskala), haben im Mittel 283 Kompetenzpunkte im technologiebasierten Problemlösen erreicht. Dies entspricht der ersten Kompetenzstufe im technologiebasierten Problemlösen. Erwartungsgemäß liegt Eins nicht im Konfidenzbereich des Effektes der Lesekompetenz ($0.75 > \beta_k > 0.79$). Die Lesekompetenz hatte folglich den erwarteten Einfluss auf den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien.

Im Modell 5.3 wurde der Zusammenhang von alltagsmathematischer und Lesekompetenz gemeinsam auf die Problemlösekompetenz geprüft. Hier zeigte sich ebenfalls der erwartete positive Zusammenhang zwischen den mathematischen und Lesekompetenzen und dem technologiebasierten Problemlösen. Zudem war der Effekt der alltagsmathematischen Kompetenz kleiner als der Effekt der Lesekompetenz. Während eine Veränderung in der alltagsmathematischen Kompetenz im Mittel mit 22 Prozent einer technologiebasierten Problemlösekompetenzstufe (50 Kompetenzpunkte) ausmachte, erreichte der Effekt der Lesekompetenz 54 Prozent. Werden die Effekte dieser beiden Kompetenzen in einem gemeinsamen Modell verglichen wird deutlich, dass Lesekompetenz für technologiebasiertes Problemlösen stärker von Bedeutung als alltagsmathematische Kompetenz ist. Auch überschneiden sich die Konfidenzbereiche der alltagsmathematischen Kompetenz ($0.18 > \beta_k > 0.24$) und der Lesekompetenz

5. Kapitel

($0.55 > \beta_k > 0.61$) nicht. Es gibt einen Zusammenhang zwischen dem erreichten Kompetenzniveau im technologiebasierten Problemlösen und den alltagsmathematischen und Lesekompetenzen, wobei Lesekompetenz den größeren Einfluss hat.

Tabelle 5.4

Alltagsmathematische und/oder Lesekompetenz erklären technologiebasiertes Problemlösen.

Prädiktoren	Modell 5.1		Modell 5.2		Modell 5.3	
	β_k	p	β_k	p	β_k	p
Interzept	95.95 (4.71)	<.01	69.61 (4.79)	<.01	62.60 (4.45)	<.01
Alltmat. Kompetenz	0.66 (0.02)	<.01			0.21 (0.03)	<.01
Lesekompetenz			0.77 (0.02)	<.01	0.58 (0.03)	<.01

Anmerkungen. Interzept = Wert Null auf der Skala der alltagsmathematischen und Lesekompetenzen. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt (siehe Anhang C).

Die Hypothese 1c, dass Lesekompetenz von höherer Bedeutung für technologiebasiertes Problemlösen ist, wird des Weiteren auch dadurch gestützt, dass Effekte durch das Geschlecht nicht mehr signifikant sind, wenn Lesekompetenz in ein gemeinsames Modell aufgenommen wird. So gibt es signifikante Geschlechterunterschiede im Modell 5.1, in denen der Effekt der alltagsmathematischen Kompetenzen auf technologiebasiertes Problemlösen geprüft wird und im Modell 5.0c (siehe Abschnitt 5.3), in dem nur die Kontrollvariablen enthalten sind. Dieser Geschlechtereffekt wird jedoch durch die Lesekompetenz in den Modellen 5.2 und 5.3 erklärt. So erklärt Lesekompetenz nicht nur generell Unterschiede zwischen Personen im technologiebasierten Problemlösen, sondern auch einen Anteil des Geschlechtsunterschieds, der sich im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien finden lässt.

Kohortenunterschiede im technologiebasierten Problemen sowie in alltagsmathematischer und Lesekompetenz

Kohorten unterscheiden sich in den Ausprägungen ihrer alltagsmathematischen und Lesekompetenz (OECD, 2013). So zeigen erste Ergebnisse der PIAAC-Studie, dass diese Kompetenzen

5. Kapitel

in älteren Kohorten eher geringer ausgeprägt sind. Diese Kohortenunterschiede können in einem besonderen Maß auch im technologiebasierten Problemlösen gefunden werden. Eingangs soll gezeigt werden, dass die Kompetenzen der PIAAC-Studie durch die Kohortenzugehörigkeit beeinflusst werden und im Weiteren wie sich das technologiebasierte Problemlösen unterscheidet. In dem vierten bis sechsten Modell werden Kohortenunterschiede in den drei Kompetenzkonstrukten berichtet. In Modell 5.4 zeigte sich der erwartete negative Effekt durch die Kohortenzugehörigkeit der 45-65 Jährigen auf die alltagsmathematische Kompetenz. Personen der ältesten Kohorte hatten die geringsten alltagsmathematischen Kompetenzen. Ein ähnliches Bild ergibt sich für die Lesekompetenz (siehe Modell 5.5). Hier erreichten Personen der ältesten Kohorte ebenfalls im Mittel die wenigsten Lesekompetenzpunkte. Auch im sechsten Modell wiesen Personen in den älteren Kohorten geringere Kompetenzwerte im technologiebasierten Problemlösen auf als jüngere Personen. Über alle Kompetenzen der PIAAC-Studie hinweg zeigte sich ein negativer Effekt für Zugehörigkeit zur ältesten Personenkohorte.

Tabelle 5.5

Einfluss der Kohortenzugehörigkeit auf die alltagsmathematische Kompetenz, die Lesekompetenz und das technologiebasierte Problemlösen

Prädiktoren	Modell 5.4: Alltagsmathematische Kompetenz		Modell 5.5: Lesekompetenz		Modell 5.6: Technologiebasiertes Problemlösen	
	β_k	p	β_k	p	β_k	p
Interzept	279.69 (2.04)	<.01	277.70 (1.93)	<.01	285.19 (1.80)	<.01
16-29 Jahre	-3.11 (1.96)	n.s.	1.66 (1.85)	n.s.	8.18 (1.99)	<.01
45-65 Jahre	-11.44 (1.84)	<.01	-12.88 (1.83)	<.01	-18.23 (1.81)	<.01

Anmerkungen. Interzept = 30-44 Jahre. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt (siehe Anhang C).

In den Modellen 5.7-9 werden zusätzlich zu den Kohorten auch die alltagsmathematischen und die Lesekompetenz als unabhängige Variablen aufgenommen. Durch die Hinzunahme von Lesekompetenz als Prädiktor wurde der zuvor noch signifikant negative Effekt durch die Zugehörigkeit zur Kohorte der 45-65 Jährigen im Modell 5.4 der alltagsmathematischen Kompetenz

5. Kapitel

nicht mehr signifikant. Im Gegensatz hierzu kann der Einfluss von Lesekompetenz den Effekt von der Kohortenzugehörigkeit im technologiebasierten Problemlösen nicht erklären und Personen der ältesten Kohorte erreichen im Mittel neun Kompetenzpunkte weniger als Personen im Alter zwischen 30 und 44 Jahren (siehe Modell 5.8). Des Weiteren haben nicht nur Personen der ältesten Kohorte signifikant geringere Problemlösekompetenzen: Wenn der Einfluss von der Lesekompetenz berücksichtigt wird, erreichen auch Personen der jüngsten Kohorte signifikant höhere Problemlösekompetenzwerte. Diese Personen (16 bis 29 Jahre) erreichten im Mittel neun Kompetenzpunkte mehr als Personen im Alter zwischen 30 und 44 Jahren. Geringere Kompetenzen in der technologiebasierten Bewältigung von Problemen in den älteren Kohorten ließen sich nicht vollkommen auf geringere Lesekompetenzen zurückführen.

Schließlich wurde im Modell 5.9 der Einfluss durch die alltagsmathematische Kompetenz konstant gehalten. Somit konnten Kohortenunterschiede zwischen Personen betrachtet werden, die die gleiche alltagsmathematische und Lesekompetenzen haben. Wiederum zeigte sich, dass ältere Personen mit ähnlich ausgeprägten mathematischen oder Lesekompetenzen dennoch im Mittel zehn Kompetenzpunkte weniger erreichen als Personen im Alter von 30 bis 44 Jahren. Auch hier findet sich ein positiver Effekt für die jüngste Kohortengruppe, die im Mittel zehn Kompetenzpunkte mehr erreichte als die mittlere Kohortengruppe. Im Gegensatz zu Kohortenunterschieden in der alltagsmathematischen Kompetenz können alltagsmathematische und Lesekompetenz wie erwartet nicht umfassend die Kohortenunterschiede im technologiebasierten Problemlösen erklären. Wie erwartet sind die Kohortenunterschiede im technologiebasierten Problemlösen stark in dem Kompetenzkonstrukt verankert.

Tabelle 5.6

Lese- (und alltagsmathematische) Kompetenz sowie Kohortenunterschiede erklären technologiebasierte Problemlösekompetenz und alltagsmathematische Kompetenz

Prädiktoren	Modell 5.7: Alltagsmathematische Kompetenz		Modell 5.8: Technologiebasiertes Problemlösen		Modell 5.9: Technologiebasier- tes Problemlösen	
	β_k	p	β_k	p	β_k	p
Interzept	16.78 (4.06)	<.01	77.00 (4.39)	<.01	68.93 (4.13)	<.01
Alltmat. Kompetenz					0.27 (0.03)	<.01
Lesekompetenz	0.95 (0.01)	<.01	0.74 (0.02)	<.01	0.50 (0.03)	<.01
16-29 Jahre	-4.69 (1.92)	.02	8.59 (1.72)	<.01	10.21 (1.85)	<.01
45-65 Jahre	0.75 (1.44)	n.s.	-8.73 (1.55)	<.01	-9.88 (1.42)	<.01

Anmerkungen. Interzept = Wert Null auf der Skala der alltagsmathematischen und Lesekompetenzen und 30-44 Jahre. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt (siehe Anhang C).

Formale Bildung und technologiebasiertes Problemlösen

Der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien war für ältere Personen ungeachtet ihres Bildungsstandes kaum Teil der formellen Bildung gewesen, da diese Technologien noch nicht verbreitet waren. Auch heute noch ist der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien noch nicht umfassend in der formellen Bildung integriert. Dies sollte dazu führen, dass Unterschiede zwischen Personen mit verschiedenen Bildungsabschlüssen im technologiebasierten Problemlösen vergleichsweise klein ausfallen. Um die dritte Hypothese zu prüfen, werden zunächst deskriptiv die Unterschiede zwischen Personengruppen mit verschiedenen Bildungsabschlüssen und deren erreichte Kompetenzwerte (siehe Abbildung 5.1-3) und anschließend Modelle zur Vorhersage ihrer technologiebasierten Problemlösekompetenz betrachtet. Zudem wird hier die Kohortenzugehörigkeit mit berücksichtigt, da diese ebenfalls einen starken Einfluss auf die Kompetenzen hat und mit dem Bildungsabschluss interagiert. Dargestellt werden die Mittelwerte der erreichten Kompetenzpunkte für jede Personengruppe nach Kohortenzugehörigkeit und Bildungsgrad sowie ein Intervall von plus und minus einem

5. Kapitel

Standardfehler. In roten Linien markieren die Schwellen zwischen zwei Kompetenzstufen. So sind für alltagsmathematische und Lesekompetenz die Kompetenzstufen eins bis drei und für technologiebasiertes Problemlösen die Kompetenzstufen von unter-eins bis zwei eingezeichnet (für eine nähere Beschreibung der Kompetenzstufen siehe Kapitel 3).

In den Abbildungen 5.1-3 zeigen sich die erwarteten Kompetenzunterschiede zwischen den Bildungsabschlüssen. Sowohl für alltagsmathematische als auch für Lesekompetenz können den verschiedenen Bildungsabschlüssen beinahe – jeweils mit Ausnahmen in der jüngsten Kohorte – eindeutig Kompetenzstufen zugeordnet werden. So erreichte die Mehrheit der niedrig Ausgebildeten die erste alltagsmathematische und Lesekompetenzstufe. Analog erreichten Personen mit einem mittleren Bildungsabschluss Kompetenzstufe zwei und mit einem hohen Bildungsabschluss die dritte Kompetenzstufe. Für das technologiebasierte Problemlösen ist diese Abstufung nicht so eindeutig: Personen mit einem mittleren oder hohen Bildungsabschluss erreichten sowohl Kompetenzlevel eins bis zwei; Personen mit einem niedrigen Bildungsabschluss erreichten sowohl Kompetenzlevel unter-eins bis eins.

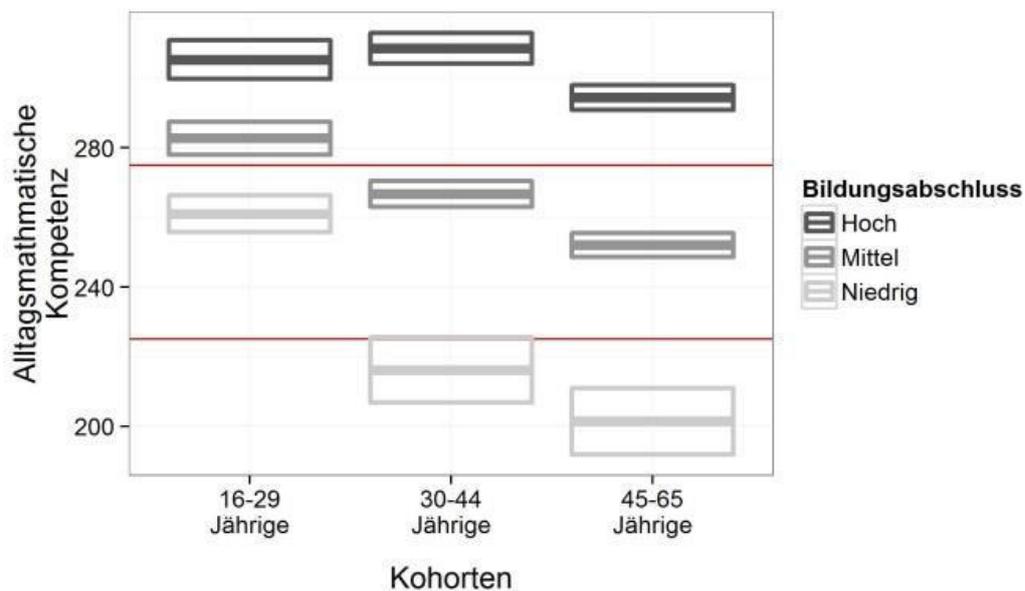


Abbildung 5.1. Alltagsmathematische Kompetenz zwischen Kohorten und Bildungsabschlüssen.

5. Kapitel

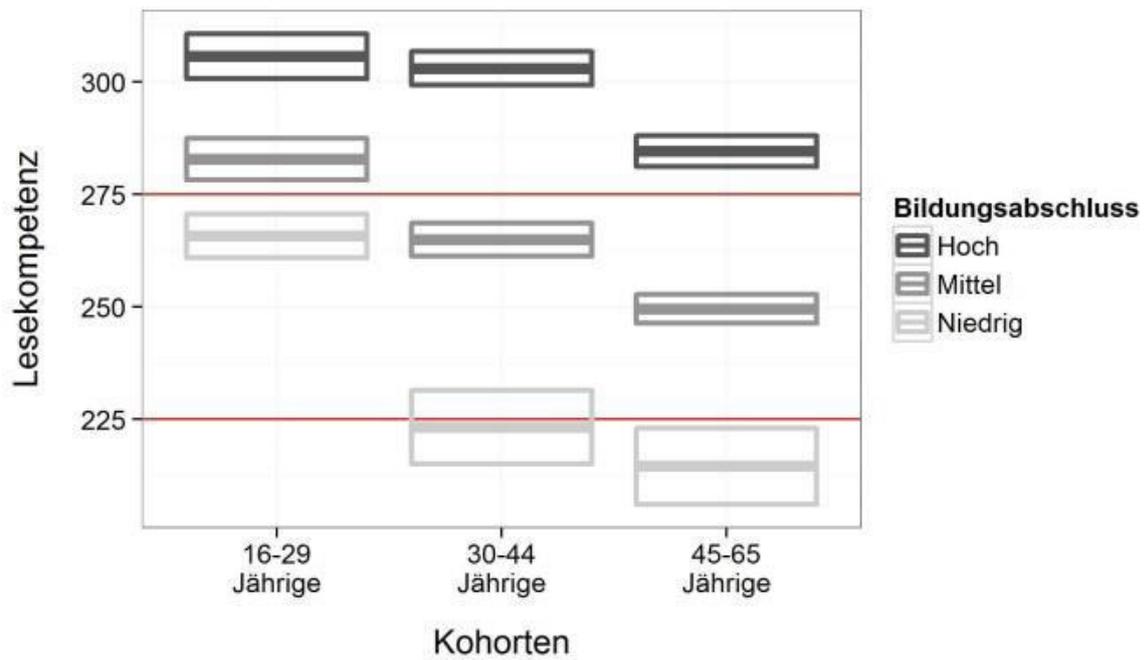


Abbildung 5.2. Lesekompetenz zwischen Kohorten und Bildungsabschlüssen.

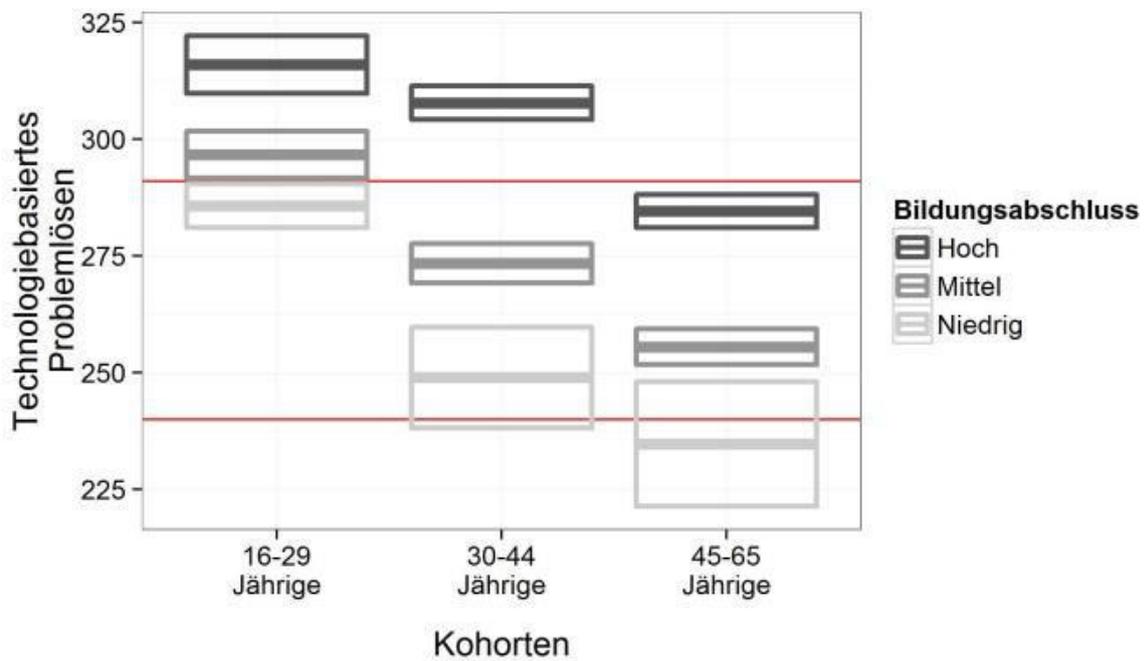


Abbildung 5.3. Technologiebasierte Problemlösekompetenz zwischen Kohorten und Bildungsabschlüssen.

5. Kapitel

An den Abbildungen 5.1-3 ist zudem bemerkenswert, dass die Abstände zwischen den Personengruppen für alltagsmathematische und Lesekompetenz relativ groß sind, jedoch für technologiebasiertes Problemlösen im Vergleich sehr klein oder zum Teil nicht mehr vorhanden sind. Dies spricht für die Hypothese, dass technologiebasiertes Problemlösen weniger von schulischen Erfolg abhängt als andere Kompetenzen (hier: alltagsmathematische und Lesekompetenz). Diese Hypothese soll im Folgenden inferenzstatistisch geprüft werden.

Tabelle 5.7

Einfluss des Niveaus des höchsten Bildungsabschlusses auf die alltagsmathematische Kompetenz, die Lesekompetenz und das technologiebasierte Problemlösen

Prädiktoren	Modell 5.10: Alltagsmathematische Kompetenz		Modell 5.11: Lesekompetenz		Modell 5.12: Technologiebasiertes Problemlösen	
	β_k	p	β_k	p	β_k	p
Interzept	266.60 (1.77)	<.01	265.52 (1.64)	<.01	272.59 (1.61)	<.01
Niedriger Bildungsgrad	-18.23 (2.76)	<.01	-9.88 (2.34)	<.01	3.45 (2.77)	n.s.
Hoher Bildungsgrad	28.06 (1.97)	<.01	23.78 (1.97)	<.01	19.68 (1.70)	<.01
Sonstiger Bildungsgrad	-5.71 (9.88)	n.s.	-7.96 (7.38)	n.s.	-5.31 (9.46)	n.s.

Anmerkungen. Interzept = Mittlerer Schulabschluss. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt (siehe Anhang C).

In dem zehnten bis zwölften Modell werden Bildungsunterschiede in den drei Kompetenzkonstrukten berichtet (siehe Tabelle 5.7). Insgesamt zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen Personen mit verschiedenen Bildungsabschlüssen. Personen mit einem niedrigen Bildungsabschluss, beispielsweise einem Hauptschulabschluss ohne Berufsausbildung, erreichten im Mittel 18 alltagsmathematische (siehe Modell 5.10) und zehn Lesekompetenzpunkte (siehe Modell 5.11) weniger als Personen mit mittlerem Bildungsabschluss. Im technologiebasierten Problemlösen erreichten Personen mit niedrigem Bildungsabschluss nicht signifikant weniger Kompetenzwerte. Hingegen erreichten Personen mit einem hohen Bildungsabschluss im Mittel 28 alltagsmathematische (siehe Modell 5.10), 24 Lesekompetenzpunkte (siehe Modell 5.11) und 20 Kompetenzpunkte im technologiebasiertes Problemlösen (siehe Modell 5.12) mehr als

5. Kapitel

Personen mit mittlerem Bildungsabschluss. Für diese Gruppe der gut Ausgebildeten gibt es demnach einen signifikanten Effekt im technologiebasierten Problemlösen. Jedoch wird hier angenommen, dass es sich hierbei um eine Personengruppe handelt, die über gute Lesekompetenzen verfügen und daher den Unterschied zwischen den Bildungsniveaus erklären kann. Zur Prüfung dieser These wurden zwei weitere Modelle spezifiziert (Tabelle 5.8): hier wurden Kompetenzunterschiede (zuerst in der alltagsmathematischen Kompetenz, dann im technologiebasierten Problemlösen) aufgrund unterschiedlicher Bildungsabschlüsse zusätzlich durch die Lesekompetenz erklärt.

Tabelle 5.8

Lesekompetenz sowie das Niveau des höchsten Bildungsabschlusses erklären technologiebasierte Problemlösekompetenz und alltagsmathematische Kompetenz

Prädiktoren	Modell 5.13: Alltagsmathematische Kompetenz		Modell 5.14: Technologiebasiertes Problemlösen	
	β_k	p	β_k	p
Interzept	25.96 (4.80)	<.01	66.04 (5.05)	<.01
Niedriger Bildungsgrad	-9.28 (1.70)	<.01	9.43 (1.80)	<.01
Hoher Bildungsgrad	6.50 (1.96)	<.01	2.04 (1.27)	n.s.
Sonstiger Bildungsgrad	1.49 (6.12)	n.s.	-7.45 (7.04)	n.s.
Lesekompetenz	0.91 (0.02)	<.01	0.77 (0.02)	<.01

Anmerkungen. Interzept = Mittlerer Schulabschluss. Kontrollvariablen: Lesekompetenz, Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt.

Da Lesen wesentlich für Problemlösen ist, folglich Hypothese 1, wird in Modell 5.13 und Modell 5.14 zudem auch Lesekompetenz als Kontrollvariable aufgenommen. Bevor der Einfluss des Bildungsabschlusses auf das technologiebasierte Problemlösen betrachtet wird, soll zunächst die Lesekompetenz als Kontrollvariable betrachtet werden. Hierfür wird analog ein Modell mit alltagsmathematischer Kompetenz als abhängige oder erklärte Variable betrachtet. Personen mit unterschiedlichen Bildungsniveaus erreichten auch dann noch signifikant unterschiedliche alltagsmathematische Kompetenzpunkte, wenn sie sich in ihrer Lesekompetenz nicht unterschieden. So hat eine Person mit niedrigem Bildungsabschluss im Mittel neun Kompetenzpunkte weniger und mit hohem Bildungsabschluss im Mittel sieben Kompetenzpunkte

5. Kapitel

mehr als eine Person mit mittlerem Bildungsabschluss. Für alltagsmathematische Kompetenz findet sich auch unter Kontrolle von Lesekompetenz ein signifikanter Effekt durch den höchsten Bildungsabschluss. Lesekompetenz erklärt also nicht generell Kompetenzunterschiede zwischen Personen mit verschiedenen Bildungsabschlüssen.

Die deutliche Abstufung der Bildungsabschlüsse zeigte sich bei Problemlösen nicht, wenn der Effekt durch die Lesekompetenz kontrolliert wird (siehe Modell 5.14). Problemlösen ist in diesem Modell nicht vom Erreichen eines hohen Bildungsabschlusses abhängig. Die Kompetenzwerte von Personen mit einem hohen Bildungsabschluss sind nicht signifikant verschieden von den Kompetenzpunkten einer Person mit mittlerem Bildungsabschluss, aber gleichen Lesekompetenzen. Unerwartet erreichten Personen mit einem niedrigen Bildungsabschluss im Mittel neun Kompetenzpunkte mehr, als Personen mit einem mittleren Bildungsniveau. Berücksichtigt man die Lesekompetenz einer Person, hat ihr Bildungsniveau nicht den erwarteten Effekt, wonach ein hoher Bildungsabschluss mit besserer Leistung im technologiebasierten Problemlösen assoziiert wäre.

5.5 Zusammenfassung und Diskussion

Es konnte gezeigt werden, dass technologiebasiertes Problemlösen den hier postulierten a priori Annahmen gemäß dimensioniert ist. Im Folgenden sollen die Ergebnisse zusammengefasst und anschließend diskutiert werden. *Die Testwertinterpretation des Konstruktes technologiebasiertes Problemlösen in seiner Umsetzung in der PIAAC-Studie wird als valide angenommen, weil die Testwerte...*

... vor allem mit der Lesekompetenz assoziiert ist, aber dennoch auch positiv von der alltagsmathematischen Kompetenz abhängt (Hypothese 1-3).

Bereits im Framework zur Konzeptualisierung von technologiebasiertem Problemlösen wurde die besondere Bedeutung der Lesekompetenz für diese Schlüsselkompetenz hervorgehoben (OECD, 2009a). Für technologiebasiertes Problemlösen ist Lesekompetenz von großer Bedeutung. Der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien erforderte kognitive Leistungen, die in einem besonderen Maß durch das Lesen und das Nutzen der gewonnenen

5. Kapitel

Informationen geprägt werden. Folglich stehen Lesekompetenzen immer in einem positiven Zusammenhang mit den Kompetenzen Probleme technologiebasiert zu lösen und können sogar Unterschiede zwischen Personengruppen (beispielsweise differenziert nach Bildungsabschlüssen) erklären. Für technologiebasiertes Problemlösen ist auch die alltagsmathematische Kompetenz von Bedeutung. Alltagsmathematische Kompetenzen nimmt jedoch eine relativ geringere Rolle im Vergleich zur Lesekompetenz im technologiebasierten Lösen von Problemen ein. Personen profitierten von mathematischen Kompetenzen (und eventuell auch von deren Lösungsstrategien), wenn sie im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien auf Probleme stießen.

... weitgehend eine Prägung durch Kohortenunterschiede zeigt, die nicht durch alltagsmathematische und Lesekompetenzen erklärt werden können (Hypothese 2).

Alle Kompetenzkonstrukte der PIAAC-Studie unterliegen einem Effekt durch das Alter beziehungsweise der Kohortenzugehörigkeit. Da jedoch davon ausgegangen wird, dass technologiebasiertes Problemlösen aufgrund seiner Entstehungsgeschichte nicht in allen Kohorten gleichermaßen erlernt werden konnte, unterscheidet es sich von Kompetenzen, die durch schulisches Lernen unterstützt wurden. Es konnte gezeigt werden, dass Lesekompetenz eine Rolle in der Bearbeitung der Probleme hat, weil sie Kompetenzunterschiede der alltagsmathematischen Kompetenz zwischen den verschiedenen Kohorten erklären kann. Der bestehende Unterschied für die Zugehörigkeit zur ältesten Kohorte war dann nicht mehr signifikant, wenn Personen mit ähnlichen Lesekompetenzen verglichen wurden. Ältere Personen erreichten aufgrund ihrer schlechteren Lesekompetenz geringere Kompetenzwerte in der alltagsmathematischen Kompetenz. Es ist zu vermuten, dass lediglich ein Kohorteneffekt für Lesekompetenz vorhanden ist, der wiederum Kohortenunterschiede in anderen Kompetenzkonstrukten hervorruft, die besonders mit Lesekompetenz assoziiert sind (hier alltagsmathematische Kompetenz). Dieses Ergebnis findet sich in Bezug auf das technologiebasierte Problemlösen nicht wieder. Ältere Menschen erreichten in dieser Kompetenzkonstrukte auch dann weniger Kompetenzpunkte, wenn nur Personen mit ähnlichen (alltagsmathematischen und) Lesekompetenzen verglichen wurden. Lesekompetenz konnte folglich für die älteste Kohorte nur einen Teil des Kohorteneffektes erklären. Dies entspricht den Erwartungen, da Lesekompetenz zwar einen bedeutsamen Einfluss auf das technologiebasierte Problemlösen hat, aber die nötigen und in älteren Kohorten

5. Kapitel

vermutlich fehlenden Erfahrungen nicht kompensieren kann (vergleiche Kapitel 4). So unterschieden sich Kohorten in ihrem Lösen von technologiebasierten Problemen auch dann, wenn nur Personen mit ähnlichen Lesekompetenzen verglichen wurden.

... im Vergleich zu den mathematischen oder Lesekompetenzen weniger durch schulische Leistungen determiniert (Hypothese 3).

Ein bedeutsamer Teil der Kompetenzentwicklung findet in der frühen institutionellen Bildung statt (Kirsch, Jungeblut, Jenkins, & Kolstad, 2002). Die rasante Entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologien charakterisiert das technologiebasierte Problemlösen insofern, als dass es ein relativ neues Kompetenzkonstrukt ist, das noch nicht umfassend innerhalb der formellen Bildungsorganisation integriert ist. Folglich wurde hier argumentiert, dass die Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens weniger von dem erreichten Bildungsgrad als anderen schulisch geförderten Kompetenzen abhängt. Deskriptiv waren die Unterschiede in den erreichten Kompetenzstufen im technologiebasierten Problemlösen zwischen verschiedenen Bildungsniveaus geringer als in den anderen Kompetenzkonstrukten der PIAAC-Studie. Die Determination eines bestimmten Kompetenzniveaus durch das erreichte Bildungsniveau war nicht mehr inferenzstatistisch bedeutsam, wenn zusätzlich Lesekompetenz im Modell aufgenommen wurde. So bestanden Differenzen im technologiebasierten Problemlösen zwischen Personen mit unterschiedlich guten Bildungsniveaus, weil diese Personen unterschiedlich gut lesen konnten.

... ein eigenständiges Kompetenzkonstrukt abbildet (Diskussion).

Die Analysen in diesem Kapitel konnten zeigen, dass Annahmen über ein nomologisches Netz aus Hypothesen über das Kompetenzkonstrukt technologiebasiertes Problemlösen bestätigt werden konnte. Technologiebasiertes Problemlösen ist ein eigenständiges Kompetenzkonstrukt, das als Schlüsselkompetenz mit mathematischen und Lesekompetenzen assoziiert ist. Die hier weitgehend gestützten Hypothesen über die Zusammenhangsstrukturen der unterschiedlichen Kompetenzkonstrukten und dem technologiebasierten Problemlösen können auch im Sinne einer Konstruktvalidierung als Belege für die Gültigkeit der Testwertinterpretation betrachtet werden (Cronbach & Meehl, 1955). So können sie zeigen, dass das die Interpretation der Testwerte des technologiebasierten Problemlösens eigenständig, unabhängig und somit va-

5. Kapitel

lide ist. In diesem Abschnitt der Arbeit wurde auch ein besonderer Fokus auf die Belege basierend auf Zusammenhängen zu anderen Variablen gelegt (siehe Kapitel 2). Hierbei konnte gezeigt werden, dass die Testwerte des technologiebasierten Problemlösens mit mathematischen und Lesekompetenzen assoziiert, diese aber die Eigenständigkeit des Konstruktes nicht gefährden ist. Lesekompetenz ist zwar im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie notwendig, aber keine hinreichende Voraussetzung um Probleme technologiebasiert zu lösen. Technologiebasiertes Problemlösen ist mehr als alltagsmathematische oder Lesekompetenz.

Personen aus älteren Kohorten erreichten sowohl in alltagsmathematischen und Lesekompetenzen als auch im technologiebasierten Problemlösen eher niedrigere Kompetenzniveaus. Solche Kohortenunterschiede wurden in verschiedenen Studien bereits diskutiert (Kirsch, Jungeblut, Jenkins, & Kolstad, 2002; Maehler, et al., 2013; OECD, 2013a; OECD & Statistics Canada, 2000). Der Kohorteneffekt im technologiebasierten Problemlösen kann durch andere (moderierende) Variablen erklärt werden (siehe auch Kapitel 4). So konnte in diesem Kapitel erneut gezeigt werden, dass es verschiedene Erklärungen für Kohortenunterschiede im technologiebasierten Problemlösen gibt. Naheliegen ist, dass bestehende Kohortenunterschiede durch Übung im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien entstanden sind und nicht einzig durch Lesekompetenz hervorgerufen werden. Dieser bestehende Effekt durch die Kohortenzugehörigkeit könnte durch unterschiedliche Lerngelegenheiten der Kohorten im Umgang mit Computern bedingt sein. Eine mögliche Ursache kann darin bestehen, dass informelles Lernen sowie Fort- und Weiterbildung bestehende Kohortenunterschiede erklären. Dieser Fragestellung widmet sich Kapitel 6.

Zuletzt wurde empirisch belegt, dass technologiebasiertes Problemlösen weniger von dem schulischen Erfolg abhängt, als dies bei mathematischen und Lesekompetenzen der Fall ist. Alltagsmathematische Kompetenz und Lesekompetenz werden zumeist durch formelle, insbesondere institutionelle Lerngelegenheiten erworben. Hier kann ein deutlicher Zusammenhang zwischen formellen Bildungsabschlüssen und dem Niveau der Kompetenzausprägung erwartet und empirisch belegt werden. Im Gegensatz hierzu ist der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien aus entstehungsgeschichtlichen Gründen erst jüngst im institutionellen Bildungssystem erschienen. Technologiebasiertes Problemlösen wird somit weniger an Schulen oder Hochschulen gelehrt und ist deshalb auch weniger mit dem Bildungsab-

5. Kapitel

schluss assoziiert als schulisch erworbene Kompetenzen. Zunächst bedeutet dies, dass die Ungleichheit durch die Wahl eines bestimmten Bildungswegs – im Vergleich mit alltagsmathematischen und Lesekompetenzen – für technologiebasiertes Problemlösen am geringsten ist. Personen mit einem niedrigen Bildungsabschluss sind im technologiebasierten Problemlösen am wenigsten benachteiligt. Jedoch bezieht sich diese Ungleichheit auf ein relativ niedriges Kompetenzmaß. So konnten Personen aller Bildungsschichten die Kompetenzstufe eins des technologiebasierten Problemlösens erreichen, welche mit 31 Prozent am häufigsten erreicht wurde (OECD, 2013a). Personen, denen diese Kompetenzstufe zugeordnet wurde, sind beispielsweise zur Verwendung von gängiger technologischer Anwendungen wie Email-Software oder Webbrowser in der Lage, aber noch nicht zu komplexen Navigationsverhalten (Zabal, Martin, Klaukien, & Rammstedt, 2013). Die dennoch messbaren und signifikanten Unterschiede zwischen Personengruppe mit einem hohen Bildungsniveau und deren technologiebasierte Problemlösekompetenz konnten durch deren Lesekompetenz erklärt werden. So erreichen Personen mit einem hohen Bildungsabschluss aufgrund ihrer guten Lesekompetenz eine hohe Kompetenzstufe im technologiebasierten Problemlösen. Dies zeigt erneut die Bedeutung von Lesekompetenz für technologiebasiertes Problemlösen, da Lesekompetenz Effekte anderer (Kontroll-) Variablen beispielsweise des Bildungsniveaus und des Geschlechts erklären kann.

An zwei Stellen in dieser Arbeit wurde der Einfluss von Lesekompetenz auf alltagsmathematische Kompetenz beschrieben. Dies diente einem Vergleich mit dem Einfluss von Lesen auf technologiebasiertes Problemlösen genutzt. Einige theoretische Annahmen, die in diesem Vergleich enthalten sind, könnten auch auf Charakteristika der Konstrukte alltagsmathematischen und Lesekompetenz basieren werden, die hier nicht zentral waren. Warum Lesekompetenz Kohortenunterschiede in der alltagsmathematischen Kompetenz erklären kann, bleibt eine offene Frage. Denkbar ist hier, dass Kohortenunterschiede in beiden Kompetenzkonstrukten die gleiche biologische, soziale-historische oder ökonomische Ursache haben. Es ist ebenfalls vorstellbar, dass Kohortenunterschiede durch verschiedenlange Ausbildungszeiten erklärt werden können (Kirsch, Jungeblut, Jenkins, & Kolstad, 2002) oder die Nähe zur zurückliegenden Ausbildung ursächlich hierfür ist (OECD & Statistics Canada, 2000). Beides trifft gleichermaßen auf alltagsmathematische und Lesekompetenz zu und könnte zu einer Überlagerung der Kohorteneffekte geführt haben. Der Vergleich der beiden Modelle (jeweils mit alltagsmathematischer Kompetenz oder technologiebasierten Problemlösen als abhängige Variable) konnte zeigen,

5. Kapitel

dass technologiebasiertes Problemlösen als eigenständiges Kompetenzkonstrukt einen konvergente Struktur aufweist, die sich von tendenziell schulisch erworbenen Kompetenzen unterscheidet.

6. Erfolgsfaktoren und Merkmale des lebenslangen Lernprozesses beeinflussen die Entwicklung von Routinen und Kompetenzen im technologiebasierten Problemlösen

Der Erwerb von Kompetenzen kann über verschiedene Wege geschehen und erfordert unterschiedliche Voraussetzungen. In diesem Kapitel wird nun der Fokus auf das Lernen und den Kompetenzerwerb im Erwachsenenalter gelegt. Insbesondere werden formelle und informelle Lerngelegenheiten und Lernorte betrachtet. Das Lernen im Erwachsenenalter hat sich historisch verändert und in der heutigen Informationsgesellschaft an Komplexität gewonnen (Seitter, 2007). Die Geschichte des organisierten Lernens wurde durch die gesellschaftliche Entwicklung geprägt, indem sich die Bedeutung von Wissen und Kompetenzen in einem stetigen Wandel befinden (Kade, Nittel, & Seitter, 1999). Die Anforderungen an Erwachsene gewinnen an Komplexität. So ist nicht nur kontextbezogenes alltäglich-praktisches Wissen, sondern auch wissenschaftlich-technisches Wissen in beinahe allen Berufen und gesellschaftlichen Teilbereichen notwendig (Dinkelaker & Kade, 2011). Dazu gehört auch insbesondere das prozedurale Wissen (Böhme & Stehr, 1986). Volks-, Erwachsenen- und Weiterbildung passen sich diesen gesellschaftlichen Gegebenheiten und Anforderungen für Erwachsene an (Seitter, 2007). So verändern sich Angebote für Jugendliche und Erwachsene beispielsweise auch gemäß des Standes der Technologie.

Die in der PIAAC-Studie betrachteten Kompetenzen können im gesamten Bildungssystem sowie durch informelle Lernprozesse in anregenden Alltags- und Arbeitsumwelten erworben werden (Solga, 2013). Folglich kann die Erwachsenen- und Weiterbildung als eine Instanz der Wissensvermittlung unter vielen anderen Lerngelegenheiten verstanden werden (Dinkelaker & Kade, 2011). Eine andere und parallel verlaufende Form der Wissensaneignung ist das informelle Lernen (Kaschuba, 1996). Erwachsene können informelle Lerngelegenheiten und Weiterbildungen als Quellen der Wissensaneignung für die Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens nutzen. Für die folgenden Analysen sind somit die Fragen leitend: *Verschiedene kontextspezifische und unspezifische Erfolgsfaktoren und Merkmale eines Lernprozesses stehen im Zusammenhang mit dem Erreichen von höheren Kompetenzstufen im technologiebasierten Problemlösen sowie einer effizienten technologiebasierten Bearbeitung von Problemen.* In diesem Kapitel werden zwei der fünf Leithypothesen in den Fokus genommen

6. Kapitel

(siehe Kapitel 1): In der zweiten Leithypothese wurde das technologiebasierte Problemlösen als kohortenabhängig beschrieben und in der fünften Leithypothese der Fokus auf den lebenslangen und informellen Erwerb von Wissen und Kompetenzen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien gelegt.

In den folgenden Abschnitten werden zunächst Einflussfaktoren für die Kompetenzentwicklung von technologiebasiertem Problemlösen beschrieben (Abschnitt 6.1), wobei in einem ersten Schritt auf informelle Lerngelegenheiten im Alltag und die Herausforderungen durch die Technologisierung der Arbeitswelt eingegangen wird. Anschließend werden Chancen durch die Erwachsenenbildung und Weiterbildung betrachtet. Im darauf folgenden zweiten Abschnitt dieses Kapitels werden aus den Theorien abgeleitete Hypothesen formuliert (Abschnitt 6.2). Diese teilen sich jeweils auf die zwei Forschungsschwerpunkte dieser Arbeit auf: Kompetenzen und Routinen. Anschließend wird die Datengrundlage dieses Abschnittes beschrieben und im Weiteren die Analysemethoden erläutert (Abschnitt 6.3). Die Beschreibung der Ergebnisse folgt im vierten Abschnitt dieses Kapitels (Abschnitt 6.4). Abschließend werden die Ergebnisse zusammengefasst und diskutiert (Abschnitt 6.5).

6.1 Einflussfaktoren für die Kompetenzentwicklung im technologiebasiertem Problemlösen

Kompetenzen und deren Entstehung sind Fokus diverser Forschungsprogramme und auch für Politik und Wirtschaft ein relevantes Thema (Klieme & Hartig, 2007). Dies kann unter anderem auf die vielseitige Verwendbarkeit des Begriffes zurückgeführt werden, da der Begriff „Kompetenz“ neben dem Erfolg eines Bildungsprozesses auch auf die Qualitäten menschlicher Kommunikation verweist. So zeigt sich dies in einer sehr allgemeinen und umfassenden Definition der Europäischen Kommission (2001, S. 34), wonach unter Kompetenz die „Fähigkeit zum wirksamen Einsatz von Erfahrung, Wissen und Qualifikationen“ verstanden wird. Aus erziehungswissenschaftlicher Perspektive werden Kompetenzen jedoch eher als Bildungsbegriff verstanden, der sich in unterschiedlichen Maßen auf die Entwicklung akademischen Wissens, auf situative Handlungen und Persönlichkeitsentfaltung bezieht. In dieser Arbeit werden Kompetenzen als Leistungsdispositionen verstanden, die in bestimmten Kontexten benötigt werden

6. Kapitel

(Klieme & Leutner, 2006, S. 879). Zudem sind damit auch motivationale, volitionale und soziale Bereitschaften und Fähigkeiten verbundenen, die Personen dazu befähigen, Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können (Klieme, et al., 2003).

Werden die in Kapitel 4 beschriebenen Routinen betrachtet, die eine Person im Umgang mit Problemen mit Informations- und Kommunikationstechnologien anwendet, wird deutlich, dass sich diese stark von den Kompetenzen, die im Kapitel 5 betrachtet wurden, in ihren Erwerb und Bestehen unterscheiden. Routinen sind durch Übung erworbene Automatisierungen von Handlungssequenzen und weder angeborene Dispositionen oder Veranlagungen (Schneider & Stern, 2010) noch eigenständige Kompetenzkonstrukte. Den Argumentationen von Klieme und Hartig (2007) folgend wird hier davon ausgegangen, dass Wissen und gerade auch das automatisierte prozedurale Wissen ein Teilaspekt von Kompetenz sind, sich aber dennoch im Erwerb unterscheiden. So umfassen verschiedene Kompetenzen in unterschiedlichen Maß folgende Aspekte: Fähigkeit, Wissen, Verstehen, Können, Handeln, Erfahrung und Motivation. Während der Erwerb von Wissen durch Lernbereitschaft und Übung entsteht, erfordern Kompetenzen diese zwar auch, aber basieren unter anderen auch auf sozialen und emotionalen Aspekten des Lernens wie zum Beispiel der Lernmotivation. Somit werden der Kompetenzentwicklung auch verschiedene Attribute zugeschrieben: Sie dient neben den pädagogischen auch wirtschaftlichen Zwecken und konstituiert sich sowohl im Alltagslernen als auch in der institutionalisierten Weiterbildung (Nuissl, Schiersmann, & Siebert, 2002). Kompetenz ist folglich ein erziehungswissenschaftliches Konstrukt, das einen sehr komplexen Teilbereich des Selbst einer Person beschreibt und über verschiedenen Lebensphasen und Orte ausgebildet werden kann.

Kompetenzentwicklung endet nicht mit der formellen schulischen und beruflichen Ausbildung, sondern kann auch formell oder informell, explizit oder implizit im Beruf und im Alltag gefördert werden (Desjardins, 2003; Reder, 2009). Hier ist besonders bedeutsam welche Anforderungen im Beruf, aber auch im Alltag vorhanden sind, und wie Personen mit diesen Anforderungen umgehen. Im Folgenden sollen mögliche Lernorte und dazugehörige Lebensphasen von Personen beschrieben werden. Hierbei wird Bezug auf zwei Orte informeller Lerngelegenheiten für den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien genommen: dem Umgang mit diesen Technologien im Beruf sowie im Alltag. Eine weitere formelle Lerngelegenheit für den Kompetenzerwerb in technologiebasiertem Problemlösen – die Weiterbildung – wird ebenfalls skizziert.

6. Kapitel

Informelles Lernen im Erwachsenenalter in einer technologiereichen Informationsgesellschaft

Ein zumeist beiläufiges Lernen, das nicht durch Personen oder Institutionen intendiert ist, wird auch informelles Lernen genannt, welches sich unter anderem im Alltag oder der Freizeit wiederfindet (Dohmen, 2001; siehe auch Kapitel 2). So definiert die Europäische Kommission *informelles Lernen* als:

„Lernen, das im Alltag, am Arbeitsplatz, im Familienkreis oder in der Freizeit stattfindet. Es ist (in Bezug auf Lernziele, Lernzeit oder Lernförderung) nicht strukturiert und führt üblicherweise nicht zur Zertifizierung. Informelles Lernen kann zielgerichtet sein, ist jedoch in den meisten Fällen nichtintentional (oder inzidentell/beiläufig)“. (Europäische Kommission, 2001, S. 33)

Informelles Lernen kann intendiert geschehen, aber auch ohne Intention oder beiläufig in Beruf und Alltag integriert sein (Marsick, Volpe, & Watkins, 1999). Somit fällt dem informellen Lernen eine große Bedeutung zu, wobei sogar der humanistische Anspruch einer „friedvollen, kreativen und inklusiven Weltgesellschaft“ damit verbunden werden kann (Künzel, 2010, S. 95). Hierfür kann eine positive Lernhaltungen notwendig sein (Tippelt, 2002). Das Lesen im Alltag und Beruf ist notwendig um Kompetenzen über die Lebensspanne hinweg zu erhalten und weiterentwickeln (Desjardins, 2003; Reder, 2009). Folglich sind zwei zentrale Möglichkeiten Kompetenzen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien durch informelle Lerngelegenheiten zu erwerben, sowohl der alltägliche als auch der private Umgang mit diesen Technologien und insbesondere dem Computer.

6. Kapitel

Informelles Lernen im Alltag und die Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien. Im Alltag, in der Freizeit und in der Familie gibt es potentiell Gelegenheiten der Wissensaneignung und Gelegenheiten neue Kompetenzen zu erwerben oder zu erweitern. Das informelle Lernen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien ist inzwischen fester Bestandteil des Alltags (OECD, 2013a). Computer im Alltag zu nutzen, kann durch einen Arbeitsplatz motiviert sein, der die Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien erfordert oder fördert (De Koning & Gelderblom, 2006), aber auch die alltägliche Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien hat einen Einfluss auf die Computerfertigkeiten und somit auch auf das technologiebasierte Problemlösen, das auf alltägliche Probleme fokussiert ist (OECD, 2009a). Der alltägliche Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien ist mit besseren Leistungen am Arbeitsplatz assoziiert (De Koning & Gelderblom, 2006). Insbesondere Personen, die Nachteile im Erwerb von Kompetenzen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien haben, können diese Kompetenzen erwerben, wenn sie Neuem und Unbekanntem gegenüber aufgeschlossen sind (Tippelt, 2002). Gerade in Bezug auf den Kompetenzerwerb im Umgang mit dem Computer spielt der Alltag eine wesentliche Rolle. Während das Tätigkeitsfeld im Beruf durch die Berufswahl und dazugehörige Qualifikationen und Weiterqualifikationen relativ stark vorstrukturiert sind, trifft dies auf den Alltag nicht zu. Im Alltag ist eine spontane Einstellung auf Änderungen der persönlichen Interessen und Motivationen weitgehend möglich, während der berufliche Alltag dies nur in einem gewissen Maß ermöglicht. Somit könnte der Alltag – je nach persönlichen Interesse und Motivation – ein relevanter informeller Lernort für den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien sein.

6. Kapitel

Technologisierung der Arbeitswelt: Berufliche Herausforderungen insbesondere für Ältere. Technologische Veränderungen und Neuentwicklungen beeinflussen die Wirtschaft und verändern somit den Arbeitsmarkt sowie die Arbeitsplätze. Diesen Veränderungen geht ein Wandel in den Berufsstrukturen, aber auch den kognitiven Anforderungsstrukturen von Arbeitsplätzen einher (Autor, Levy, & Murnane, 2003). Die Verfügbarkeit und die sinkenden Preise von Computern oder anderen technologischen Errungenschaften veränderten die Tätigkeitsstrukturen in den letzten Jahrzehnten (Acemoglu, 1998; Goos & Manning, 2007). Die Nutzung von Computern und gute Fertigkeiten im Umgang mit ihnen stehen in einem positiven Zusammenhang mit der Produktivität am Arbeitsplatz (Schleife, 2006). Zudem konnte ein positiver Zusammenhang zwischen dem erzielten Stundenlohn und der Computernutzung im Beruf gefunden werden (Borghans & ter Weel, 2002; Entorf & Kramarz, 1997). Bildung und Kompetenzen sind somit notwendig um diesen Veränderungen im Arbeitsmarkt zu begegnen (Europäische Kommission, 2001). Letztlich besteht sogar eine Beziehung zwischen dem Wirtschaftswachstum eines Landes, den jeweiligen Bildungschancen und der Kompetenzentwicklung (Klaukien, et al., 2013). Somit ist die Bildung und Ausbildung im Umgang mit dem Computer und anderen Informations- und Kommunikationstechnologien ein wesentlicher Beitrag zur Teilhabe aller an der Gesellschaft (Rammstedt, 2013b).

In der Berichtslegung zur PIAAC-Studie wurde bereits die Verbreitung der beruflichen Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien beschrieben. Demnach betrug die nach subjektiven Kriterien berichtete Computernutzung am Arbeitsplatz in Deutschland 92 Prozent (Klaukien, et al., 2013). Im Vergleich hierzu berichteten lediglich 80 Prozent der (ehemaligen) Arbeitnehmer Schreib- und Rechentätigkeiten an ihren Arbeitsplatz durchzuführen. In der Europäischen Union hat die Nutzung von Computern am Arbeitsplatz in den letzten Jahren beständig zugenommen, wobei jedoch in Deutschland eine Stagnation festgestellt wurde (BITKOM, 2012; 2013). So wurde zwar in deutschen Unternehmen mit mindestens 10 Beschäftigten im Zeitraum von 2007 bis 2012 an 61 Prozent der Arbeitsplätze ein Computer benötigt, aber europaweit stieg der Anteil von 50 Prozent auf 53 Prozent der Arbeitsplätze (zur Entwicklung und Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien siehe auch Kapitel 2). Die Computernutzung am Arbeitsplatz und Computerfertigkeiten stehen in einem Zusammenhang mit dem Bildungsabschluss einer Person (Friedberg, 2003; Entorf & Kramarz, 1999; Schleife, 2006). Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass die Computernutzung einen eigenständigen Einfluss auf Computerfertigkeiten hat (De Koning & Gelderblom, 2006).

6. Kapitel

Insbesondere für ältere Arbeitnehmer können diese Veränderungen eine große Bedeutung haben, da sie ihre Arbeitsstrukturen stark veränderten und noch immer verändern können (Doh, 2011a). Zum einen kann der Beruf für ältere Arbeitnehmer einen ersten Zugang zu Informations- und Kommunikationstechnologien bieten. Zum anderen sind momentane Herausforderungen für ältere Personen noch sehr groß. So nutzen ältere Personen sowohl in der Freizeit als auch im Beruf Informations- und Kommunikationstechnologien seltener als jüngere Personen (De Koning & Gelderblom, 2006; Friedberg, 2003; Schleife, 2006). Dies bedeutet einen Nachteil für ältere Arbeitnehmer, der jedoch durch eine gezielte Förderung durch den Arbeitgeber gemindert werden kann (De Koning & Gelderblom, 2006). Personen nutzen häufiger Informations- und Kommunikationstechnologien, wenn dies vom Arbeitgeber erwünscht und Teil der Strategien und Verfahrensweisen des Unternehmens ist. Ältere Personen hatten im Lauf ihrer Biographie seltener Gelegenheit den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien zu erlernen (siehe auch Kapitel 2). So wiesen Personen, die 50 Jahre oder älter waren, signifikant geringere Computerfertigkeiten – selbst in relativ leichten Anwendungsgebieten – auf, obwohl sie zum Befragungszeitpunkt ähnlich häufig Technologien nutzten (De Koning & Gelderblom, 2006; Borghans & ter Weel, 2002).

Das Nutzen von Informations- und Kommunikationstechnologien am Arbeitsplatz ist ein Resultat aus einem technologischen Wandel, der in den letzten Jahrzehnen die Berufswelt verändert hat. Prozesse werden durch die Nutzung von Computern und anderen Technologien automatisiert und somit beschleunigt (Autor, Levy, & Murnane, 2003). Dieser Wandel führte folglich auch zu einer Veränderung der Arbeitsplatzstrukturen: So steigt die Zahl der Arbeitsplätze, die einen Computer benötigen. Jedoch bergen diese Veränderungen auch Risiken für die Personen, die nicht mit dieser Technologie arbeiten wollen oder können. So hat die Technologisierung der Arbeitswelt insbesondere für ältere Arbeitnehmer Veränderungen gebracht, die diese nur schwer nachvollziehen können. Als Folge der rasanten Veränderungen der Arbeitsmittel durch Entwicklungen in der Informations- und Kommunikationstechnologien können auch psychische Störungen der Mitarbeiter resultieren (Riechert, 2011). So bedeuten hohe Anforderungen an die Lern- und Anpassungsfähigkeit der Mitarbeiter ein Risiko, aus dem eine psychische Fehlbelastung folgen kann. Solche psychischen Belastungen können folglich aus einer übermäßigen Arbeitsintensität sowie einem raschen Arbeitstempo und hoher Arbeitsintensität resultieren, welche durch die Technologisierung herbeigeführt wurden. Auch kann die

6. Kapitel

Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien eine Überforderung bewirken, die ältere Arbeitnehmer in eine Frühberentung drängt (Schleife, 2006). So sagen Behaghel und Greenan (2007) einen negativen Einfluss durch den technologischen Wandel auf den Anteil älterer und geringqualifizierter Arbeiter vorher, wobei eine gezielte Förderung durch Informations- und Kommunikationstechnologie-Kurse keine positiven Effekte zu haben scheint (De Koning & Gelderblom, 2006).

Weiterbildung als Ort formellen Lernens im Erwachsenenalter

Die Erwachsenenbildung und Weiterbildung dient auch dazu Ungleichheiten abzubauen und Ausgrenzung zu verhindern (Europäische Kommission, 2001). Jedoch stellt dies auch Anforderungen an die Erwachsenenbildung, die die Frage aufwerfen, ob das traditionelle Bildungs- und Berufsbildungssysteme dafür ausgelegt ist den Entwicklungen nachzukommen (Europäische Kommission, 2001). Zum einen ist die Realisierung des lebenslangen Lernens durch Fort- und Weiterbildung noch nicht fest etabliert. In der europäischen Union nahmen im Jahr 2000 nur acht Prozent der 25- bis 64-Jährigen an Bildungs- und Berufsbildungsmaßnahmen teil (Bericht des Rates Bildung, 2001). Zum anderen gibt es Bedenken bezüglich der Wirksamkeit von Weiterbildung und des aktuellen Diskurses über die Weiterbildung. Bildung und Weiterbildung sind Bedingungen für eine Teilhabe aller am gesellschaftlichen Leben, den Arbeitsmarkt und anderen Teilbereichen der Gesellschaft (Europäische Kommission, 2001). Im Jahr 1999 wurde im Rahmen der zweiten europäischen Erhebung zur beruflichen Weiterbildung (CVTS2) festgestellt, dass in 75 Prozent aller befragten Unternehmen Weiterbildungen sowie informelle Weiterbildungsaktivitäten (beispielsweise selbstgesteuertes Lernen oder Weiterbildung am Arbeitsplatz) unterstützt und durchgeführt wurden (Egner, 2001). In dieser Studie wurden als informelle Weiterbildungsaktivitäten beispielsweise das selbstgesteuerte Lernen oder die Weiterbildung am Arbeitsplatz gewertet. Hierbei wurden am Häufigsten die Themenkomplexe zu elektronischer Datenverarbeitung oder Informations- und Kommunikationstechnologien zum Fokus formeller Maßnahmen (21%). Des Weiteren wurden folgende Themen ermittelt: Management und Arbeitstechniken (20%), Verkauf (11%), Technik und Produktion (11%), Sprachkurse (7%) und andere Themen (15%), die zum Teil ebenfalls einen direkten oder indirekten Bezug zur Technologie haben (Kuwan, et al., 2002). Weiterbildung ist folglich ein Lernort, an dem der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien erlernt werden kann. Für dieses Lernen hatten Medienverbände, die sich in den 1960er Jahren institutionalisierten, eine große

6. Kapitel

Bedeutung (Seitter, 2007). Hier konnten die Teilnehmer von Erwachsenenbildung quasi unbegrenzt ihre Lernansprüche wahrnehmen. Neu an den Konzepten der Medienverbände waren ihre multimedialen Lernformen, so zum Beispiel die damals neuen computergestützten Lernarrangements. Dennoch gibt es auch hier empirische Befunde, die der Weiterbildung keine positiven Effekte auf die Leistungen im Beruf belegen. So ist die Teilnahme an Weiterbildungen mit Bezug auf Informations- und Kommunikationstechnologien nicht mit höheren Leistungen im Beruf assoziiert (De Koning & Gelderblom, 2006). Dennoch wird erwartet, dass technologiebasiertes Problemlösen ein Resultat auch aus Bildung und Weiterbildung ist und somit in Zusammenhang mit beruflichen Aktivitäten steht (OECD, 2009a).

Ein wirtschaftsbezogener Diskurs der kompetenzorientierten Wende in der Weiterbildung hat in den letzten Jahren eine leitende Funktion übernommen und eine Vernachlässigung von Diskursen der berufs- und erwachsenenpädagogischen Debatten herbeigeführt (Arnold, 2002). So beschreibt beispielsweise Behringer (2002, S. 91) Hürden für die Teilnahme an Weiterbildungen durch Ältere wie folgt: Aufgrund des Alters stellt ein Ende der beruflichen Tätigkeit eine Begrenzung der „Auszahlungsperiode einer Investition in Weiterbildung“ dar. So verfolgt die Weiterbildung hier zwei zentrale Zwecke. Zum einen soll für den Arbeitgeber eine Steigung der Erträge durch eine höhere Produktivität erreicht werden. Zum anderen soll für den Arbeitnehmer möglichst eine Lohnsteigerung oder aber auch bessere Arbeitsbedingungen erreicht werden. Dieser Darstellung einer wirtschaftsbezogenen Perspektive auf Weiterbildung sollte nach Arnold (2002) nicht allein den Diskurs zur Weiterbildung bestimmen. So könnte eine berufs- und erwachsenenpädagogische Orientierung hier zudem moralpädagogische und sozialisationstheoretische Bezüge bringen. Folgt man diesen Diskursen um die Erwachsenenbildung finden sich auch Bezüge zur Identitätsbildung (Kade J., 1989). So kann die Teilnahme an Weiterbildung – aber auch das informelle Lernen – intrinsisch motiviert und aufgrund von Wissbegierde oder positiven Lernhaltungen angestoßen sein (Tippelt, 2002). Somit werden Wissen und Kompetenzen nicht nur zum Zweck ihrer wirtschaftlichen Verwertbarkeit erworben, sondern ist auch als Teil der Identitätsbildung. In Bezug auf den hier angestrebten Diskurs um Informations- und Kommunikationstechnologien und die Fähigkeit, Probleme damit zu lösen, sollte Weiterbildung nicht nur die wirtschaftliche Verwertbarkeit von Computerkompetenzen betrachten, sondern auch identitätsfördernde Aspekte von Weiterbildung (beispielsweise die intrinsische Motivation, neue Technologien zu verwenden). Auch eine biographische Perspektive, die in dieser Arbeit verfolgt wird, bietet eine Möglichkeit den Zweck von Weiterbildung zu betrachten.

6.2 Hypothesen

Im Folgenden werden Hypothesen aufgestellt, die die Beziehung von Lerngelegenheiten im Erwachsenenalter und deren Einfluss auf technologiebasiertes Problemlösen beschreiben. Hierfür wird die folgende Frage leitend sein: In welchem Zusammenhang stehen Erfolgsfaktoren von außerschulischen und formellen sowie informellen Lerngelegenheiten und den erworbenen Wissen, Routinen und Kompetenzen im technologiebasierten Problemlösen von (älteren) Erwachsenen?

(1) Die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien steht in einem positiven Zusammenhang mit dem technologiebasierten Problemlösen und unterstützt den Erwerb von Routinen im Umgang mit diesen Technologien. Beruf und Alltag sind zwei sich ergänzende Lernorte für den Umgang mit diesen Technologien.

Einen Zugang zu Computern oder Notebooks zu haben, ist eine grundlegende Voraussetzung für den Erwerb von technologiebasierten Problemlösekompetenzen (OECD, 2011b). Der regelmäßige Umgang mit den Informations- und Kommunikationstechnologien sollte folglich in einem Zusammenhang mit der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens stehen (OECD, 2009a). Neben den Kompetenzen können auch Routinen durch einen regelmäßigen Umgang mit ähnlichen Problemlagen entstehen (Schneider & Stern, 2010). In Beruf und Alltag erworbenes automatisiertes Wissen führt dazu, dass Prozesse in einer Problembearbeitung beschleunigt werden können, sofern sie Teil dieser Übung waren. Somit wird auch erwartet, dass die Bearbeitungszeiten auf automatisierbaren Teilschritten kürzer sind, wenn eine Person einen regelmäßigen Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien hatte. Sofern Personen Informations- und Kommunikationstechnologien im Beruf nutzen, können sich hier erworbene Routinen von denen unterscheiden, die im Alltag erlernt wurden. Somit sind Alltag und Beruf zwei sich ergänzende Lernorte zum Erwerb von Routinen.

(2) Für die Kompetenzentwicklung im Bereich des technologiebasierten Problemlösens und für einen routinierten Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien sind Weiterbildungen von Bedeutung.

Ebenso wie die informellen Lerngelegenheiten gehören auch die formellen Lerngelegenheiten zum lebenslangen Lernen. Personen, die sich intensiv weiterbilden, weisen wahrscheinlich auch

6. Kapitel

höhere Lernbereitschaft auf und können sich neues Wissen und neue Inhalte leichter aneignen. Erwartet wird, dass sie – ähnlich wie informelle Lerngelegenheiten – auch in einem Zusammenhang mit den Problemlösekompetenzen und Routinen im Bearbeitungsprozess stehen. Wenn ein positiver Zusammenhang zwischen den besuchten Weiterbildungen im letzten Jahr und dem erreichten Kompetenzniveau und den Routinen gefunden wird, stützt dies die Annahme einer validen Testwertinterpretation.

(3) Kompetenzen und Routinen im technologiebasierten Problemlösen sind weniger mit Betätigungen oder Übung in anderen Domänen, beispielsweise Lesekontexte assoziiert.

Kompetenzen werden als kontextspezifische Leistungsdispositionen verstanden und sind als solche auch eher an die Übung in der jeweiligen Domäne gebunden. Dennoch können Schlüsselkompetenzen – zu denen mathematische und Lesekompetenzen, aber auch die technologiebasierte Problemlösekompetenz gehören – die Problembewältigung unterstützen. Für das technologiebasierte Problemlösen hat beispielsweise die Lesekompetenz einen Einfluss auf die Bewältigung dieser Probleme im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien (siehe Kapitel 5). Dennoch sollte der Domänenbezug im technologiebasierten Problemlösen, insbesondere durch die Abhängigkeit von Computer, dazu führen, dass der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien einen größeren Einfluss auf die erreichte Kompetenzstufe hat, als beispielsweise das Lesen oder Rechnen im Alltag oder Beruf. Während hier angenommen wird, dass diese Lerngelegenheiten in anderen Kontexten auch einen Einfluss auf das Kompetenzniveau im technologiebasierten Problemlösen haben, kann dies für Routinen nicht angenommen werden. Für den Erwerb von Routinen besteht immer die Voraussetzung zuvor erworbenen prozeduralem Wissens, das an einen sehr spezifischen Kontext gebunden ist (De Jong & Ferguson-Hessler, 1996). Der Wissenserwerb und die Nutzung von prozeduralem Wissen in anderen Kontexten werden folglich keine Auswirkungen auf die Routinen im technologiebasierten Problemlösen haben. Routinen sind somit immer an einen bestimmten Kontext gebunden und finden in anderen Kontexten keine Verwendung oder können in anderen Kontexten eventuell auch zu Fehlern oder Fehlhandlungen führen. Routinen sind folglich im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien ein Resultat aus dem Umgang mit diesen Technologien und keine Konsequenz aus anderen Lerngelegenheiten (beispielsweise dem Lesen oder Rechnen).

6. Kapitel

(4) Schulische Bildung, Berufsausbildung und informelle Bildung sind sich ergänzende Lernorte die jeweils zur Kompetenzbildung beitragen.

Der alltägliche und berufliche Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien wird zumeist nicht institutionell erlernt und entsteht in informellen Lerngelegenheiten. Technologiebasiertes Problemlösen hängt in seiner Kompetenzentwicklung jedoch auch von der schulischen Bildung ab. In Kapitel 5 konnte gezeigt werden, dass der Bildungsgrad in einem Zusammenhang mit den Kompetenzen des technologiebasierten Problemlösen steht. So erreichen Personen mit hohem Bildungsabschluss eher auch hohe Werte in der PIAAC-Problemlösekompetenz; umgekehrt zeigen Personen mit niedrigem Bildungsabschluss geringere Problemlösekompetenzen. So wurde hier argumentiert, dass der Bildungsabschluss für das technologiebasierte Problemlösen von Bedeutung ist, weil er mit der Lesekompetenz assoziiert ist und diese wiederum stark mit der Problemlösekompetenz zusammenhängt. Folglich wird hier erwartet, dass der Bildungsabschluss nicht den Einfluss von Übung mit Informations- und Kommunikationstechnologien auf technologiebasiertes Problemlösen erklärt. Formelle und informelle Lerngelegenheiten im Erwachsenenalter sind Lernorte, die sich für die Entwicklung von Kompetenzen ergänzen und ihren Einfluss auf diese Kompetenzbildung nicht durch den Bildungsgrad einer Person verlieren.

(5) Positive Lernhaltungen fördern primär die Aneignung von deklarativem oder neuem Wissen somit auch Kompetenzen, aber weniger Routinen.

Die Lernhaltungen, wie sie in der PIAAC-Studie erhoben wurden, fokussieren auf den Erwerb von neuem und unbekanntem Wissen und die Einstellung einer Person in Bezug auf das Lernen. Im Kontext von Informations- und Kommunikationstechnologien sind positive Lernhaltungen eine Voraussetzung Kompetenzen zu erwerben. Somit dienen Lernhaltungen dem Erwerb von deklarativem Wissen (Anderson & Lebiere, 1998; Johnson, 2003), verhelfen aber nicht zum motivierten Einüben von Prozesswissen oder zur Automatisierung dieses Wissens. Routinen können zwar aus guten Lernhaltungen folgern, sind aber nur indirektes Ziel dieser. Folglich wird ein positiver Zusammenhang zwischen dem erreichten Kompetenzniveau und den Angaben zur Lernhaltung erwartet, aber nicht zwischen der Lernhaltung und den Bearbeitungszeiten auf den automatisierbaren Teilschritten. Der Argumentation folgend kann zusätzlich eine Inter-

6. Kapitel

aktion erwartet werden. Erst wenn eine Person motiviert ist neue Fertigkeiten oder neues Wissen zu erwerben, hat Übung auch einen Zweck. Folglich wird eine positive Interaktion zwischen Kompetenzniveau und Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien erwartet.

(6) Wenn ältere Personen geübt im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien sind, erreichen sie höhere Problemlösekompetenzen und lösen Probleme routiniert.

Personen, die keine schulischen Lerngelegenheiten mit Informations- und Kommunikationstechnologien hatten, benötigen Lerngelegenheiten im Erwachsenenalter zur Ausbildung technologiebasierter Problemlösekompetenz. Gerade für die älteste Kohorte ist der informelle Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien im Alltag und Beruf eine bedeutende Möglichkeit fehlendes Wissen und somit auch fehlende Routinen zu erwerben. Somit wird erwartet, dass ältere Personen besonders von dem Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien profitieren und somit auch höhere Kompetenzstufen erreichen und Probleme routinierter bearbeiten können. Im Gegensatz zu den älteren Kohorten werden Routinen bei jüngeren Personen weniger durch die Nutzung dieser Technologien am Arbeitsplatz und im Alltag ausgebildet. Für jüngere Personen gibt es vielfältige Nutzungsgelegenheiten über ihre Lebensspanne hinweg (beispielsweise über Jugendclubs, das Elternhaus oder in der Schule) und eine Abhängigkeit von Lerngelegenheiten ist für diese Kohorte wahrscheinlich nicht vorhanden (Rosen, 2011). Hier ist der Erwerb von bestimmten Routinen vielen verschiedenen Ursachen geschuldet und der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien am Arbeitsplatz oder im Alltag wird hier weniger starke Effekte zeigen.

6.3 Methoden

Stichprobenbeschreibung und Analysemethoden

In diesen Abschnitt werden die Daten aus den beiden vorherigen Kapiteln (Kapitel 4 und Kapitel 5) verwendet, wobei es sich um die Feldtest- und die Haupttestdaten der PIAAC-Studie handelt. Für eine genaue Beschreibung der Stichprobe und der (Kontroll-) Variablen siehe Abschnitt 4.4 und Abschnitt 5.4. Erfolgsfaktoren oder Merkmale eines Lernprozesses werden hier

6. Kapitel

als erklärende Variable für technologiebasierte Problemlösekompetenz und eine kompetente Bearbeitung dieser Probleme eingesetzt. Dazu werden die Plausible Values der technologiebasierten Problemlösekompetenz (siehe Kapitel 5), oder die Bearbeitungszeiten (siehe Kapitel 4, jedoch mit gaußschen Verteilungsannahme) als abhängige Variable behandelt. Zur Analyse von Erfolgsfaktoren und Lernprozessmerkmalen einer schnellen Bearbeitung von Problemtellschritten werden im Folgenden Modelle betrachtet, in denen die *Bearbeitungszeit der automatisierbaren Teilschritte* die abhängige Variable ist. Automatisierbare Teilschritte werden dabei als *Routinen* interpretiert (siehe Kapitel 4; Stelter, Goldhammer, Naumann, & Rölke, 2015).

Variablen

In PIAAC-Studie wurden Arbeitsplatzanforderungen und die Nutzung von kognitiven Fertigkeiten im Alltag erhoben (siehe Job-Requirement-Ansatz nach Felstead, Gallie, Green, & Zhou 2007). Dazu wurde die Häufigkeit abgefragt, mit welcher bestimmte Tätigkeiten – hier: Lesen, Schreiben, Rechnen sowie die Computernutzung – ausgeführt wurden, die kognitive Fertigkeiten erfordern. Dadurch soll die tatsächliche Ausübung von kognitiven und nicht kognitiven Tätigkeiten am Arbeitsplatz untersucht werden (Felstead, Gallie, Green, & Zhou, 2007). Diese subjektiven Einschätzungen können aus verschiedenen Gründen zwischen Beschäftigten an vergleichbaren Arbeitsplätzen unterschiedlich sein (OECD, 2009d). Betrachtet werden hier ausschließlich berufsübergreifende Aufgaben (Felstead, Gallie, Green, & Zhou, 2007). Zudem werden Variablen analysiert, die die Lernhaltungen einer Person beschreiben und sich auf Einstellungen dem Lernen gegenüber beziehen. Für die Analyse der Modelle wurden die folgenden Variablen zentriert und standardisiert, so dass der Mittelwert auf Null festgelegt wurde und die Standardabweichung Eins beträgt. Angaben zu den folgenden Variablen stammen aus der PIAAC-Hauptstudie (Korrelationstabelle der Indikatoren des Haupttest und des Feldtest im Anhang B).

Beruflicher und privater Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien: Der berufliche und private Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien wurde dadurch erfragt, wie häufig eine Person im Alltag beziehungsweise im Beruf diverse Werkzeuge der Informations- und Kommunikationstechnologien nutzt. Zu diesen Werkzeugen gehören unter anderen: Email, Internet, Online-Shopping oder Banking. Zur Beantwortung dieser Fragen wurden 5 Antwortmöglichkeiten vorgegeben (Nie – Seltener als einmal im Monat –

6. Kapitel

Seltener als einmal pro Woche, aber mindestens einmal im Monat – Mindestens einmal pro Woche, aber nicht täglich – Täglich). Die Skala weist eine akzeptable Reliabilität für den privaten (*Cronbachs- α* = .68) und beruflichen Bereich (*Cronbachs- α* = .75) auf. Die beiden Indikatoren alltägliche und berufliche Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien stehen in einem positiven Zusammenhang von $r(4130) = .40, p < .01$.

Berufliche und private Nutzung von Lesefertigkeiten: Das Lesen im Alltag und Beruf gehören in der PIAAC-Studie unter anderen das Lesen von Gebrauchsanweisungen, Büchern, Fachzeitschriften oder wissenschaftlichen Artikeln (GESIS, 2012). Zur Beantwortung der Fragen zur beruflichen und privaten Nutzung von Lesefertigkeiten wurden 5 Antwortmöglichkeiten vorgegeben (Nie – Seltener als einmal im Monat – Seltener als einmal pro Woche, aber mindestens einmal im Monat – Mindestens einmal pro Woche, aber nicht täglich – Täglich). Die Skala weist eine gute Reliabilität für den privaten (*Cronbachs- α* = .76) und beruflichen Bereich (*Cronbachs- α* = .85) auf. Die beiden Indikatoren alltägliche und berufliche Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien stehen in einem positiven Zusammenhang von $r(4349) = .44, p < .01$.

Berufliche und private Nutzung von mathematischen Fertigkeiten: Zur Verwendung von mathematischen Informationen im Alltag und Beruf wurden unter anderen das Verwenden von Taschenrechnern, einfachen Formeln, höherer Mathematik oder Statistik erfragt (GESIS, 2012). Zur Beantwortung wurden 5 Antwortmöglichkeiten vorgegeben (Nie – Seltener als einmal im Monat – Seltener als einmal pro Woche, aber mindestens einmal im Monat – Mindestens einmal pro Woche, aber nicht täglich – Täglich). Die Skala weist eine gute Reliabilität für den privaten (*Cronbachs- α* = .79) und beruflichen Bereich (*Cronbachs- α* = .82) auf. Die beiden Indikatoren alltägliche und berufliche Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien stehen in einem positiven Zusammenhang von $r(4349) = 0.34, p < .01$.

Lernhaltungen: Unter Lernhaltungen wird in der PIAAC-Studie eine positive Einstellung gegenüber neuen Inhalten und dem Lernen verstanden (Beispielaufgaben: „Schwierigen Dingen gehe ich gerne auf den Grund.“ und „Wenn ich etwas nicht verstehe, suche ich nach zusätzlichen Informationen, um mehr Klarheit zu gewinnen.“, GESIS, 2012). Zur Beantwortung dieser Fragen wurden 5 Antwortmöglichkeiten vorgegeben (Überhaupt nicht – In sehr geringem Maße – In gewissem Maße – In hohem Maße – In sehr hohem Maße). Die Skala weist eine gute Reliabilität auf (*Cronbachs- α* = .78).

Neben deskriptiven Statistiken und Mittelwertvergleichen werden zur Überprüfung der aufgestellten Hypothesen lineare Mischmodelle und generalisierte lineare Modelle geschätzt.

6. Kapitel

Für eine Beschreibung dieser Modellierungsansätze siehe Abschnitt 5.5 für die lineare Mischmodelle und Abschnitt 6.4 für die generalisierten linearen Modelle.

6.4 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den zuvor aufgestellten Hypothesen aufgeführt. Zunächst wird jeweils der Fokus auf die Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens gelegt und im Weiteren die Routinen im Bearbeitungsprozess betrachtet.

Nutzen von Informations- und Kommunikationstechnologie

In Hypothese 1 wurde angenommen, dass die technologiebasierte Problemlösekompetenz bei Personen gut ausgebildet ist, die Informations- und Kommunikationstechnologien häufig im Beruf und Alltag nutzen. In Modell 6.1 zeigte sich der erwartete Effekt von der *beruflichen Nutzung* von Informations- und Kommunikationstechnologien auf die Kompetenz, Probleme technologiebasiert zu lösen. Hier liegt die Differenz zwischen häufiger und seltener Nutzung (jeweils plus/minus eine Standardabweichung vom Mittelwert) im Mittel bei 24 Kompetenzpunkten. Dies entspricht circa einer halben Kompetenzstufe im technologiebasierten Problemlösen und ist mehr als eine halbe Standardabweichung im technologiebasierten Problemlösen der Gesamtstichprobe. Für die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien *im Alltag* finden sich ähnliche Ergebnisse (siehe Modell 6.2), wobei hier die Gruppen der Häufig-Nutzer und Selten-Nutzer noch größere Differenzen haben. So liegen im Mittel zwischen diesen beiden Gruppen 31 Kompetenzpunkte und somit circa drei Fünftel einer Kompetenzstufe. Unter der Annahme, dass Alltag und Beruf zwei wesentliche Lernorte sind, wurde zudem erwartet und in Modell 6.3 gestützt, dass sich diese Lernorte ergänzen beziehungsweise gleichzeitig Einfluss auf die Kompetenzentwicklung haben. Personen, die in beiden Lernorten häufig Informations- und Kommunikationstechnologien verwenden, erreichen im Mittel 44 Kompetenzpunkte mehr als Personen, die nur selten diese Technologien nutzen. Diese Differenz entspricht einer Standardabweichung im technologiebasierten Problemlösen oder 88 Prozent einer Kompetenzstufe. Das informelle Lernen hat für die Ausbildung der technologiebasierten Problemlösekompetenz große Bedeutung und findet sowohl im Beruf, aber auch im Alltag statt.

6. Kapitel

Tabelle 6.1

Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) erklärt Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens

Prädiktoren	Modell 6.1		Modell 6.2		Modell 6.3	
	β_k	p	β_k	p	β_k	p
Interzept	280.46 (1.47)	<.01	279.57 (1.38)	<.01	280.57 (1.42)	<.01
Nutzung IKT Beruf	11.89 (0.99)	<.01			8.46 (1.03)	<.01
Nutzung IKT Alltag			15.71 (0.90)	<.01	13.30 (1.04)	<.01

Anmerkungen. Interzept = mittlere Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt (siehe Anhang C). Datengrundlage = PIAAC-Hauptstudie.

Routinen entstehen durch den regelmäßigen Umgang mit einer Tätigkeit (Schneider & Stern, 2010). Somit wird auch erwartet, dass die Bearbeitungszeiten auf automatisierbaren Teilschritten dann automatisiert – das heißt kürzer – sind, wenn eine Person einen regelmäßigen Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien hat. Personen die angegeben haben Informations- und Kommunikationstechnologien *im Beruf* täglich oder wöchentlich zu nutzen, haben zur Beantwortung der routinierbaren Teilschritte im Mittel 2.9 Sekunden benötigt ($SD = 2.17$). Hingegen haben Personen, die Informations- und Kommunikationstechnologien einmal im Monat oder seltener nutzen im Mittel 3.3 Sekunden benötigt ($SD = 2.28$). Im ersten Modell 6.4 zeigte sich der erwartete negative Effekt durch eine häufigere Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Beruf. So zeigten Personen, die häufiger diese Technologien am Arbeitsplatz nutzen, auch eine schnellere Bearbeitung der routinierbaren Teilschritte.

Auch die *alltägliche* Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien führt zu einer routinierteren Bearbeitung von technologiebasierten Problemen. So benötigten Personen, die wöchentlich oder täglich diese Technologien nutzen, im Mittel 2.5 Sekunden für automatisierbare Teilschritte ($SD = 3.02$). Personen, die sie lediglich einmal im Monat oder seltener nutzen, benötigten im Mittel 3.0 Sekunden für diese Teilschritte ($SD = 2.4$). Für den alltäglichen Gebrauch der Informations- und Kommunikationstechnologien konnte ebenfalls festgestellt werden, dass er die Ausbildung von Routinen fördert. So zeigte sich im Modell 6.5, dass Personen, die Informations- und Kommunikationstechnologien häufig im Alltag nutzen, im Mittel kürzere Bearbeitungszeiten in routinierbaren Teilschritten hatten. Somit hatte auch

6. Kapitel

der alltägliche Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien einen Einfluss auf die im technologiebasierten Problemlösen benötigten Routinen.

Schließlich wurden im dritten Modell 6.6 beide Lernorte gemeinsam modelliert um zu überprüfen, ob Alltag und Beruf zwei, sich ergänzende Lernorte für Routinen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien sind. Zwar sind beide Effekte wie erwartet negativ, aber lediglich der Effekt für die alltägliche Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien hatte einen signifikanten Einfluss. Unabhängig vom beruflichen Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien steht die alltägliche Nutzung dieser Technologie in einem Zusammenhang mit der Bearbeitung routinierbarer Teilschritte. Jedoch zeigt sich nicht der erwartete Effekt durch die berufliche Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien.

Tabelle 6.2

Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) erklärt Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 6.4		Modell 6.5		Modell 6.6	
	β_k	p	β_k	p	β_k	p
Interzept:	-0.18 (0.26)	n.s.	-0.21 (0.25)	n.s.	-0.19 (0.26)	n.s.
Nutzung IKT Beruf	-0.08 (0.04)	<.05			-0.06 (0.04)	n.s.
Nutzung IKT Alltag			-0.08 (0.04)	<.05	-0.07 (0.04)	<.05
N	251		296		250	

Anmerkungen. Interzept = mittlere Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund (siehe Anhang C). Datengrundlage = PIAAC-Feldstudie.

Weiterbildung und technologiebasiertes Problemlösen

In Hypothese 2 wurde erwartet, dass die Teilnahme an Weiterbildungen auch für die Kompetenzentwicklung im technologiebasierten Problemlösen hilfreich ist. In Modell 6.7 zeigte sich ein erwarteter Effekt durch die Teilnahme an einer Weiterbildung im letzten Jahr. Personen, die an Weiterbildungen teilgenommen haben, erreichten im Vergleich zu Personen, die sie nicht besuchten, neun Kompetenzpunkte mehr. Dieser Unterschied entspricht einem Fünftel einer

6. Kapitel

Kompetenzstufe im technologiebasierten Problemlösen. Zusätzlich unterscheidet sich die Gruppe von Personen mit mehreren Weiterbildungen ebenfalls signifikant von Personen die keine Weiterbildung besucht hatten. Diese Ergebnislage entspricht den Erwartungen aus Hypothese 2.

Tabelle 6.3

Die Teilnahme an Weiterbildungen erklärt Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens

Prädiktoren	Modell 6.7	
	β_k	p
Interzept	272.85 (1.78)	<.01
Eine Weiterbildung letztes Jahr	9.23 (2.45)	<.01
Mehrere Weiterbildungen letztes Jahr	12.77 (2.00)	<.01

Anmerkungen. Interzept = Keine Weiterbildung letztes Jahr. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt (siehe Anhang C). Datengrundlage = PIAAC-Hauptstudie.

Personen, die sich intensiv weiterbilden, haben gute Chancen neues Wissen zu erwerben und werden, wenn sie mit Informations- und Kommunikationstechnologien konfrontiert werden, Probleme schneller lösen als Personen, die sich nicht weiterbilden. Modell 6.8 zeigt den erwarteten Effekt durch die Weiterbildung auf die Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten. Weiterbildung wurde hier anhand der aufgewendeten Stunden für Weiterbildungen im letzten Jahr erhoben. Somit waren mehr Stunden, die für die Weiterbildung aufgewendet wurden, mit einem höheren Maß an automatisiertem Technologiewissen assoziiert. Die Tatsache, dass eine Person sich weiterbildet – ohne über den Inhalt der Weiterbildung genaueres sagen zu können – hat einen positiven Einfluss auf das automatisierte Prozesswissen über Informations- und Kommunikationstechnologien dieser Person.

6. Kapitel

Tabelle 6.4

Intensität der Weiterbildung erklärt Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 6.8	
	$\hat{\beta}$	<i>p</i>
Interzept	-0.23 (0.25)	n.s.
Stunden in Weiterbildung	-0.07 (0.04)	<.05
N	297	

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Anzahl an Stunden in Weiterbildung. Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund (siehe Anhang C). Datengrundlage = PIAAC-Feldstudie.

Domänenspezifische Lerngelegenheiten

Kompetenzen im technologiebasierten Problemlösen sind weniger von Lerngelegenheiten in anderen Kontexten abhängig. *Lesen im Alltag und Beruf* fördert auch die technologiebasierte Problemlösekompetenz (siehe Modell 6.9). So erreichen Personen, die sowohl im Beruf, als auch im Alltag häufig lesen im Mittel 16 Kompetenzpunkte im technologiebasierten Problemlösen mehr, als Personen, die mit einer mittleren Nutzung. Betrachtet man in einem zweiten Schritt nun das Lesen und die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Alltag und im Beruf gleichzeitig werden die Effekte für das Lesen deutlich kleiner (siehe Modell 6.10). So fand sich für das Lesen im Beruf ein negativer Effekt, der nicht erwartet wurde. Aber für die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien zeigten sich starke positive Effekte. Hatte eine Person häufig Informations- und Kommunikationstechnologien in Beruf und Alltag verwendet, erreichte sie im Mittel 23 Kompetenzpunkte in diesem Modell mehr als eine Person mit mittlerer Nutzung. Ähnlich wie die Lesekompetenz hat auch der Umgang mit Leseanforderungen im Alltag und Beruf einen Einfluss auf die Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens. Technologiebasiertes Problemlösen steht in einem starken Zusammenhang mit dem Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien, aber kann auch durch das Lesen im Alltag und Beruf bestärkt werden, wobei der Einfluss von Lesen geringer ist.

6. Kapitel

Tabelle 6.5

Nutzung von Lesen und Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) erklären Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens

Prädiktoren	Modell 6.9		Modell 6.10	
	β_k	p	β_k	p
Interzept: Mittlere IKT/Lesen-Nutzung	280.58 (1.56)	<.01	280.71 (1.43)	<.01
Nutzen Lesen Beruf	4.34 (1.02)	<.01	-3.75 (1.43)	.01
Nutzen Lesen Alltag	7.74 (0.96)	<.01	2.04 (1.12)	n.s.
Nutzen IKT Beruf			11.01 (1.47)	<.01
Nutzen IKT Alltag			12.18 (1.20)	<.01

Anmerkungen. Interzept = mittlere Nutzung von IKT / Lesen / Mathematik. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt (siehe Anhang C). Datengrundlage = PIAAC-Hauptstudie.

Auch das Nutzen von *mathematischen Wissen* oder Fertigkeiten kann einen positiven Einfluss auf die technologiebasierte Problemlösekompetenz haben. In Modell 6.11 zeigten sich die erwarteten Effekte für die Nutzung von Mathematik im Alltag und Beruf. So erreichten Personen, die häufig mathematische Fertigkeiten im Alltag und im Beruf nutzen (Standardabweichung über dem Mittel), durchschnittlich 18 Kompetenzpunkte im technologiebasierten Problemlösen mehr als das Gesamtmittel. Diese Effekte bestehen auch dann noch, wenn zusätzlich Effekte durch die alltägliche und berufliche Nutzung von Lesefertigkeiten berücksichtigt werden (siehe Modell 6.11b im Anhang C). Hier zeigt sich, dass die Nutzung mathematischer Fertigkeiten von größerer Bedeutung ist als die Nutzung von Lesefertigkeiten. Im Vergleich zur Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Alltag und Beruf sind die Effekte der Nutzung von mathematischen Fertigkeiten in der jeweiligen Domäne kleiner (siehe Modell 6.12). Die Nutzung von mathematischen Fertigkeiten im Alltag hatte einen ähnlich großen Effekt wie die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Beruf.

6. Kapitel

Tabelle 6.6

Nutzung von Mathematik, Lesen und Informations- und Kommunikationstechnologien erklären Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens

Prädiktoren	Modell 6.11		Modell 6.12	
	β_k	p	β_k	p
Interzept	241.73 (3.32)	<.01	260.58 (3.49)	<.01
Nutzen Mathematik Beruf	6.84 (0.94)	<.01	2.06 (1.18)	n.s.
Nutzen Mathematik Alltag	10.80 (1.29)	<.01	7.10 (1.36)	<.01
Nutzen Lesen Beruf				
Nutzen Lesen Alltag				
Nutzen IKT Beruf			7.05 (1.30)	<.01
Nutzen IKT Alltag			11.30 (1.11)	<.01

Anmerkungen. Interzept = mittlere Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) / Lesen / Mathematik. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt (siehe Anhang C). Datengrundlage = PIAAC-Hauptstudie.

Die Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens ist von dem Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien abhängig, aber auch von Lerngelegenheiten in anderen Domänen. Das Lesen im Alltag und Beruf kann positiven Einfluss auf die technologiebasierte Problemlösekompetenz haben, jedoch wird dieser Einfluss durch das Nutzen von Informations- und Kommunikationstechnologien moderiert. Im Gegensatz hierzu steht der alltägliche Umgang mit mathematischen Inhalten in einem positiven Zusammenhang mit Problemlösekompetenz – auch wenn der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien berücksichtigt wurde.

Routinen dienen zur Bewältigung von häufig benötigten Handlungsabfolgen und können im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien aber nicht in anderen Lerngelegenheiten erworben werden. Die Modelle 6.13 und 6.14 zeigten – wie erwartet – keine Effekte durch die Nutzung von Lesefertigkeiten sowohl im Beruf als auch im Alltag. Die Zeit, die eine Person für potentiell routinierbare Teilschritte aufwendet, ist nicht von den Lesegewohnheiten dieser Person abhängig. Dies bekräftigt die Hypothese, dass Routinen ausschließlich durch die Aneignung von Wissen in den kontextspezifischen Lernumgebungen erworben werden können, die hier im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien bestehen. Obwohl

6. Kapitel

Lesekompetenz ebenfalls für die Lösung von technologiebasierten Problemen benötigt wird, scheint Lesen für die Aneignung von Routinen in diesem Bereich keine Bedeutung zu haben.

Tabelle 6.7

Das Nutzen von Lesefertigkeiten erklärt keine Unterschiede in Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 6.13		Modell 6.14	
	$\hat{\beta}$	<i>p</i>	$\hat{\beta}$	<i>p</i>
Interzept	-0.36 (0.39)	n.s.	-0.40 (0.39)	n.s.
Nutzung Lesen Beruf	-0.12 (0.09)	n.s.		
Nutzung Lesen Alltag			-0.12 (0.09)	n.s.
N	59		72	

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Nutzung von Lesen in Beruf und Alltag. Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund (siehe Anhang C). Datengrundlage = PIAAC-Feldstudie.

Neben der Lesekompetenz stehen auch alltagsmathematische Kompetenzen in einem Zusammenhang mit der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens. So könnte auch erwartet werden, dass der Umgang mit *mathematischen Inhalten* in einem positiven Zusammenhang mit der Ausbildung von Routinen steht. Dennoch wird auch hier, analog zum Umgang mit Leseinhalten, erwartet, dass die hier betrachteten Routinen sich weniger in anderen Kontexten ausbilden als in solchen mit Bezug zu Informations- und Kommunikationstechnologien. Im den Modellen 6.15 und 6.16 zeigten sich wie erwartet keine Effekte durch die Nutzung von mathematischen Fertigkeiten im Alltag oder Beruf auf die Routinen im technologiebasierten Problemlösen. Routinen entstehen in kontextspezifischen Übungen und weniger durch Übung in anderen – hier mathematischen – Kontexten.

6. Kapitel

Tabelle 6.8

Die Nutzung von Mathematik erklärt keine Unterschiede in Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 6.15		Modell 6.16	
	$\hat{\beta}$	<i>p</i>	$\hat{\beta}$	<i>p</i>
Interzept	-0.47 (0.35)	n.s.	-0.54 (0.32)	n.s.
Nutzung Mathematik Beruf	-0.07 (0.08)	n.s.		
Nutzung Mathematik Alltag			-0.14 (0.07)	n.s.
N	73		87	

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Nutzung von Mathematik in Beruf und Alltag. Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund (siehe Anhang C). Datengrundlage = PIAAC-Feldstudie.

Bildungsgrad und Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien

In Hypothese 4 wird angenommen, dass der Einfluss des Umgangs mit Informations- und Kommunikationstechnologien im Alltag und Beruf auf die technologiebasierten Problemlösekompetenz durch den Bildungsgrad moderiert ist. Es wird erwartet, dass der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien von so zentraler Bedeutung für den Erwerb von technologiebasierter Problemlösekompetenz ist, dass zumindest beide Effekte (durch die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien und durch den Bildungsgrad) gleichzeitig bestehen. Im Modell 6.17 zeigten sich weiterhin die erwarteten Effekte durch die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Beruf. Für den Bildungsgrad jedoch zeigte die Personengruppe mit niedrigen Bildungsabschluss im Vergleich zur Personengruppe mit einem mittleren Bildungsniveau keine Unterschiede mehr (siehe Modell 5.10 aus Kapitel 5). Im Modell 6.18 zeigten sich ähnliche Ergebnisse für die Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Alltag. Auch hier bleiben die Effekte für die Nutzung bestehen, aber der Effekt durch einen niedrigen Bildungsabschluss ist niedriger als im Modell 5.10. Schließlich wurden im dritten Modell 6.19 die Effekte der Nutzung im Alltag und Beruf gemeinsam mit dem Bildungsgrad modelliert. Auch hier bleiben die Effekte durch die Nutzung bestehen: Personen die Informations- und Kommunikationstechnologien häufig im Alltag und Beruf nutzen (plus eine Standardabweichung vom Mittel), erreichten im Mittel 39 Kompetenzpunkte mehr als Personen mit einer seltenen Nutzung (analog minus eine Standardabweichung).

6. Kapitel

Weiterhin besteht der Effekt durch einen hohen Bildungsabschluss, wohingegen auch im dritten Modell der niedrige Bildungsabschluss keinen Effekt auf die technologiebasierte Problemlösekompetenz hat. Diese Ergebnisse belegen die Hypothese, wonach technologiebasiertes Problemlösen in einem Zusammenhang mit dem Bildungsabschluss steht, dieser aber nicht die Zusammenhänge zwischen informellen Lerngelegenheiten und dem Problemlösen erklärt.

Tabelle 6.9

Die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien und Bildungsabschluss erklären Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens

Prädiktoren	Modell 6.17		Modell 6.18		Modell 6.19	
	β_k	p	β_k	p	β_k	p
Interzept	275.27 (1.59)	<.01	273.88 (1.49)	<.01	275.82 (1.54)	<.01
Nutzen IKT Beruf Häufig	9.88 (1.07)	<.01			6.14 (1.12)	<.01
Nutzen IKT Alltag Selten			15.00 (0.91)	<.01	13.34 (1.03)	<.01
Niedriger Bildungsgrad	4.95 (3.88)	n.s.	-0.40 (2.67)	n.s.	0.95 (3.67)	n.s.
Hoher Bildungsgrad	13.08 (1.81)	<.01	16.42 (1.66)	<.01	12.85 (1.78)	<.01
Sonstiger Bildungsgrad	-6.69 (11.18)	n.s.	-4.91 (9.65)	n.s.	-6.22 (11.37)	n.s.

Anmerkungen. Interzept = Mittlerer Schulabschluss und mittlere Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt (siehe Anhang C). Datengrundlage = PIAAC-Hauptstudie.

Des Weiteren wurde erwartet, dass technologiebasierten Problemlösen in einem Zusammenhang mit außerschulischen formellen Lerngelegenheiten (Weiterbildung) steht und dieser Effekt wiederum nicht durch den Bildungsgrad erklärt werden kann. Im Modell 6.20 zeigte sich der erwartete Effekt durch die Teilnahme an Weiterbildungen, wonach eine Teilnahme mit signifikant höheren Kompetenzpunkten im technologiebasierten Problemlösen einhergeht. Die Personengruppen die mehreren Weiterbildungen im letzten Jahr besuchte erreicht signifikant mehr Kompetenzpunkte, als Personen die keine Weiterbildung besuchten, jedoch nicht mehr, als die Personengruppen mit lediglich einer Weiterbildung im letzten Jahr. Dieser Effekte durch die Teilnahme bestand parallel zum Effekt durch den Bildungsgrad. Auch hier erreichten Personen mit einem höheren Bildungsabschluss signifikant mehr Problemlösekompetenzpunkte.

6. Kapitel

Erneut unterschieden sich Personen mit niedrigem Bildungsabschluss nicht signifikant von Personen mit einem mittleren Bildungsabschluss (siehe Modell 5.10, 5.11 und 5.12). Der Einfluss von Weiterbildungen auf die Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens bestand auch dann, wenn Einflüsse durch den Bildungsgrad konstant gehalten wurden. Somit waren Effekte der Weiterbildungen vom Bildungsgrad unabhängige Einflussfaktoren für die Kompetenzen im technologiebasierten Problemlösen.

Tabelle 6.10

Die Teilnahme an Weiterbildungen und der Bildungsabschluss erklären Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens

Prädiktoren	Modell 6.20	
	β_k	p
Interzept	268.38 (1.83)	<.01
Eine Weiterbildung letztes Jahr	8.03 (2.45)	<.01
Mehrere Weiterbildung letztes Jahr	7.96 (1.92)	<.01
Niedriger Bildungsgrad	-5.78 (4.13)	n.s.
Hoher Bildungsgrad	18.66 (1.67)	<.01
Sonstiger Bildungsgrad	-6.04 (9.43)	n.s.

Anmerkungen. Interzept = Mittlerer Schulabschluss und keine Weiterbildung letztes Jahr. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt (siehe Anhang C). Datengrundlage = PIAAC-Hauptstudie.

Lernhaltungen und Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien

In Hypothese 5 wurde erwartet, dass der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien dann eher einen Einfluss auf die Problemlösekompetenz hat, wenn eine Person über gute Lernhaltungen verfügt. In Modell 6.21 stützt die erste Teilhypothese, wonach gute Lernhaltungen potentiell auch mit einer höheren technologiebasierten Problemlösekompetenz assoziiert sind. So erreichten Personen mit besseren Lernhaltungen (Differenz ist eine Standardabweichung) im Mittel 6 Kompetenzpunkte in der Kompetenz des technologiebasierte Problemlösens zusätzlich.

6. Kapitel

Tabelle 6.11

Die Lernhaltung erklärt Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens

Prädiktoren	Modell 6.21	
	β_k	p
Interzept	279.97 (1.47)	<.01
Lernhaltungen	6.16 (1.05)	<.01

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Ausprägung Lernhaltungen. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt (siehe Anhang C). Datengrundlage = PIAAC-Hauptstudie.

Gute Lernhaltungen verhalfen Personen zu besseren Leistungen im technologiebasierten Problemlösen, aber die Interaktion zwischen der Technologienutzung und den Lernhaltungen zeigt nicht die erwarteten Ergebnisse. So waren positive Lernhaltungen besonders dann bedeutsam, wenn eine Person nur selten Informations- und Kommunikationstechnologien nutzt (siehe Modelle 6.22 und 6.23).

Tabelle 6.12

Die Lernhaltung interagiert mit der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie

Prädiktoren	Modell 6.22		Modell 6.23	
	β_k	p	β_k	p
Interzept	280.83 (1.46)	<.01	280.20 (1.38)	<.01
Lernhaltung	3.45 (1.03)	<.01	2.50 (1.03)	.02
Nutzen IKT Beruf	11.83 (1.03)	<.01		
Interaktion: Lernhalt., IKT Beruf	-2.84 (0.94)	<.01		
Nutzen IKT Alltag			15.47 (0.91)	<.01
Interaktion: Lernhalt., IKT Alltag			-2.85 (0.84)	<.01

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Ausprägung Lernhaltungen und mittlere Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt (siehe Anhang C). Datengrundlage = PIAAC-Hauptstudie.

6. Kapitel

Eine Person mit wenigen informellen Lerngelegenheiten erreichte dann eine höhere Kompetenz im technologiebasierten Problemlösen (Beruf= 275 Kompetenzpunkte; Alltag= 270 Kompetenzpunkte), wenn sie gute Lernhaltungen im Vergleich zu einer Person mit schlechten Lernhaltungen und wenigen informellen Lerngelegenheiten hatte (Beruf=262 Kompetenzpunkte; Alltag= 259 Kompetenzpunkte; siehe Abbildung 6.5-2). Je mehr Umgang eine Person mit Informations- und Kommunikationstechnologien hatte, umso geringer war auch der Einfluss von Lernhaltungen auf die technologiebasierte Problemlösekompetenz. Personen, die regelmäßigen Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien haben hatten unterscheiden sich nicht hinsichtlich ihrer Problemlösekompetenzen, wenn sie über unterschiedlich gute Lernhaltungen verfügten. In Bezug auf Hypothese 4 kann geschlossen werden, dass Lernhaltungen insbesondere für Personen, die selten Informations- und Kommunikationstechnologien nutzen, eine Voraussetzung für technologiebasierte Problemlösekompetenz sind.

6. Kapitel

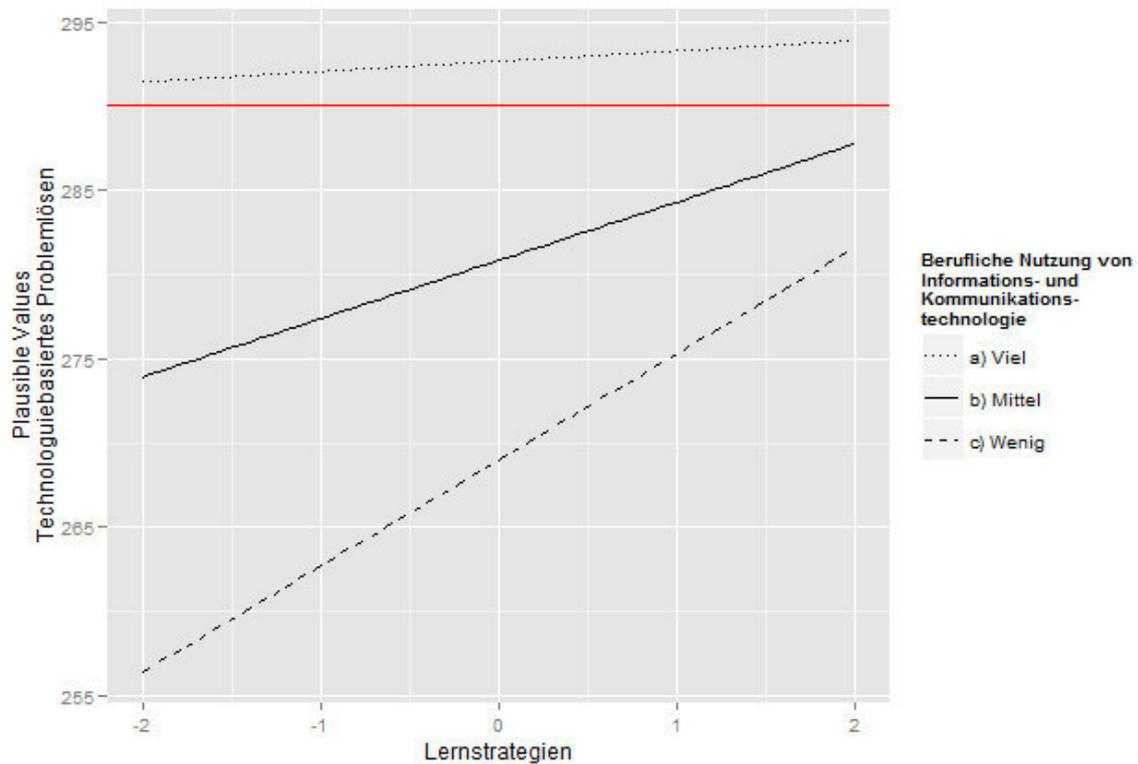


Abbildung 6.1. Die Lernhaltung interagiert mit der beruflichen Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie.

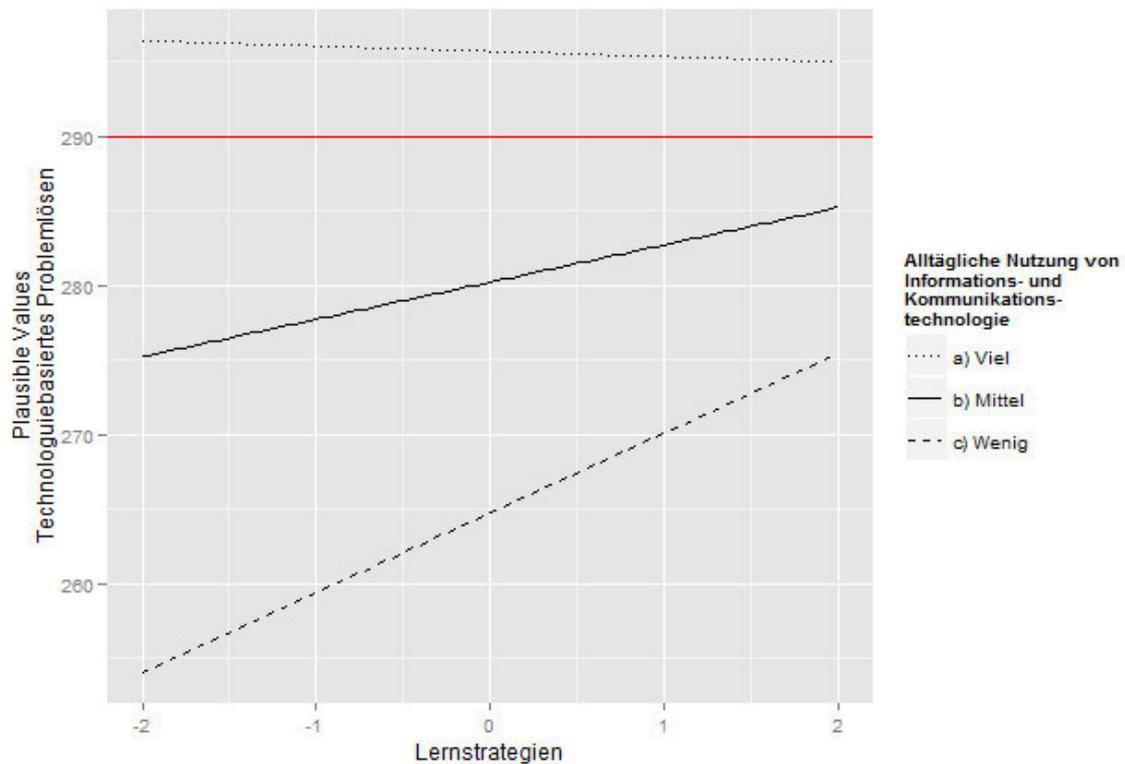


Abbildung 6.2. Die Lernhaltung interagiert mit der alltäglichen Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie.

6. Kapitel

In Hypothese 4 wurde auch erwartet, dass positive Lernhaltungen zwar einen Effekt auf den Kompetenzerwerb haben, aber für die Ausbildung von Routinen weniger benötigt werden. Im Modell 6.24 fand sich erwartungsgemäß kein signifikanter Effekt. Die Lernhaltungen, die für eine positive Haltung gegenüber dem Erwerb von neuem Wissen stehen, sind nicht mit schnelleren Bearbeitungen automatisierbarer Teilschritte assoziiert. Anders als im Kompetenzerwerb sind diese positiven Einstellungen dem Lernen gegenüber für die Automatisierung von Wissen nicht relevant.

Tabelle 6.13

Lernhaltungen erklären keine Unterschiede in Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 6.24	
	$\hat{\beta}$	<i>p</i>
Interzept:	0.20 (0.55)	n.s.
Lernhaltungen	<0.01 (0.08)	n.s.
N	68	

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Ausprägung Lernhaltungen. Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund (siehe Anhang C). Datengrundlage = PIAAC-Feldstudie.

Kohortenzugehörigkeit und formelle sowie informelle Lerngelegenheiten

In Hypothese 6 wurde erwartet, dass ältere Personen durch eine gezielte Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien insbesondere am Arbeitsplatz Routinen ausbilden. Bezüglich verschiedener Alterskohorten wurde erwartet, dass ältere Personen durch eine gezielte Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Beruf oder Alltag einen kompetenten Umgang mit diesen Technologien erlernen und folglich auch höhere Kompetenzstufen erreichen können. In den Modellen 6.25-27 zeigten sich die erwarteten Effekte für die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Alltag und Beruf. Auch

6. Kapitel

hier zeigte sich ein positiver Effekt durch eine häufigere Nutzung (plus eine Standardabweichung) zwischen 25 Kompetenzpunkten in der Kohorte der 45-65 Jährigen und 15 Kompetenzpunkten in der Kohorte der 16-29 Jährigen.

Tabelle 6.14

Der Einfluss der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien variiert über die Kohorten

Prädiktoren	Modell 6.25 45-65 Jährige		Modell 6.26 30-44 Jährige		Modell 6.27 16-29 Jährige	
	β_k	p	β_k	P	β_k	p
Interzept	268.68 (2.28)	<.01	285.54 (2.29)	<.01	291.98 (2.85)	<.01
Nutzung IKT Beruf	13.06 (1.55)	<.01	12.89 (1.81)	<.01	6.43 (1.50)	<.01
Nutzung IKT Alltag	11.56 (1.35)	<.01	8.44 (2.02)	<.01	8.72 (2.05)	<.01

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt (siehe Anhang C). Datengrundlage = PIAAC-Hauptstudie.

In Abbildung 6.3 werden die Kohortenunterschiede deutlich, die bereits in Kapitel 5 berichtet wurden. Auch hier zeigt sich ein deutlicher Abstand zwischen der ältesten Personenkohorte und den übrigen Kohorten. Dennoch kann der Darstellung auch entnommen werden, dass der informelle Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien gerade in der ältesten Kohorte einen starken Einfluss hat, so dass diese ebenfalls die Kompetenzstufe zwei erreicht. Im Mittel erreichen Personen der Kohorte der 45-65 Jährigen 293 Kompetenzpunkte, wenn sie Informations- und Kommunikationstechnologien häufig nutzen (eine Standardabweichung über dem Gesamtmittel). Dies belegt die Hypothese, wonach Personen der ältesten Kohorte auch gute Kompetenzen im technologiebasierten Problemlösen erreichen, wenn sie einen häufigen Umgang mit diesen Technologien haben. Insbesondere für die älteste Kohorte ist ein regelmäßiger und häufiger Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien eine Chance Kompetenzen im technologiebasierten Problemlösen zu erwerben.

6. Kapitel

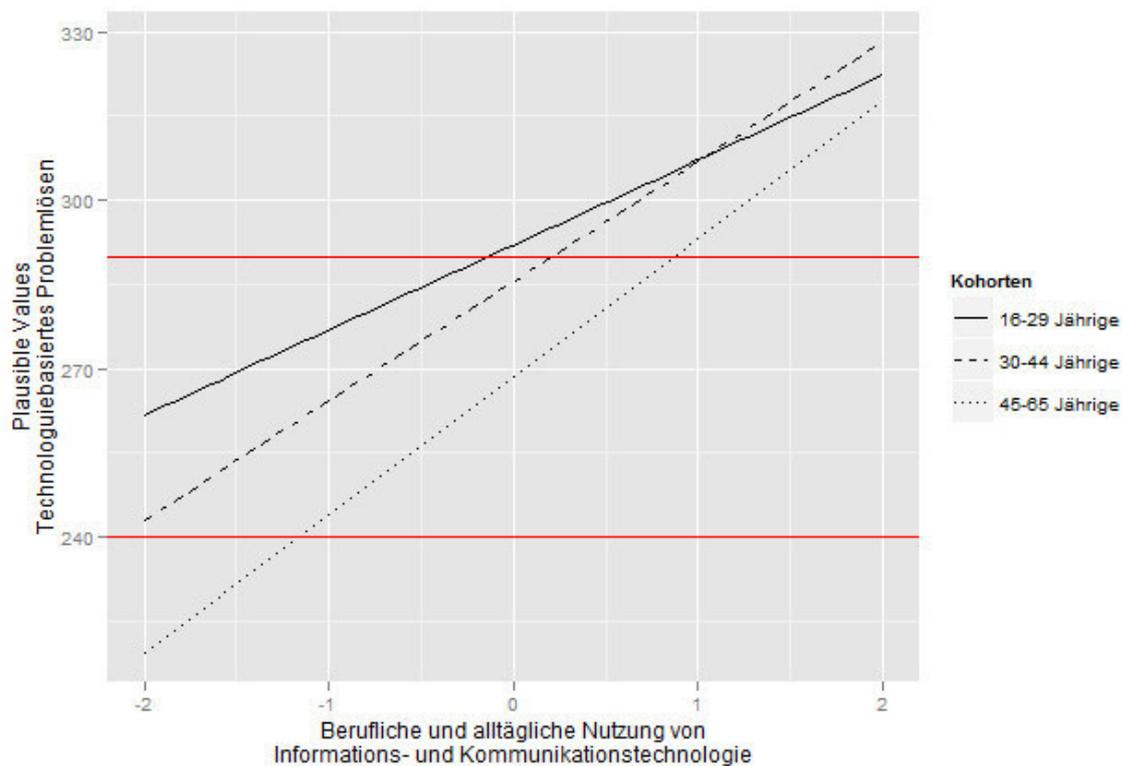


Abbildung 6.3. Der Einfluss der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien variiert über die Kohorten.

Modell 6.28 zeigte zunächst nicht den erwarteten Effekt in der Kohorte der 45-65 Jährigen. Personen dieser Kohorte hatten nicht signifikant weniger Routinen im technologiebasierten Problemlösen ausgebildet als Personen der mittleren Kohorte. Hingegen zeigten Personen der jüngsten Kohorte im Mittel deutlich kürzere Bearbeitungszeiten für routinierbare Teilschritte als Personen der mittleren Kohorte. Diese Ergebnisse überraschen, weil in Kapitel 4 lediglich ein Nachteil für die Zugehörigkeit zur ältesten Kohorte gefunden wurde. Jedoch besteht ein Kohorteneffekt für die Gruppe der 16-29 Jährigen. Diese erreichen einen signifikant höheren Automatisierungsgrad als Personen der mittleren Kohorte. In Modell 6.29 fanden sich erneut die erwarteten negativen Effekte für die berufliche und alltägliche Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien. Jedoch ist hier nur der Effekt der beruflichen Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien signifikant von Null verschieden. Auch bleibt der Effekt durch die Zugehörigkeit zur jüngsten Kohorte bestehen und lässt vermuten, dass Personen in verschiedenen Kohorten unterschiedlich von der Übung mit Informations- und Kommunikationstechnologien profitieren. Deshalb wurden analog Modelle jeweils für die drei Kohorten separat berechnet.

6. Kapitel

Tabelle 6.15

Die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien und die Kohortenzugehörigkeit erklären Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 6.28		Modell 6.29	
	$\hat{\beta}$	<i>p</i>	$\hat{\beta}$	<i>p</i>
Interzept	-0.11 (0.26)	n.s.	-0.06 (0.27)	n.s.
Nutzung IKT Beruf			-0.10 (0.04)	<.05
Nutzung IKT Alltag			-0.03 (0.04)	n.s.
16-29 Jahre	-0.29 (0.09)	<.01	-0.33 (0.10)	<.01
45-65 Jahre	0.13 (0.09)	n.s.	0.12 (0.09)	n.s.
N	297		250	

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) und 30-45 Jährige. Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund (siehe Anhang C). Datengrundlage = PIAAC-Feldstudie.

Anhand der Modelle 6.30, 6.31 und 6.32 wird deutlich, dass die berufliche Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien über die verschiedenen Kohorten hinweg einen negativen, jedoch nicht signifikanten Einfluss auf die Bearbeitungszeiten der automatisierbaren Teilschritte hat. Hingegen variiert der Effekt durch die alltägliche Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien über die Kohorten hinweg. So hat sie für die Kohorte der 45-65 Jährigen einen signifikanten negativen Einfluss, für die Kohorte der 30-44 Jährigen einen negativen und nicht signifikanten Einfluss, aber für die Kohorte der 16-29 Jährigen einen nicht signifikanten positiven Einfluss.

6. Kapitel

Tabelle 6.16

Nutzungsunterschiede zwischen den Kohorten erklären Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 6.30 45-65 Jährige		Modell 6.31 30-44 Jährige		Modell 6.32 16-29 Jährige	
	$\hat{\beta}$	<i>p</i>	$\hat{\beta}$	<i>p</i>	$\hat{\beta}$	<i>p</i>
Interzept	0.28 (0.40)	n.s.	0.05 (0.43)	n.s.	-0.58 (0.27)	<.05
Nutzung IKT Beruf	-0.13 (0.09)	n.s.	-0.09 (0.08)	n.s.	-0.09 (0.06)	n.s.
Nutzung IKT Alltag	-0.14 (0.08)	<.05	-0.02 (0.06)	n.s.	0.10 (0.10)	n.s.
N	83		96		69	

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund (siehe Anhang C). Datengrundlage = PIAAC-Feldstudie.

Zur Illustration sind in Abbildung 6.4 die oben tabellarisch geführten Modelle 6.30, 6.31 und 6.32 sowie die Effekte der beruflichen Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien dargestellt. Die Funktionen der Kohorten ergeben sich aus dem Interzept erweitert um den Effekten für die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Alltag und Beruf. Die rote Linie markiert den Mittelwert der Gesamtstichprobe. Dieser ist Null, da die Bearbeitungszeiten auf routinierbaren Teilschritten zentriert wurden. In Abbildung 6.4b wird die deutliche Abstufung zwischen den Gruppen der häufig bis selten Nutzern von Informations- und Kommunikationstechnologien insbesondere in der ältesten Kohorte deutlich. Hier nimmt die Bearbeitungszeit von automatisierbaren Teilschritten kontinuierlich ab, je mehr Umgang eine Person mit diesen Technologien hat. Bemerkenswert ist hier auch, dass eine Person der Kohorte der 45-65 Jährigen dann überdurchschnittliche kurze Bearbeitungszeiten auf automatisierbaren Teilschritten erreicht, wenn sie einen häufigen beruflichen Umgang (eine Standardabweichung über dem Mittel) mit Informations- und Kommunikationstechnologien pflegt. Jedoch erreichen andere Personen dieser Kohorte im Mittel längere Bearbeitungszeiten als die Gesamtstichprobe im Mittel benötigte. Ein ähnliches Bild zeigt sich für die Gruppe der 30-44 Jährigen. Die Bearbeitungszeiten auf automatisierbaren Teilschritten werden kürzer, je mehr eine Person Informations- und Kommunikationstechnologien im Beruf nutzt. Jedoch ist die Steigung des Graphen nicht so steil wie für die ältere Kohorte. Am dritten Graph für die Kohorte

6. Kapitel

der 16-29 Jährigen ist zunächst auffällig, dass nahezu keine Steigung zu erkennen ist. Folglich lässt sich häufige von seltener Nutzung kaum unterscheiden. Zudem liegt der gesamte Graph unter Null, beziehungsweise unter dem Gesamtmittelwert (rote Linie). Folglich sind Personen der jüngsten Kohorte – unabhängig von ihrer beruflichen und alltäglichen Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien – schneller beziehungsweise routinierter in der Bearbeitung von technologiebasierten Problemen im Vergleich zur Gesamtgruppe.

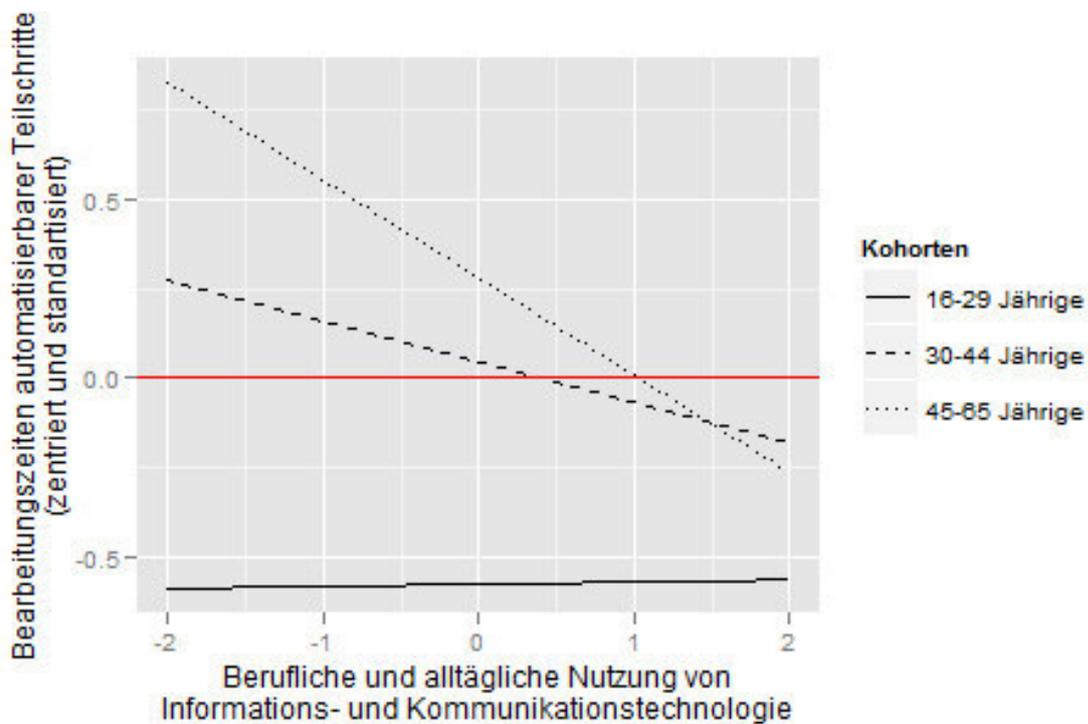


Abbildung 6.4 Nutzungsunterschiede zwischen den Kohorten erklären Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen

6.5 Zusammenfassung und Diskussion

Die Analysen dieses Kapitels konnten zeigen, dass die Kompetenz des technologiebasiertes Problemlösens von verschiedenen Formen des Lernens von Erwachsenen und der Erwachse-

6. Kapitel

nenbildung abhängig ist. Sehr deutlich ist dabei der Einfluss durch informelle Lerngelegenheiten, die sowohl im Beruf und auch im Alltag vorhanden sind. Im Folgenden sollen die Ergebnisse zusammengefasst und anschließend diskutiert werden.

Zusammenfassung

Hypothese 1. Der berufliche und private Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien hat den erwarteten Einfluss auf die Kompetenz und Routinen im Bearbeitungsprozess des technologiebasierten Problemlösens. Die Analysen zeigten, dass Personen mit häufiger Nutzung im Mittel eine Kompetenzstufe über Personen liegen, die Informations- und Kommunikationstechnologien nur selten nutzen. Zudem konnten Personen, die bereits viel Übung im Umgang mit dieser Technologie haben, automatisierbare Teilprobleme schneller lösen. Auch die gemeinsame Modellierung von den zwei Lernorten Beruf und Alltag zeigt, dass zumindest der Alltag unabhängig von der beruflichen Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie einen eigenständigen Einfluss auf diese Routinen hat. In Bezug auf das erreichte Kompetenzniveau zeigt sich die Eigenständigkeit der Lernorte Alltag und Beruf eindeutiger.

Hypothese 2. Kompetenzen im technologiebasierten Problemlösen stehen wie erwartet in einem Zusammenhang mit der Teilnahme an Weiterbildungen. Es besteht ein signifikanter und positiver Effekt durch die Teilnahme an einer oder mehreren Weiterbildungen. Auch konnte gezeigt werden, dass je mehr Stunden eine Person für Weiterbildung aufwendet, umso eher kann sie auch Routinen im technologiebasierten Lösen von Problemen entwickeln. Diese Analysen wurden jedoch ohne den tatsächlichen Inhalt der Weiterbildung zu berücksichtigen durchgeführt.

Hypothese 3. Die Ausbildung von Kompetenzen ist ein komplexer Prozess, der die Verwendung von Schlüsselkompetenzen erfordern kann. So wurde für technologiebasiertes Problemlösen erwartet, dass auch das Lesen und der Umgang mit mathematischen Inhalten im Alltag und Beruf einen Einfluss auf diese Kompetenz hat, dieser aber geringer ist als der Einfluss durch den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien in Beruf und Alltag. Dies konnte auch gezeigt werden und sowohl Lesen als auch die Verwendung von mathematischen Fertigkeiten haben einen Einfluss auf das technologiebasierten Problemlösen. Dieser Einfluss ist jedoch geringer als der Einfluss durch den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien im Alltag und Beruf, wenn die Effekte jeweils gleichzeitig modelliert werden. Routinen hingegen werden domänenspezifisch erworben und informelle Lerngelegenheiten

6. Kapitel

ten in anderen Domänen führen nicht dazu, dass Prozesse im technologiebasierten Problemlösen beschleunigt werden. So haben jeweils der berufliche und private Umgang mit mathematischen Inhalten und das Lesen keinen Einfluss auf den routinierbaren Teilschritten.

Hypothese 4. Eine mögliche Ursache für den positiven Zusammenhang zwischen dem Nutzen von Informations- und Kommunikationstechnologien beziehungsweise der Teilnahme an Weiterbildung und den Kompetenzen im technologiebasierten Problemlösen könnte auch der Bildungsabschluss sein. In dieser Arbeit wurde jedoch angenommen, dass der Bildungsabschluss nicht den gesamten Unterschied zwischen häufiger und seltener Nutzung von dieser Technologie auf das technologiebasierte Problemlösen erklären kann. So konnte auch weiterhin ein Effekt durch die Technologienutzung gefunden werden, auch wenn der Bildungsabschluss in den Modellen berücksichtigt wurde. Tatsächlich ist in den Modellen, in denen der Bildungsabschluss parallel mit den informellen Lerngelegenheiten modelliert wird, der negative Einfluss durch einen geringen Bildungsabschluss nicht mehr signifikant von Null verschieden.

Hypothese 5. Eine Person profitiert in technologiebasierten Problemlösen von positiven Lernhaltungen. Erwartet wurde zudem auch, dass dieser Effekt in einer Wechselbeziehung mit den formellen Lerngelegenheiten steht. Nicht erwartet wurde jedoch, dass insbesondere Personen mit wenig Kontakt zu Informations- und Kommunikationstechnologien besonders von positiven Lernhaltungen profitieren. Dennoch sind diese positiven Einstellungen weniger gut geeignet, um die Konstanz oder Dauer der Auseinandersetzung mit neuen Inhalten zu beschreiben. Dies hat eine besondere Bedeutung für die automatisierbaren Teilschritte, denn erst durch eine, auf Dauer angelegte, Übung von Prozesswissen können Routinen entstehen. Folglich findet sich in den hier durchgeführten Analysen auch kein Zusammenhang zwischen Lernhaltungen und den Bearbeitungszeiten von routinierbaren Teilschritten.

Hypothese 6. Ältere Personen erreichten auch dann vergleichsweise ein gutes Kompetenzniveau und Routinen im technologiebasierten Problemlösen, wenn sie relativ häufig Informations- und Kommunikationstechnologien nutzen. Gerade ältere Personen profitieren stark von informellen Lerngelegenheiten und für jüngere Personen wurden schwächere oder gar keine Zusammenhänge gefunden. Hier wird davon ausgegangen, dass dieser Personenkreis viele verschiedene Quellen für den Erwerb dieser Routinen hat, wohingegen ältere Personen aufgrund der Entstehungsgeschichte von Informations- und Kommunikationstechnologien nur seltener Gelegenheit für die Nutzung fanden. Für diese Folgerung spricht auch, dass die jüngste Kohorte deutlich weniger Zeit auf den automatisierbaren Teilschritten benötigt als alle anderen

6. Kapitel

Kohorten – selbst wenn der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien nicht berücksichtigt wird.

Diskussion

Die in diesem Kapitel aufgestellten Hypothesen konnten zu einem überwiegenden Teil belegt werden. Die Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens ist erwartungsgemäß abhängig von dem Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien und steht mit der Weiterbildung in einem Zusammenhang. Eine positive Einstellung dem Lernen gegenüber ist ebenfalls mit besseren Leistungen im technologiebasierten Lösen von Problemen assoziiert. So haben individuelle Dispositionen, von denen angenommen werden, dass sie generell mit dem Erwerb der technologiebasierten Problemlösekompetenz zusammenhängen, auch tatsächlich einen Einfluss in den Analysen gezeigt.

Diskussion der Ergebnisse im Hinblick auf die Validität der Testwertinterpretation des technologiebasierten Problemlösens. Technologiebasiertes Problemlösen ist als Schlüsselkompetenz in diversen alltäglichen, aber auch beruflichen Situationen anwendbar. Sie kann aber – im Sinne des Kompetenzerwerbs – nur durch Übung oder Verwendung in domänenspezifischen Lerngelegenheiten erworben werden. Wie erwartet zeigt die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Alltag und Beruf einen Zusammenhang sowohl mit den Routinen, die im Umgang mit dieser Technologie benötigt werden, als auch mit den Kompetenzen, die hierfür notwendig sind. Zudem zeigt sich, dass die Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Beruf nicht identisch ist mit der Nutzung im Alltag. Eine mögliche Erklärung hierfür konnte auch sein, dass es unterschiedliche Verwendungszwecke für den Computer, der im Alltag gibt beispielsweise für die Kommunikation mit Freunden oder zum Einkaufen über das Internet genutzt wird, im Beruf hingegen eher Tabellenkalkulation oder zum Programmieren von Software. Neben diesen eher informellen Lerngelegenheiten gibt es auch formelle Lernumgebungen im Erwachsenenalter. Die einmalige Teilnahme an Weiterbildungsmaßnahmen hat einen positiven Einfluss auf die technologiebasierte Problemlösekompetenz. Hier kann vermutet werden, dass nicht nur die Anzahl an Weiterbildungen, sondern auch die Intensität und der Inhalt der Weiterbildung ein wesentlicher Faktor ist. Obwohl hier nicht die tatsächlichen Inhalte der Weiterbildung betrachtet wurden, konnten Effekte durch diese belegt werden. Somit sind das technologiebasierte Problemlösen und die darin enthaltenen Rou-

6. Kapitel

tinen im Lösungsprozess, wie hier angenommen wird, ein Resultat aus Lernerfolgen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien. Dies entspricht insofern den Annahmen der Konstruktrepräsentation, für das Konstrukt des technologiebasierten Problemlösens Entstehungsgeschichte eine besondere Bedeutung hat.

Zumindest in Bezug auf einen Punkt überraschen diese Ergebnisse dennoch, denn obwohl der Inhalt der Weiterbildung nicht in den Analysen berücksichtigt wurde, hatten diese dennoch einen Effekt auf die Kompetenz im technologiebasierten Problemlösen. Zwei Erklärungen können hierfür angeführt werden. Zum einen könnte die kognitive Aktivierung durch das neue, erlernte Wissen oder neu erworbene Fertigkeiten im Rahmen von Weiterbildungen hier den Einfluss erklären. Auch wenn das Thema der Weiterbildung nicht direkt mit Informations- und Kommunikationstechnologien assoziiert ist, hat die Bereitschaft neues Wissen zu lernen einen Einfluss auch den Umgang mit diesen Technologien. Zum anderen könne der Einfluss auch durch einen Bezug diese spezielle erklärt werden. Technologiebasiertes Problemlösen kann als Schlüsselkompetenz in diversen alltäglichen Situationen verwendet werden. So ist es denkbar, dass auch das Akquirieren einer Weiterbildung mit der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien verbunden ist. Auch in Bezug auf die Durchführung einer Weiterbildung können Computerfertigkeiten, aber auch Problemlösekompetenzen benötigt werden. So sind Computer bereits seit den 1960er Jahren Teil der Methodik in der Erwachsenenbildung und gewinnen seit dem zunehmend an Bedeutung (Seitter, 2007). Diese Anwendung kann auch ohne zentrales Thema zu sein stattfinden.

Zudem konnte auch gezeigt werden, dass technologiebasiertes Problemlösen als Kompetenz nicht nur mit anderen Kompetenzen in einem Zusammenhang steht, sondern auch mit Lerngelegenheiten in anderen domänenspezifischen Situationen (Lesen und Mathematik) assoziiert ist. Erwartungsgemäß hat jedoch die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien im Alltag und Beruf jeweils einen stärkeren Effekt auf die technologiebasierte Problemlösekompetenz im Vergleich zur Nutzung von lese oder mathematischen Fertigkeiten. Hier wird vermutet, dass technologiebasiertes Problemlösen besonders von informellen Lerngelegenheiten im technologiebasierten Umfeld abhängig ist, weil es nicht durch schulische Lerngelegenheiten erlernt werden konnte. Dies trifft – ebenfalls erwartungsgemäß – nicht auf die Routinen zu. Sie stehen ausschließlich in domänenspezifischen Lerngelegenheiten in einem Zusammenhang. Das Lesen oder Rechnen im Alltag und Beruf hat keinen Einfluss auf die Routinen im technologiebasierten Problemlösen. Hier zeigt sich deutlich die Eigenständigkeit des

6. Kapitel

Kompetenzkonstruktes technologiebasiertes Problemlösen. So konnten diese Ergebnisse die Annahme der Konstruktrepräsentation stützen und geben einen Hinweis auf die Unabhängigkeit der Bearbeitungszeiten von den Kompetenzwerten im technologiebasierten Problemlösen.

Zusammenhänge zwischen technologiebasiertem Problemlösen sowie der Lernhaltungen wurden jedoch nicht im vollen Umfang wie erwartet gefunden. So sind Lernhaltungen insbesondere für Personen von großer Bedeutung, die Informations- und Kommunikationstechnologien nur selten nutzen. Allerdings konnte auch gezeigt werden, dass sie gar keinen Effekt für Personen haben, die häufig Informations- und Kommunikationstechnologien nutzen. Positive Lernhaltung könnten folglich Effekte durch eine geringe Verfügbarkeit oder seltene Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien auf das Kompetenzniveau im technologiebasierten Problemlösen zu einem Anteil ausgleichen.

Lebenslanges Lernen hat insbesondere für ältere Personen eine große Bedeutung, wenn sie technologiebasierte Probleme lösen. Das Alter einer Person steht in einem starken Zusammenhang mit ihren Leistungen in diesem Kompetenzkonstrukt. Unterschiede zwischen jungen und älteren Personen können jedoch durch einen häufigen Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien gemindert, aber nicht aufgehoben werden. Hier wird angenommen, dass dieser Umgang indikativ für erlebte Lerngelegenheiten ist und somit dem Kompetenzerwerb im technologiebasierten Problemlösen unterstützt. Bemerkenswert ist besonders, dass die Häufigkeit der Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien für die jüngste Kohorte keinen Einfluss auf die Routinen im Bearbeitungsprozess hat, aber in der ältesten Kohorte von großer Bedeutung ist. Dies stützt die Annahme, wonach jüngere Personen den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien nicht erst durch eine häufige Nutzung im aktuellen Alltag oder Beruf erwerben, sondern Routinen in diversen Gelegenheiten erworben haben (Rosen, 2011). Anhand der Aufklärung dieser hypothetischen Zusammenhänge konnte hier erneut ein Argument für die nomologische Validität der Testwertinterpretation des technologiebasierten Problemlösens gezeigt werden (Bagozzi, 1980).

Die berichteten Variablen für den beruflichen und alltäglichen Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien oder auch Lesen oder mathematische Fertigkeiten basieren auf subjektiven Angaben der Befragten und spiegeln nicht zwingend die tatsächlichen und beobachtbaren Arbeitsanforderungen oder Nutzung im Alltag wieder (Klaukien, et al., 2013). Folglich basieren die beschriebenen Selbstbeobachtungen nicht auf tatsächlich ausgeführten Nutzungen, sondern vielmehr auf dem individuellen erfahren der eigenen Nutzung und

6. Kapitel

dem sozialen oder normativen Vergleich. So könnten zwei Personen das (beiläufige) abrufen von Emails zum Beispiel über ein Smartphone je nach sozialer Bezugsnorm als aktive Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien betrachten, oder eben nicht.

Erfolgsfaktoren eines Lernprozesses. Abschließend soll exkursartig Implikationen für einen Lernprozess im Erwachsenenalter ausgeführt werden, der zwei zentrale Facetten berücksichtigt: Zum einen stellt die Aneignung von Wissen und Kompetenzen häufig den Lernenden vor Anforderungen, die den Vorgang des Lernens erleichtern können. Solche Anforderungen können zum einen Lernhaltungen sein, die dem Lernenden dazu verhelfen einen Lernprozess zu starten oder von potentiellen Lerngelegenheiten zu profitieren. Sie bestehen aber auch in der Notwendigkeit eines lebenslangen Lernens. Die zweite hier diskutierte Facette ist die Differenzierung von Routinen und Kompetenzen sowie die daraus folgenden Implikationen für den Lernprozess. Routinen weisen strukturelle Unterschiede zu den Kompetenzen im technologiebasiertem Problemlösen auf. So konnten unterschiedliche Zusammenhänge zwischen Routinen oder Kompetenzen und der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien gefunden werden – insbesondere im Kohortenvergleich. Aber auch in Bezug auf die Lerngelegenheiten in anderen Domänen und die Lernhaltung zeigt sich kein Zusammenhang mit den erworbenen Routinen, aber mit den Kompetenzen. Routinen tragen zur Bewältigung von technologiebasierten Problemen bei, unterscheiden sich jedoch strukturell von der eigentlichen Kompetenz. Dennoch sind Routinen ein unterstützender Aspekt einer kompetenten Problemlösung im technologiebasierten Problemlöseprozess, was im Folgenden ausgeführt wird.

- *Lerngelegenheiten zwischen Routinen und Kompetenzen.*

In dieser Arbeit konnten unterschiedliche Verbindungen zwischen den verschiedenen Lerngelegenheiten im Erwachsenenalter und den Routinen im sowie der Kompetenz des technologiebasierten Lösens von Probleme gefunden werden. Während Personen von Lerngelegenheiten im Beruf und Alltag profitieren, scheinen beide Lernorte in Bezug auf Routinen sich nicht zu ergänzen. Folglich wird vermutet, dass das Wissen, das in Bezug auf Informations- und Kommunikationstechnologien im Beruf erworben wird, sich nicht von dem im Alltag erworbenen Wissen unterscheidet. Kompetenzen können somit gleichwohl in beiden Kontexten erworben werden. So haben Personen auch dann bessere Kompetenzen im technologiebasierten Problemlösen, wenn sie zusätzlich zum beruflichen auch alltäglichen Umgang mit Informations- und

6. Kapitel

Kommunikationstechnologien pflegen. Hier scheinen sich die Verwendungszecke von Informations- und Kommunikationstechnologien im Alltag und im Beruf zu unterscheiden, wie oben anhand der Beispiele ausgeführt wurde. Somit unterscheidet sich hier die Zusammenhangsstrukturen zwischen Routinen und Kompetenzen in Abhängigkeit vom jeweiligen beruflichen oder alltäglichen Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie.

- *Netzwerk anderer domänenspezifischer Lerngelegenheiten zum technologiebasierten Lösen von Problemen.*

Routinen als ein Teilaspekt der kompetenten Problemlösung im technologiebasierten Problemlösen können nur in sehr spezifischen Situationen erworben und eingesetzt werden. So haben Lerngelegenheiten in anderen Domänen keinen Einfluss auf die Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten. In Bezug auf die Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens zeigen sich dennoch Zusammenhänge zwischen dem Lesen im Alltag und Beruf sowie dem Nutzen von Mathematik im Alltag und Beruf. Diese Zusammenhänge implizieren, dass für eine kompetente, technologiebasierte Problemlösung auch das Lesen und Rechnen relevant sind. Hier weisen Routinen strukturelle Unterschiede zu Kompetenzen auf. Personen werden folglich durch das Lesen und die Verwendung von Mathematik im Alltag oder Beruf keine Routinen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien entwickeln, aber dennoch in der Problembearbeitung davon profitieren. Beispielsweise ist denkbar, dass die Informationsgewinnung durch das Lesen oder das logische Schlussfolgern das stark mit mathematischer Problembewältigung assoziiert ist auch im technologiebasierten Problemlösen Anwendung finden. Diese Assoziationen treffen aber jeweils auf andere Problemlösesequenzen zu, als jene, die für Routinen zugänglich sind. Die Annahme, dass der Kompetenzerwerb im Erwachsenenalter durch einen parallel benötigten Erwerb von Routinen begleitet wird, wird somit durch diese Arbeit gestützt. Der Lernprozess mit dem Ziel des Erwerbs von Routinen erfordert primär eine intensive Einübung des prozeduralen Wissens (hier der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie). Hingegen kann von dem Kompetenzerwerb angenommen werden, dass dieser eine komplexere Strukturen hat und höhere Anforderungen an den Lernenden stellt.

6. Kapitel

- Lernhaltungen sind assoziiert mit Kompetenzen aber nicht Routinen.

Personen mit positiven Einstellungen dem Lernen gegenüber erreichten im Mittel höhere Kompetenzlevel, aber nicht weniger lange Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten. Lernhaltungen haben folglich keinen messbaren Einfluss auf Routinen, stehen aber mit Kompetenzen in einem Zusammenhang. Denkbar ist, dass eine positive Einstellung dem Lernen von neuem Wissen zwar den Erwerb von deklarativen Wissen fördert, aber keine Weiterentwicklung hin zu automatisierten Prozesswissen unterstützt. Jedoch verhelfen diese Lernhaltungen nicht dazu Routinen zu entwickeln. Folglich wird vermutet, dass eine positive Einstellung gegenüber dem Lernen von neuem Wissen – somit auch dem Lernen von neuem Wissen zur Informations- und Kommunikationstechnologien – keine hinreichende Voraussetzung ist um Kompetenzen im technologiebasierten Problemlösen zu erwerben.

- Kohorteneffekte.

Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass formelle und informelle Lerngelegenheiten zwischen den Kohorten verschieden gute Chancen für den Erwerb von Routinen und Kompetenzen bedeuten. Für ältere Personen ist das technologiebasierte Lösen von Problemen eine größere Herausforderung als für jüngere Personen, die mit dieser Technologie aufgewachsen sind. Dieser Unterschied zwischen den Kohorten, die auch den technologiebasierten Problemlöseprozess betreffen, können durch einen häufigeren Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien gemindert werden. Jedoch geht dies mit hohen Anforderungen an ältere Personen einher, diese eventuell unbekanntes Werkzeuge zu nutzen. Schätzen diese Personen jedoch ihre Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien als regelmäßig beziehungsweise häufig ein, erreichen sie wahrscheinlich auch ein höheres Kompetenzniveau. Für jüngere Personen konnte dieser Zusammenhang nur abgeschwächt gefunden werden. Folglich kann für diesen Personenkreis der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien keine primäre Erklärung für das Erreichen der unterschiedlichen Kompetenzniveaus sein. In Bezug auf das lebenslange Lernen implizieren diese Ergebnisse auch, dass Personen, die neue Technologien eher vermeiden und den Umgang nicht in formellen Lernorten (beispielsweise Schule oder Hochschule) erlernt haben, von diesen Lernprozessen nicht profitieren können.

Die hier vorgelegten Analysen zeigten zwei potentielle Erfolgsfaktoren für einen erfolgreichen Lernprozess. Kompetenzen im technologiebasierten Problemlösen erfordern intensive

6. Kapitel

und lebenslange Lernprozesse, die insbesondere dann mit Lernerfolgen assoziiert sind, wenn die Lernenden den neuen Lerninhalten gegenüber aufgeschlossen sind. Für die Teilhabe an einer technologiereichen Informationsgesellschaft ist die technologiebasierte Problemlösekompetenz von besonderer Bedeutung und kann vermutlich durch eine Bestärkung der Lernhaltung und Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien gefördert werden. Weniger komplexe Anforderungsstrukturen wurden hier für den Erwerb von Routinen gefunden, die weder von der Lernhaltung noch von Lerngelegenheiten in anderen Kontexten abhängen.

7. Gesamtzusammenfassung

Mit dem Ziel der Validierung der Testwertinterpretation des technologiebasierten Problemlösens und damit assoziierte Nutzung wurden verschiedene Hypothesen über den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien und den damit verbundenen Problemen aufgestellt und analysiert.

- Routinen sind Teil des technologiebasierten Problemlösens (Validierung im Rahmen des ersten Ergebniskapitels).

Analysiert wurden automatisierbare Teilschritte einer Bearbeitung von technologiebasierten Problemen. Hier wurden Prozessdaten aus dem Feldtest der PIAAC-Studie genutzt und der Fokus auf den Bearbeitungsprozess gelegt. Teilschritte der Problembearbeitung wurden identifiziert, die potentiell mit Routinen gelöst werden konnten. Diese Teilschritte können durch Personen, die geübt im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien sind schnell und zumeist auch effizient bearbeitet werden, beispielsweise durch das Schließen eines Popups, das eine Interaktion bestätigt. In den Analysen konnte ein Zusammenhang zwischen diesen Teilschritten der Problembearbeitung und der Lösungswahrscheinlichkeit des Problems gefunden werden. *Die Testwerte des technologiebasierten Problemlösens spiegeln die bildungsbiographische Lernerfolge wider, die zu einer routinierten Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien führen.*

- Technologiebasiertes Problemlösen unterscheidet sich von mathematischen und Lesekompetenzen insbesondere durch seinen nicht-schulischen Ursprung (Validierung des zweiten Ergebniskapitels).

Im Kapitel 5 dieser Arbeit wurden die Kompetenzen des technologiebasierten Problemlösens, der alltagsmathematischen und Lesekompetenz verglichen und Zusammenhänge beschrieben. Erwartungsgemäß steht technologiebasiertes Problemlösen mit den beiden tendenziell schulisch Kompetenzen in einem Zusammenhang, mehr jedoch mit der Lesekompetenz. Zudem zeigen sich Zusammenhangsstrukturen vom Bildungsabschluss und alltagsmathematische beziehungsweise Lesekompetenz nicht analog für das technologiebasierte Problemlösen bestehen. Hier sind die Differenzen zwischen den hohen, mittleren und niedrigen Bildungsabschluss nicht

7. Kapitel

sehr groß und teilweise auch nicht vorhanden, wenn die verschiedenen Kohorten verglichen werden. *Die Testwerte des technologiebasierten Problemlösens spiegeln entstehungsgeschichtliche Besonderheiten des Kompetenzkonstruktes wider, das zumeist nicht schulisch erworben wurde und folglich auch nicht identisch – aber positiv assoziiert – ist mit mathematischen und Lesekompetenzen.*

- Merkmale und Erfolgsfaktoren von Lernprozessen zum Erwerb von Routinen und Kompetenzen im technologiebasierten Problemlösen (Validierung im Rahmen des dritten Ergebniskapitels).

Im Sinne der Teilhabe an einer technologiereichen Informationsgesellschaft sind sowohl formelle als auch informelle Lerngelegenheiten im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien von großer Bedeutung (Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, 2010). Wissen über, aber auch Routinen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien sind wesentliche Faktoren für die Teilhabe an der Gesellschaft und ihren Informations- und Kommunikationsnetzen. Der Schwerpunkt im dritten Ergebnissteil dieser Arbeit lag auf der Beschreibung und Analyse von Erfolgsfaktoren und Merkmalen eines Lernprozesses, die mit dem kompetenten und technologiebasierten Lösen eines Problems in einem Zusammenhang stehen. Hier war das Ziel unterstützende Faktoren für die Problemlösekompetenzen Erwachsener im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien zu identifizieren, die indikativ für einen erfolgreichen Kompetenzerwerb stehen. Hierfür wurden Erfolgsfaktoren, aber auch Merkmale eines Lernprozesses definiert, die in einem Zusammenhang mit dem Erreichen von höheren Kompetenzstufen stehen können. So konnte in dieser Arbeit gezeigt werden, dass mehr formelle und informelle Lerngelegenheiten auch mit einem höheren Kompetenzniveau im technologiebasierten Problemlösen assoziiert sind. Hierbei wurden jedoch deutliche Unterschiede im Vergleich zu den Zusammenhangsstrukturen von Routinen im Bearbeitungsprozess und diesen Lerngelegenheiten festgestellt. Diese Bearbeitungszeiten stehen ausschließlich mit informellen Lerngelegenheiten in einem Zusammenhang, die im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien entstanden sind, nicht aber in mathematischen oder Lesekontexten. Auch hat für den Erwerb von Routinen die Lernhaltung keinen Zusammenhang ergeben. Diese dient vermutlich eher dazu den deklaratives Wissenserwerb zu unterstützen, verhilft aber weniger zu einer ausdauernden Übung zur Gewinnung von Routinen. Folglich hat sie einen Einfluss, insbesondere dann, wenn eine Person nur wenig Zeit für den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien hat und eventuell eher

7. Kapitel

mit dem Erwerb von deklarativen aber noch nicht mit der Automatisierung von prozeduralem Wissen befasst ist. Diese Differenzierung zwischen Routinen und Kompetenzen stützen die Annahme der Gültigkeit der Testwertinterpretation. *Die Testwerte des technologiebasierten Problemlösens spiegeln die Lernerfolge durch das lebenslange Lernen wider, die durch verschiedene bildungsbiographische Merkmale – insbesondere formelle und informelle Lerngelegenheiten – befördert werden.*

- Kohorten unterscheiden sich in ihren technologiebasierten Problemlösekompetenzen (Validierung im Rahmen kapitelübergreifender Ergebnisse).

Die vorangestellte historische Analyse der Entstehung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien zeigte eine mögliche Differenzierung von drei Kohorten auf, die sich systematisch in ihren Nutzungsmöglichkeiten von Informations- und Kommunikationstechnologien während ihrer lernintensiven Schul- und Ausbildungszeiten unterscheiden. Die Effekte durch Altersunterschiede zeigten sich hinsichtlich der Bearbeitungszeiten von Teilsequenzen die potentiell durch Routinen gelöst werden können. Dieser Unterschied kann auch nicht durch geringere Lesekompetenz erklärt werden. Personen der jüngsten Kohorte erreichten im Mittel die Kompetenzstufe zwei der PIAAC-Problemlöseskala. Die beiden anderen Kohorten erreichten im Mittel lediglich die Kompetenzstufe eins. Technologiebasiertes Problemlösen steht in einem Zusammenhang mit der Kohortenzugehörigkeit. Diese Kohortenzugehörigkeit hat folglich auch in den Analysen der Lösungswahrscheinlichkeit der technologiebasierten Problemlösungen einen negativen Einfluss für die älteste Kohorte ergeben. Werden jedoch zusätzlich zur Kohortenzugehörigkeit auch die Bearbeitungszeiten auf den routinierbaren Teilschritten berücksichtigt, hat die Zugehörigkeit zu Kohorte der 45-65 Jährigen keinen signifikanten Effekt auf die Lösungswahrscheinlichkeit. Dies scheint die Annahme zu bestätigen, wonach ein Unterschied zwischen den Kohorten im Erwerb von automatisierten prozeduralem Wissen besteht. Folglich wird hier angenommen, dass die Kohorten sich im Kompetenzerwerb durch die Verfügbarkeit von Informations- und Kommunikationstechnologien unterscheiden und schließlich dadurch Personen aus älteren Kohorten nur wenig Gelegenheit hatten Routinen und somit auch Kompetenzen im technologiebasierten Problemlösen zu erwerben. Somit können die Kohortenunterschiede auch nicht durch Lesekompetenz erklärt werden, die in einem starken Zusammenhang mit dem technologiebasierten Problemlösen steht. Personen älterer Kohorten tendieren in allen drei in PIAAC gemessenen Kompetenzen dazu ein geringeres Kompetenzlevel zu

7. Kapitel

erreichen, als die jüngeren Kohorten. Jedoch konnte ein zusätzlicher Effekt in dem technologiebasierten Problemlösen gefunden werden, der über diesen Trend hinausgeht. Folglich konnte auch gezeigt werden, dass fehlende Lerngelegenheiten im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien Unterschiede in technologiebasierten Problemlösen erklären können. Insbesondere ältere Personen profitieren von einem regelmäßigen, beruflichen oder privaten Umgang mit diesen Technologien. *Die Testwerte des technologiebasierten Problemlösens spiegeln entstehungsgeschichtlich begründete Kohortenunterschiede wieder, die über die Effekte des Alterns hinaus Unterschiede im Kompetenzerwerb darstellen und zum Teil durch formelle und informelle Lernerfolge minimiert werden können.*

8. Gesamtdiskussion

Der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien hat unter verschiedenen Gesichtspunkten eine besondere Bedeutung für die Teilhabe an einer technologiereichen Informationsgesellschaft. Durch die Weiterentwicklung dieser Technologie stellen sie stetig neue Herausforderungen durch technologische Weiterentwicklung oder Optimierung, bieten aber auch Zugang zu Informationen und zu diversen gesellschaftlichen und kulturellen Angeboten. Hieraus leiten sich sowohl Herausforderungen durch diese Technologie, aber auch Förderpotential ab. Technologie ist bereits Quelle für formelle und informelle Lerngelegenheiten, stellt jedoch auch den Anspruch fortwährender Anpassung an Neuerungen und begründet so auch die Forderung nach lebenslangem Lernen. Das Kompetenzkonstrukt des technologiebasierten Problemlösens setzt an diesem Punkt an. Eine gelungene Umsetzung dieser Operationalisierung sollte theoretisch begründbare Annahmen über und Eigenschaften des Zielkonstruktes wieder spiegeln. Ziel in dieser Arbeit war es, die Konstruktinterpretation basierend auf den Testwerten des technologiebasierten Problemlösens zu validieren.

8.1 Prüfung zentraler Eigenschaften der Konstruktinterpretation des Testwertes

Die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien zur technologiebasierten Bewältigung von Problemen, stellt eine komplexe Anforderung an den Problemlösenden, die sich in einer unikaten Weise auf den Lösungsprozess niederschlägt. Um möglichst gültige Aussagen über Kompetenzen Erwachsener im Umgang mit dieser Technologie treffen zu können wurde das Kompetenzkonstrukt technologiebasiertes Problemlösen in der PIAAC-Studie operationalisiert. Das Ziel der Arbeit ist, die Interpretation der Testwerte des PIAAC-Tests zur Erfassung des technologiebasierten Problemlösens zu validieren. Hier sollten Eigenschaften oder Merkmale des Konstruktes technologiebasierten Problemlösens aufgeführt und diskutiert werden, die eine Repräsentation des Konstruktes in den Daten der PIAAC-Studie stützen. Leitend sind hierfür die fünf Leithypothesen und deren Belegquellen (siehe Kapitel 2).

8. Kapitel

(1) Im technologiebasierten Problemlösen können Teilsequenzen durch Routinen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien bewältigt werden.

Hier wird ein Beleg für die Validität einer Testwertinterpretation basiert auf dem Bearbeitungsprozess beschrieben, der auf routinierbare Teilschritte einer Problembearbeitung fokussiert. So wurde die Bedeutung der Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten untersucht. Erworbene Routinen im Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien sind ein Teilaspekt einer kompetenten Problemlösung und werden durch die Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten repräsentiert. Auch geben diese Ergebnisse einen Hinweis auf den Inhalt des Testes, denn die Informationen über automatisierbare Teilschritte wurden aus der Operationalisierung des Testes in einem gesonderten Arbeitsschritt hergeleitet. Die anscheinend erfolgreiche Lokalisierung dieser Teilschritte deutet darauf hin, dass der intendierte Problemlöseprozess in den Aufgaben enthalten ist und auch im Testteilnehmerverhalten wiedergespiegelt wird. Der Einfluss von Routinen in der technologiebasierten Bearbeitung von Problemen stützt die Annahme der Konstruktrepräsentativität, da Routinen durch Übung erworben werden und diese musste zwangsläufig außerhalb der Testsituation geschehen. Werden nun während eines solchen Tests Routinen in diesen speziellen Teilschritten verwendet, deutet dies auf eine zuverlässige Prädiktion von Kompetenzen im technologiebasierten Problemlösen durch die alltäglich verwendeten Fähigkeiten und Handlungsstrategien hin.

(2) Durch die Entstehungsgeschichte begründet, bestehen im technologiebasierten Problemlösen zwischen Kohorten Differenzen im technologiebasierten Problemlösen.

Ein weiterer Beleg basierend auf der Beziehung zu anderen Variablen spricht für die Validität der Testwertinterpretation und besteht in den beständigen Kohorteneffekten. An unterschiedlichen Stellen in dieser Arbeit konnten Nachteile oder Defizite innerhalb der ältesten Kohorte beschrieben werden, die sich sowohl auf Kompetenzunterschiede, aber auch auf nachteilhafte Interaktionsstrategien beziehen. Hier wird davon ausgegangen, dass diese Kohortenunterschiede in einem besonderen Maß durch die Entstehungsgeschichte der Informations- und Kommunikationstechnologien geprägt wurde. Eine alternative Erklärung der Kohorteneffekte konnte nicht gestützt werden, wonach Kohorteneffekte auf einem generellen Trend beruhen, der in einer Vielzahl an Kompetenzen ein Defizit älterer Personen determiniert. Folglich wür-

8. Kapitel

den ältere Personen altersbedingt geringere Problemlösekompetenzen, mathematische oder Lesekompetenzen aufweisen, aber auch einen größeren Zeitaufwand für die Bearbeitung der automatisierbaren Teilschritte benötigen. Gegen eine solche Erklärung als einzige Ursache für Kohortenunterschiede spricht, dass Kohorteneffekte nicht durch Lesekompetenzen – und den damit assoziierten Kohortenunterschieden – erklärt werden können, wie es analog für Kohortenunterschiede in mathematischen Kompetenzen möglich ist. Hinzu kommt, dass Kohortenunterschiede auch durch informelle Lerngelegenheiten insbesondere in den älteren Kohorten gemindert werden können. Folglich wird hier angenommen, dass diese Differenzen zwischen Kohorten durch eine aktive und strukturierte Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien gemindert werden können. Ältere Personen erreichen vermutlich durch die Teilnahme an Weiterbildung oder die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien routiniertere Handlungsalternativen in Bearbeitungsprozessen im Umgang mit dieser Technologie und können auch dadurch Probleme wahrscheinlicher lösen. Eine mögliche Interpretation der Ergebnisse könnte also lauten: Informelle Lerngelegenheiten, wie beispielsweise die alltägliche oder berufliche Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien implizieren, sind von besonderer Bedeutung für die technologiebasierte Lösung von Problemen und können Defizite mindern. Folglich ist die rasante Entwicklung von Informations- und Kommunikationstechnologien aktuell ein wesentliches Charakteristikum im technologiebasierten Problemlösen und hat einen Einfluss auf die Interpretation der Kohortenunterschiede.

(3) Der Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien sowie das technologiebasierte Problemlösen sind – begründet durch ihre Entstehungsgeschichte – eher weniger Teil der formellen und schulischen Bildung.

Verschiedene Zusammenhänge zu anderen Variablen bilden Belege für die Hypothese, dass technologiebasiertes Problemlösen weniger in formellen und schulischen Lerngelegenheiten erworben wird, als andere Kompetenzen. Ausgehend von der Entstehungsgeschichte von Informations- und Kommunikationstechnologien konnte technologiebasiertes Problemlösen nicht teil der formellen Bildung in einem überwiegenden Anteil von Bildungsbiographien sein und folglich sollte dies auch in einer validen Testwertinterpretation berücksichtigt werden. Die formelle und schulische Bildung deckte den Kompetenzbereich des technologiebasierten Problemlösens (noch) nicht umfassend ab und folglich waren Testwerte weniger stärker mit schuli-

8. Kapitel

schen Leistungen assoziiert, als beispielsweise das Lesen. Insbesondere in Bezug auf diese Hypothese wird deutlich, dass eine Validierung der Interpretation von Testwerten des technologiebasierten Problemlösens auch in Zukunft noch weitergeführt werden muss, denn Entwicklungen im Sozial- und Bildungssystem werden die Charakteristika dieses Kompetenzkonstruktes verändern.

(4) Technologiebasiertes Problemlösen ist ein eigenständiges Kompetenzkonstrukt, das Parallelen zu mathematischen und Lesekompetenzen aufweist.

Zudem soll ein weiterer Beleg basierend auf den Beziehungen anderen Variablen zeigen, dass technologiebasiertes Problemlösen sich von anderen Kompetenzen unterscheidet und einen eigenständigen Kompetenzbereich beschreibt. Mathematische und Lesekompetenzen stehen in einem Zusammenhang mit dem Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien und werden deshalb auch in einem Zusammenhang mit dem technologiebasierten Problemlösen beschrieben. Sie weisen zwar theoretische Parallelen mit dem technologiebasierten Problemlösen auf – beispielsweise durch Leseanteile – aber dennoch repräsentieren sie distinkte Konstrukte, die voneinander abgegrenzt werden können. Die stärkeren Zusammenhänge zwischen Lesekompetenz und dem technologiebasierten Problemlösen stehen im Einklang mit den zuvor aufgestellten Hypothesen. Trotz dieser Gemeinsamkeiten deckt das technologiebasierte Problemlösen einen eigenständigen Kompetenzbereich ab, der weniger mit der Nutzung von Lesetätigkeiten sowie Rechnen im Alltag und Beruf assoziiert ist, als mit der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien.

(5) Die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien – als Lerngelegenheit verstanden – kann dazu beitragen, dass Personen eher technologiebasierte Lösungen für Probleme finden.

Ein weiterer Beleg, der sowohl auf Beziehungen zu anderen Variablen, aber auch dem Bearbeitungsprozess basiert, stützt die Annahme der Testwertinterpretation des technologiebasierten Problemlösens. So erreichten Personen dann ein höheres Kompetenzniveau, wenn sie regelmäßig privaten oder beruflichen Umgang mit dieser Technologie hatten. Es kann erwartet werden, dass dieser Umgang auch problembehaftet ist und somit als informelle Lerngelegenheit den Kompetenzerwerb unterstützt. Unter der Prämisse, dass lebenslanges Lernen nicht nur möglich, sondern auch ein Teil der menschlichen Natur ist, können solche Lerngelegenheiten auch der

8. Kapitel

Konstruktion von Wissen dienen, das lebenslang erneuert werden muss. Der im Vergleich hierzu geringer ausfallende Einfluss durch den Umgang mit mathematischen und Lesefertigkeiten im Alltag oder Beruf stützt auch die Annahme der Repräsentativität des technologiebasierten Problemlösens innerhalb der Operationalisierung durch die PIAAC-Studie.

8.2 Limitationen

Die vorliegende Studie und die darin erzielten Ergebnisse machen deutlich, dass Prozessdaten innovative Möglichkeiten zur Untersuchung des Aufgabenbearbeitungsprozess eröffnen. Der Einblick in den Bearbeitungsprozess auf Basis von Prozessdaten hat allerdings enge Grenzen. Indikatoren, die auf der Basis von Prozessdaten gebildet werden, sind prinzipiell hinsichtlich ihrer psychologischen Interpretation ambig und bedürfen mittelfristig der Triangulation durch andere Datenquellen. Die hier vorgelegten Ergebnisse sprechen für eine Interpretation der Geschwindigkeit, mit der routinierbare Teilschritte ausgeführt werden, als Indikator für Routinen, weil weniger Zeit auf diesen Teilschritten mit einer höheren Lösungswahrscheinlichkeit assoziiert ist. Streng genommen und bezogen auf eine einzelne Prozessinformation bleibt jedoch unbekannt, ob kürzere Bearbeitungszeiten durch Automatisierung oder schlicht durch eine weniger sorgfältige Bearbeitung zustande kamen. Mittelfristig sollte daher die Analyse von Prozessdaten aus Large-Scale-Datensätzen durch flankierende Untersuchungen ergänzt werden, in denen parallel weitere zur Erfassung kognitiver Prozesse geeignete Datenerhebungsmethoden wie Blickbewegungsmessungen und beziehungsweise oder lautes Denken zum Einsatz kommen.

Die hier aufgeführten Ergebnisse sind weiterhin insofern als eingeschränkt zu betrachten, als dass die Interpretation keine Schlussfolgerung auf Wirkrichtungen zulässt. Bei der PIAAC-Studie handelt es sich um ein querschnittliches Datendesign, bei dem es lediglich einen Messzeitpunkt gibt und Teilnehmer nur einmal befragt wurden (Solga, 2013). Somit können die hier beschriebenen Effekte nur als richtungslose Zusammenhänge betrachtet werden und nur theoretische Annahmen über die Zusammenhangsstruktur von Routinen beziehungsweise Kompetenzen und der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien oder an-

8. Kapitel

deren Lerngelegenheiten getroffen werden. Denkbar ist beispielsweise, dass Personen mit einem höheren Kompetenzniveau im technologiebasierten Problemlösen einen Beruf wählen, der die Verwendung eines Computers erfordert. Um herauszufinden, ob die Entwicklung von Routinen und Kompetenzen beispielsweise durch Weiterbildung oder die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien bestärkt wird, sind Daten notwendig, die aus einer Längsschnittuntersuchung stammen (Bortz & Döring, 2005). Dennoch können mit den PIAAC-Daten Zusammenhänge beschrieben werden, die Stärken und Schwächen des Bildungssystems identifizieren (Solga, 2013) und so beispielsweise die Förderung von Bildungsinstitutionen, Weiterbildungsaktivitäten sowie das Lernen am Arbeitsplatz unterstützen (Rammstedt, 2013b).

Durch die sehr unterschiedliche Verbreitung und Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien innerhalb und zwischen den verschiedenen Teilnehmerstaaten der PIAAC-Studie wurde das technologiebasierte Problemlösen als optionales Element eingeführt und konnte auch von den Testteilnehmern abgelehnt werden. Die Ablehnung der computerbasierten Erhebung und somit auch die Erhebung des technologiebasierten Problemlösens beschränkt die PIAAC-Stichprobe. Dies betraf in Deutschland nur einen geringen Anteil der Stichprobe (Zabal, Martin, Klaukien, & Rammstedt, 2013). Aufgrund der geringen Fertigkeiten im Umgang mit dem Computer, wurden zudem einzelne Teilnehmer von der computerbasierten Erhebung ausgeschlossen. Auf die Analysen dieser Arbeit bezogen, führt dies zu einer Einschränkung der Varianz – insbesondere in Bezug auf die abhängige Variable (Fridberg, et al., 2015).

Ein weiterer Punkt, der die Interpretation der hier vorgelegten Analysen einschränkt ist die Anzahl von Aufgaben in den Modellen mit Bearbeitungszeiten auf automatisierbaren Teilschritten. Den Analysen liegen jeweils sechs Aufgaben zugrunde. Jedoch wurde je Aufgabe mehr als eine Interaktion zur Herleitung des Indikators genutzt, weil die automatisierbaren Teilschritte mehrfach innerhalb einer Bearbeitung durchgeführt wurden. In der oben aufgeführten Beispielaufgabe mussten zwei Internetseiten mit einem Lesezeichen versehen werden. Somit umfasste ein optimaler Lösungsweg auch mehr als eine Interaktion mit dem Lesezeichenmenü, das die Grundlage für den Automatisierungsindikator bildet. Folglich basieren die hier verwendeten Indikatoren nicht auf sechs Interaktionen, sondern auf einem Mittelwert aus zumeist mehreren Interaktionen (siehe Anhang A). Auch hat die relativ geringe Anzahl an Aufgaben zur Folge, dass die Kontexte Alltag und Beruf nicht ausreichend vertreten waren und dadurch die erwarteten Effekte in Kapitel 5 nicht in den Aufgaben repräsentiert wurde. Zwar enthielten die

8. Kapitel

sechs Aufgaben sowohl Anforderungen aus Beruf und Alltag, eventuell wurden aber Teilbereiche nicht umfassend abgedeckt.

Auch wurden die hier beschriebenen Interaktionen in einer artifiziellen Umgebung beobachtet und die Problemstellungen simuliert. Dies legt zunächst nahe, dass diese Probleme generell nicht durch Routinen gelöst werden können, weil eine Simulation nicht real eingeübte Routinen umfassen kann. Die Testteilnehmer haben zwar die Möglichkeit sich mit der Oberfläche vertraut zu machen, jedoch bedarf der Erwerb von Routinen eine Einübung von Handlungssequenzen, die umfangreicher und spezialisierter ist als diese kurzen Übungssequenz. Dennoch legen die Ergebnisse nahe, dass Testteilnehmer eine Übertagung ihrer alltäglichen Routinen auf die Testumgebung vollzogen haben und diese Simulation anscheinend authentische Problem-szenarien widerspiegeln.

8.3 Ausblick

Die hier vorgelegten Analysen können, vor dem Hintergrund sich stetig verändernder Technologien, als epochenabhängige Betrachtung des technologiebasierten Problemlösens verstanden werden. Es kann angenommen werden, dass Kohortenunterschiede – wie sie hier gefunden wurden – in der Zukunft minimiert oder eventuell sogar irrelevant werden, in Abhängigkeit von den Entwicklungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien. Dies könnte durch eine weitere Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien begründet sein, aber auch durch eine Alterung der hier als „jung“ bezeichneten Kohorte. Hinzu kommt, dass parallel die Entwicklungen im Bereich der Technologien aber auch im Digitalen und dem Internet weiter voranschreiten. Die Anwendungen und Anwendungsbereiche dieser Medien könnten vielfältiger werden und deshalb auch Kompetenzen, wie das technologiebasierte Problemlösen verändern. Will Bildungsforschung diesen Teilbereich gesellschaftlicher Entwicklung begleiten und ergründen, müssen theoretische Konstrukte und praktische Operationalisierungen stetig angepasst und optimiert werden. So umfasst die Operationalisierung des technologiebasierten Problemlösens in der PIAAC-Studie Anwendungen wie Email-Software oder den Internetbrowser, aber noch beispielsweise keine Probleme im Umgang mit sogenann-

8. Kapitel

ten „Sozialen Netzwerken“, Datensicherheit oder Internetbanking. Auch wurden Probleme ausschließlich computerbasiert dargestellt und noch nicht mittels anderer Medien, wie Smartphones, Tablets aber auch Fahrkartenterminals (Zabal, Martin, Klaukien, & Rammstedt, 2013). Der Umgang mit diesen Medien gewinnt im Bereich des Problemlösens immer größerer Bedeutung, weil sie gleichzeitig flexibel, spontan und effizient genutzt werden müssen (Basole, 2004). Auch hier wird sich das technologiebasierte Problemlösen in Zukunft wahrscheinlich verändern, da der Umgang mit beispielsweise dem Tablet für Senioren noch eine größere Herausforderung darstellt als mit dem Computer (Steinert, Haesner, Gövercin, Steinhagen-Thiessen, & O’Sullivan, 2014). Es ist wahrscheinlich, dass mobile Technologien häufiger in Bildungskontexten genutzt werden und auch dadurch ein kompetenter Umgang mit diesen Medien weiter verbreitet wird (Hemmi, Bayne, & Land, 2009). Folglich wird im technologiebasierten Problemlösen fortwährend aktualisiertes Wissen über Informations- und Kommunikationstechnologien genutzt und sollte auch in der Bildungsforschung durch eine Aktualisierung der Operationalisierung fortwährend angepasst werden.

Die Verwendung von technologiebasierten Problemlösen und dessen Anwendungsfelder werden sich auch in Zukunft an Entwicklungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien anpassen. Somit wird eine künftige Erhebung dieser Kompetenzen auch einen Wandel in der Technologie nachvollziehen und widerspiegeln müssen. So ist vorstellbar, dass in näherer Zukunft Funktionen wie ein Lesezeichen anlegen anders oder gar nicht funktionieren. Wie lange die Operationalisierung des technologiebasierten Problemlösens der PIAAC-Studie gültig ist, hängt auch von diesen Entwicklungen ab und kann nur schwer vorhergesehen werden. Eine mögliche Erweiterung der Studie stellen auch die oben erwähnten mobilen Medien, wie Tablet oder Smartphone dar. Technologiebasiertes Problemlösen ist nicht nur auf den Computer beschränkt, weil die Mobilisierung und Flexibilisierung in der Informationsgesellschaft die Bedeutung dieser Technologien für die Teilhabe bestärkt.

Der Umgang mit Prozessdaten aus Large-Scale-Assessments ist in der Bildungsforschung noch nicht weit verbreitet und kann, wie hier gezeigt wurde, dazu dienen Prozesse näher zu betrachten. Die hier analysierten Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten sind lediglich ein Ausschnitt einer umfangreichen Problemlösung. Vorstellbar ist, dass es Teilschritte gibt, die im Gegensatz zu den Routinen von einem größeren Aufwand profitieren. So könnten kognitive Ressourcen durch Routinen geschont werden, die im Folgenden zur tiefer-

8. Kapitel

gehenden Aufgabenbearbeitung zur Verfügung stehen. In künftigen Forschungsvorhaben sollten weitere Informationen aus den Prozessdaten detailliert betrachtet und spezifische Charakteristika eines Lösungsprozesses analysiert werden. Zwei Indikatoren könnten sich für die Betrachtung von kontrollierten Teilen der Problemlösung anbieten. (1) Denkbar ist, dass diese kognitiv anspruchsvollen Teilschritte die tatsächliche Problemlösung enthalten und somit auch die Allokation von Ressourcen im Problemlösungsprozess beschreiben. Hier würden in der oben aufgeführten Beispielaufgabe die Bearbeitungszeit auf der Zielseite in einem Internetbrowser betrachtet werden. (2) Auch könnten diese spezifischen Teilschritte die Entscheidung über eine Bearbeitungsstrategie umfassen. So könnte die Entscheidung über einen gewählten Hyperlink oder die Navigationsabfolge für die Auswahl eines geeigneten Internetdienstes zur Arbeitsvermittlung hierfür relevante Kriterien darstellen.

Das technologiebasierte Problemlösen ist ein relevantes Konstrukt für den Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien und hat – aufgrund der Verbreitung dieser Technologie – einen bedeutsamen Einfluss auf den Alltag aber auch auf das Berufsleben. Insofern ist dieser Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologien ein Teilaspekt für gesellschaftliche Teilhabe und hat zwei neue Herausforderungen für das Bildungssystem und somit auch die Notwendigkeit einer Begleitung durch die Bildungsforschung erbracht. Zum einen wird eine Pluralisierung von Handlungsalternativen durch die Ausdehnung und Vernetzung dieser Technologien zugleich mit einer Erfolgsminderung von vermeintlich veralteten Handlungsstrategien einhergehen. Dadurch hat sie auch neue Barrieren für die Teilhabe Älterer an einer technologiereichen Informationsgesellschaft gestellt und bergen insbesondere für Ältere ein Herausforderungspotential. Zum anderen charakterisiert die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien als Schlüsselkompetenz einen Zugang zu diversen Informationsquellen und ermöglicht die Bereitstellung eines beständig verfügbaren Potentials an Ressourcen zur individuellen (Kompetenz-) Entwicklung. Hieraus ergibt sich ein Potential von Informations- und Kommunikationstechnologien zur Förderung oder Unterstützung von vielfältigen Lernprozessen. Zur Erfassung sowohl des Herausforderungs- als auch des Förderungspotentials von Informations- und Kommunikationstechnologien wird eine Operationalisierung des technologiebasierten Problemlösens benötigt. Die PIAAC-Studie hat mit der Umsetzung dieses Kompetenzkonstruktes ein erziehungswissenschaftlich relevantes Messinstrument entwickelt, dass die Herausforderungs- und Förderungspotentiale moderner Technologien erfasst und

8. Kapitel

Kompetenzen im Umgang mit ihnen abbilden. Insgesamt zeigt sich, dass das technologiebasierte Problemlösen in der Operationalisierung der PIAAC-Studie eine konstruktrepräsentative Testwertinterpretation mit den angeführten Einschränkungen zulässt und ermöglicht somit eine differenzierte Beschreibung von Fertigkeiten und Kompetenzen im Umgang mit derzeit aktuellen Informations- und Kommunikationstechnologien.

9. Literaturverzeichnis

- Abrams, A. (1997). Diversity and the Internet. *Journal of Commerce*, 26 Juni.
- Acemoglu, D. (1998). Why Do New Technologies Complement Skills? Directed Technical Change and Wage Inequality. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1055-1089.
- Ackerman, P. L. (1987). Individual differences in skill learning: An integration of psychometric and information processing perspectives. *Psychological Bulletin*, 102, 3-27-
doi:10.1037/0033-2909.102.1.3.
- Ackerman, P. L. (1988). Determinants of individual differences during skill acquisition: Cognitive abilities and information processing. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117, 288-318.
- Ackerman, P. L. (2007). New developments in understanding skilled performance. *Current Directions in Psychological Science*, 16, 235–239.
- Alda, H. (2013). *Tätigkeitsschwerpunkte und ihre Auswirkungen auf Erwerbstätige. Eine empirische Anwendung des Tätigkeitsansatzes für die Beschreibung von Arbeitsplätzen in Deutschland und die Abschätzung sozioökonomischer Konsequenzen*. Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung.
- Allan, R. A. (2001). A History of the Personal Computer. In R. A. Allan, *A History of the Personal Computer* (S. 12/1-12/28). London: Allan Publishing.
- American Educational Research Association. (2014). *Standards for educational and psychological testing* (9. Ausg.). Washington: McGraw-Hill.
- Anderson, J., & Lebiere, C. (1998). *The atomic components of thought*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Arnold, R. (2002). Von der Bildung zur Kompetenzentwicklung - Anmerkungen zu einem erwachsenenpädagogischen Perspektivwechsel. In E. Nuissl, C. Schiersmann, H. Siebert, & Deutsches Institut für Erwachsenenbildung, *Literatur- und Forschungsreport Weiterbildung* (Bd. 49, S. 26-38). Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.

9. Kapitel

- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, *118*(4), 1279–1333.
- Baacke, D. (1997). *Medienkompetenz*. Tübingen: Niemeyer Verlag .
- 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*, 390–412. doi:10.1016/j.jml.2007.12.005.
- Bagozzi, R. P. (1980). *Causal Models in Marketing*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Baltes, P. B., Lindenberger, U., & Staudinger, U. M. (2006). Life span theory in developmental psychology. In W. Damon, & R. M. Lerner, *Handbook of child psychology, theoretical models of human development* (Bd. 1: Theoretical models of human development, S. 569–664). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Baroody, A. J. (2003). The development of adaptive expertise and flexibility: The integration of conceptual and procedural knowledge. In A. J. Baroody, & A. Dowker, *The development of arithmetic concepts and skills: Constructing adaptive expertise* (S. 1-33). Mahwah: Erlbaum.
- Basole, R. C. (2004). The value and impact of mobile information and communication technologies. In *Proceedings of the IFAC Symposium on Analysis, Modeling & Evaluation of Human-Machine Systems*, 1-7. Von <http://www.ti.gatech.edu/basole/docs/Basole.IFAC04.ValueMobileICT.pdf> abgerufen
- Bates, D., Maechler, M., & Bolker, B. (2012). lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and S4 (R Package Version 0.999999-0) [Computer software]. Retrieved from <http://CRAN.R-project.org/lme4>: Linear mixed-effects.
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., & al., e. (2001). *PISA 2000: Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Opladen: Leske + Budrich.
- Behaghel, L., & Greenan, N. (2007). Training and Age-Biased Technical Change. *LEA Working Paper 0705*.

9. Kapitel

- Behringer, F. (2002). Weiterbildungsbeteiligung älterer Arbeitnehmer. In C. Behrend, *Chancen der Erwerbsarbeit im Alter - Betriebliche Personalpolitik und ältere Erwerbstätige* (S. 89-105). Opladen: Leske + Budrich.
- Beil, J. (2014). Ergebnisse des Projekts »S-Mobil 100« - Lernprozesse Älterer mit neuen Technologien. *DIE Zeitschrift für Erwachsenenbildung*, 3, 50-51.
- Beniger, J. (1986). *The Control Revolution - Technological and Economic Origins of the Information Society*. Cambridge/Massachusetts: Boltanski.
- Bennett, R., Persky, H., Weiss, A., & Jenkins, F. (2007). *Problem Solving in Technology-Rich Environments: A Report From the NAEP Technology-Based Assessment Project (NCES 2007-466)*. U.S. Department of Education. Washington, DC: National Center for Education Statistics.
- Bericht des Rates Bildung. (2001). *Die konkreten künftigen Ziele der Systeme der allgemeinen und beruflichen Bildung*. Stockholm: Europäischen Rat.
- BITKOM. (2007). *PC-Ausstattung in Deutschland knackt erstmals 75-Prozent-Marke*. Berlin: BITKOM.
- BITKOM. (2011). *Computernutzung nimmt weiter zu*. Berlin: BITKOM.
- BITKOM. (2012). *IT-Nutzung an deutschen Arbeitsplätzen nur noch Mittelmaß*. Berlin: Bundesverband Informationswirtschaft Telekommunikation und neue Medien e.V.
- BITKOM. (2013). *Mehrheit der Beschäftigten nutzt einen Computer*. Berlin: Bundesverband Informationswirtschaft Telekommunikation und neue Medien e.V.
- BITKOM. (2015a). *Computernutzung in Haushalten*. Berlin: Bitkom; Basis: Eurostat.
- BITKOM. (2015b). *Anteil der Unternehmen, die einen festen oder mobilen Breitbandzugang haben* 2014. <https://www.bitkom.org/Marktdaten/ITK-Ausstattung/Internetzugang.html>: BITKOM.
- BITKOM. (2015c). *Computernutzung von Beschäftigten*. Berlin: Bitkom; Basis: Eurostat.

9. Kapitel

- Blum, A., Goldstein, H., & Guérin-Pace, F. (2001). International Adult Literacy Survey (IALS): An analysis of international comparisons of adult literacy. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 8(2), 225–246.
- BMBF. (1998). *Kompetenz im globalen Wettbewerb (Competence in a global competition)*. Bonn: BMBF.
- Böhme, G., & Stehr, N. (1986). *The Knowledge Society: The Growing Impact of Scientific Knowledge on Social Relations*. Dordrecht: Reidel.
- Borghans, L., & ter Weel, B. (2002). Do Older Workers Have More Trouble Using a Computer than Younger Workers? *Research in Labor Economics*, 21, 139–173.
- Borghans, L., & Ter Weel, B. (2002). Do Older Workers Have More Trouble Using a Computer than Younger Workers? *Research in Labor Economics*, 21, 139–173.
- Bortz, J., & Döring, N. (2005). *Forschungsmethoden und Evaluation: für Human- und Sozialwissenschaftler*. Heidelberg: Springer.
- Bos, W., Eickelmann, B., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Schwippert, K., . . . Wendt, H. (2014). *Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
- Bruner, J. (1996). *The Culture of Education*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. (2010). *Altersbilder in der Gesellschaft. Sechster Bericht zur Lage der älteren Generation in der Bundesrepublik Deutschland. Bericht der Sachverständigenkommission an das Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend*. Berlin.
- Campbell-Kelly, M., Aspray, W., Ensmenger, N., & Yost, J. R. (2013). *Computer: a history of the information machine*. New York: Westview Press.
- Campbell, D. T., & Fiske, D. W. (1959). Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. *Psychological Bulletin*, 56, 81-105.

9. Kapitel

- Campione, J. C., & Brown, A. L. (1987). Linking dynamic assessment with school achievement. In C. Lidz, *An Interactional Approach to Evaluation Learning Potential*. New York: Guilford.
- Canobi, K. H., Reeve, R. A., & Pattison, P. E. (1998). The role of conceptual understanding in children's addition problem solving. *Developmental Psychology*, 882-891.
- Carey, S. (2000). *Measuring adult literacy: The International Adult Literacy Survey (IALS) in the European context*. London: Office for National Statistics.
- Chen, W., & Wellman, B. (2004). The global digital divide—within and between countries. *IT & society*, 1(7), 39-45.
- Cronbach, L. J., & Meehl, P. E. (1955). Construct validity in psychological tests. *Psychological Bulletin*, 52, 281–302.
- De Boeck, P., & Wilson, M. (2004). *Explanatory item response models: A generalized linear and nonlinear approach*. New York, NY: Springer. doi:10.1007/978-1-4757-3990-9.
- De Boeck, P., 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, 1–28.
- De Jong, T., & Ferguson-Hessler, M. G. (1996). Types and qualities of knowledge. *Educational Psychologist*, 31, 105–113.
- De Koning, J., & Gelderblom, A. (2006). ICT and Older Workers: No Unwrinkled Relationship. *International Journal of Manpower*, 27(5), 467–490.
- De Witt, C. (2000). Neue Medien und die veränderte Organisation des Lehrens und Lernens. *Unterrichtswissenschaft*, 28(2), 160-174.
- Desjardins, R. (2003). Determinants of literacy proficiency: A lifelong-lifewide learning perspective. *International Journal of Educational Research*, 39(3), 205-245.

9. Kapitel

- Didi, H.-J., Fay, E., Kloft, C., & Vogt, H. (1993). *Einschätzung von Schlüsselqualifikationen aus psychologischer Perspektive (Gutachten im Auftrag des Bundesinstituts für Berufsbildung [BIBB])*. Bonn: IBF – Institut für Bildungsforschung.
- Dinkelaker, J., & Kade, J. (2011). Antworten der Erwachsenenbildung/Weiterbildung auf den gesellschaftlichen Wandel des Umgangs mit Wissen und Nicht-Wissen. *Report, 2*, 24-34.
- Doh, M. (2011a). Der ältere Mensch und die Mediatisierung – Entwicklungslinien, Potenziale und Barrieren des Internets. In M. H. Plechaty, *Ältere Menschen und die Nutzung Neuer Medien. Regionale Symposien zum demographischen Wandel unserer Gesellschaft 2010* (S. 39-78). Bad Tölz: Peter-Schilffarth-Edition.
- Doh, M. (2011b). Der ältere Mensch auf dem Weg zur Informationsgesellschaft – Entwicklungslinien, Potenziale und Barrieren am Beispiel von Internet und Mobiltelefon. In M. Plechaty, & H. Plischke, *Ältere Menschen und die Nutzung Neuer Medien. Regionale Symposien zum demographischen Wandel unserer Gesellschaft 2010*. (S. 39-78). Bad Tölz: Peter-Schilffarth-Edition.
- Dohmen, G. (2001). *Das informelle Lernen. Die internationale Erschließung einer bisher vernachlässigten Grundform menschlichen Lernens für das lebenslange Lernen aller*. Bonn: BMBF .
- Doran, H., Bates, D., Bliese, P., & Dowling, M. (2007). Estimating the multilevel Rasch model: With the lme4 package. *Journal of Statistical Software, 20*, 1–18.
- Easterlin, R. (1980). *Birth and Fortune : the Impact of Numbers on Personal Welfare*. New York: Basic Books.
- Egner, U. (2001). *Zweite Europäische Erhebung zur beruflichen Weiterbildung (CVTS2), Methodik und erste Ergebnisse*. Wiesbaden : Statistisches Bundesamt, Wirtschaft und Statistik.
- Eickelmann, B., Gerick, J., & Bos, W. (2014). Die Studie ICILS 2013 im Überblick –Zentrale Ergebnisse und Entwicklungsperspektiven. In W. Bos, B. Eickelmann, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, . . . H. Wendt, *Computer- und*

9. Kapitel

informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich (S. 9-32). Münster: Waxmann.

Eisenberg, M. (2008). Information literacy: essential skills for the information age. *Journal of Library and Information Technology*, 28, 39-47.

Embretson, S. (1983). construct validity: construct representation versus nomothetic span. *Psychological Bulletin*, 93(1), 179-197.

Entorf, H. G., & Kramarz, F. (1999). New Technologies, Wages, and Worker Selection. *Journal of Labor Economics*, 17(3), 464–491.

Entorf, H., & Kramarz, F. (1997). Does Unmeasured Ability Explain the Higher Wages of New Technology Workers? *European Economic Review*, 41, 1489–1509.

Ericsson, K. A., & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychol. Rev.*, 102, 211-245.

Esders, E. (1988). *Das Buch zum APPLE II. Die Arbeit mit dem APPLE II und Iie Computer*. München: Franzis Verlag.

Eshet-Alkalai, Y., & Chajut, E. (2010). You can teach old dogs new tricks: The factors that affect changes over time in digital literacy. *Journal of Information Technology Education*, 9, 173-181.

Europäische Kommission. (2001). *Mitteilung der Kommission: Einen europäischen Raum des Lebenslangen Lernens schaffen*. Brüssel: Kommission der Europäischen Gemeinschaft.

Europäischer Rat [Bildung]. (2001). *Die konkreten künftigen Ziele der Systeme der allgemeinen und beruflichen Bildung*. Brüssel: Rat der Europäischen Union.

Eurostat. (2013). *Internetzugang und Nutzung in 2013*.

Eymann, A. (2010). Sommer, Sonne, VC 20 - Deutsche Computercamps in den 80er Jahren. *RETURN*, 5(Herbst).

9. Kapitel

- Felstead, A., Gallie, D., Green, F., & Inanc, H. (2013). *Skills At Work In Britain: First Findings from the Skills and Employment Survey 2012*. London: Centre for Learning and Life Chances in Knowledge Economies and Societies, Institute of Education.
- Felstead, A., Gallie, D., Green, F., & Zhou, Y. (2007). *Skills at work, 1986 to 2006*. Cardiff: ESRC Research Centre on Skills, Knowledge and Organizational Performance.
- Feuerstein, R. (1979). *The Dynamic Assessment of Retarded Performers: The Learning Potential Assessment Device, Theory, Instruments, and Techniques*. Baltimore, Maryland: University Park Press.
- Fischer, G., & Konomi, S. (2007). Innovative Media in Support of Distributed Intelligence and Lifelong Learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(4), 338-350.
- Fischer, G., & Sugimoto, M. (2006). Supporting self-directed learners and learning communities with sociotechnical environments. *International Journal of Research and Practice*, 1, 31–64.
- Fitts, P. M., & Posner, M. I. (1967). *Learning and skilled performance in human performance*. Belmont, CA: Brooks/Cole.
- Fleischer, J., Wirth, J., Rumann, S., & Leutner, D. (2010). Strukturen fächerübergreifender und fachlicher Problemlösensekompetenz – Analyse von Aufgabenprofilen. *Zeitschrift für Pädagogik (Beiheft)*, 56, 239-248.
- Foltz, P. (1996). Comprehension, coherence, and strategies in hypertext and linear text. In F. Rouet, J. J. Levonen, A. Dillon, & R. J. Spiro, *Hypertext and cognition* (S. 109-136). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Fox, J.-P., Klein Entink, R., & van der Linden, W. (2007). Modeling of responses and response times with the package cirt. *Journal of Statistical Software*, 20(7).
- Fox, S., & Fallows, D. (2003). *Internet Health Resources*. Washington, Pew Internet & American Life Project. Von <http://www.pewinternet.org/> abgerufen

9. Kapitel

- Fridberg, T., Rosdahl, A., Halapuu, V., Valk, A., Malin, A., Hämäläinen, R., . . . Mellander, E. (2015). *Adult Skills in the Nordic Region: Key Information-Processing Skills Among Adults in the Nordic Region* (Bd. 2015535). Kopenhagen: Nordic Council of Ministers.
- Friebe, J., & Knauber, C. (2014). Vorstellung erster Ergebnisse von CiLL - Kompetenzen im höheren Lebensalter. *DIE Zeitschrift für Erwachsenenbildung*(3), 39-41.
- Friedberg, L. (2003). The Impact of Technological Change on Older Workers: Evidence from Data on Computer Use. *Industrial and Labor Relations Review*, 56(3), 511–529.
- Funke, J. (2010). Complex problem solving: a case for complex cognition? *Cognitive Processing*, 11(2), 133-142.
- Funke, J., & Frensch, P. A. (2007). Complex problem solving: The European perspective - 10 years after. In D. H. Jonassen, *Learning to solve complex scientific problems* (S. 25-47). New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gardner, H. (1991). *The Unschooled Mind*. New York: Basic Books.
- Gartner. (2014a). *Gartner Says Worldwide Traditional PC, Tablet, Ultramobile and Mobile Phone Shipments to Grow 4.2 Percent in 2014*. Egham: Gartner, Inc.
- Gartner. (2014b). *Gartner Says Worldwide PC Shipments Declined 6.9 Percent in Fourth Quarter of 2013*. Stamford: Gartner, Inc.
- Gartner. (2014c). *2013 Annual Report*. Egham: Gartner, Inc.
- Gehlen, A. (1957). *Die Seele im technischen Zeitalter: Sozialpsychologische Probleme in der industriellen Gesellschaft*. Hamburg: Rowohlt.
- GESIS. (2012). *PIAAC Deutschland 2012 - Hintergrundfragebogen*. Mannheim: Gesis. Von http://www.gesis.org/fileadmin/piaac/Downloadbereich/PIAAC_BQ_Final_deutsch.pdf abgerufen
- Gilster, P. (1997). *Digital literacy*. New York: Wiley.
- Ginsburg, L., Manly, M., & Schmitt, M. J. (2006). *The components of numeracy*. Cambridge, MA: National Center for the Study of Adult Learning and Literacy.

9. Kapitel

- Goldhammer, F., Naumann, J., & Keßel, Y. (2013). Assessing individual differences in Basic Computer Skills: Psychometric characteristics of an interactive performance measure. *European Journal of Psychological Assessment, 29*, 263-275.
- Goldhammer, F., Naumann, J., Stelter, A., Tóth, K., Rölke, H., & Klieme, E. (2014). The Time on Task Effect in Reading and Problem Solving Is Moderated by Task Difficulty and Skill: Insights From a Computer-Based Large-Scale Assessment. *Journal of Educational Psychology*, doi:10.1037/a0034716.
- Goos, M., & Manning, A. (2007). Lousy and Lovely Jobs: The Rising Polarization of Work in Britain. *Review of Economics and Statistics, 89*(1), 118-133.
- Green, F., Felstead, A., & Gallie, D. (2000). Computers are even more important than you thought: an analysis of the changing skill-intensity of jobs. *LSE Centre for Economic Performance Discussion Paper, No 439*, online: <http://econpapers.repec.org/paper/cepepdps/dp0439.htm> [07.04.2015].
- Green, F., Felstead, A., & Gallie, D. (2000). Computers are even more important than you thought: an analysis of the changing skill-intensity of jobs. *LSE Centre for Economic Performance Discussion Paper, 439*.
- Grimes, D., & Boening, C. (2001). Worries with the Web: a look at student use of Web. *College and Research Libraries, 62*(1), 11-22.
- Häcker, H. (1998). Validität. In H. Häcker, & K. Stapf, *Dorsch Psychologisches Wörterbuch*. Bern: Verlag Hans Huber.
- Hacker, W. (2003). Action Regulation Theory: A practical tool for the design of modern work processes? *European Journal of Work and Organizational Psychology, 12*(2), 105–130.
- Hansman, C. A., & Mott, V. W. (2010). Adult learners. In C. Kasworm, A. Rose, & J. M. Ross-Gordon, *Handbook of Adult and Continuing Education* (S. 1-12). London: SAGE Publications.
- Hanushek, E. A., & Wößmann, L. (2011). The economics of international differences in educational achievement. In E. Hanushek, S. Machin, & W. L., *Handbook of the economics of education* (Bd. 3, S. 89–200). Amsterdam: Elsevier B.V.

9. Kapitel

Hapke, T. (1999). Recherchestrategien in elektronischen Datenbanken. *Bibliotheksdienst*, 7.

Hartig, J., Frey, A., & Jude, N. (2012). Validität. In H. Moosbrugger, & A. Kelava, *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (S. 143-172). Heidelberg: Springer.

Heinritz, E. (1990). Der tertiäre Sektor als Forschungsgebiet der Geographie. *Praxis Geographie*, 1, 6–12.

Hemmi, A., Bayne, S., & Land, R. (2009). The appropriation and repurposing of social technologies in higher education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(1), 19–30.

Hilbert, M., & López, P. (2011). The World's Technological Capacity to Store, Communicate, and Compute Information. *Science*, 332(6025), 60-65.

Hoffman, D. L., & Novak, T. P. (1998). Bridging the Digital Divide: The Impact of Race on Computer Access and Internet Use. *Science*, 13-26.

Howe, N., & Strauss, W. (1991). Generations: The History of Americas Future, 1584 to 2069. *William Morrow*, 299–316.

Huber, L., & Watson, C. (2014). Technology: Education and Training Needs of Older Adults. *Educational Gerontology*, 40(1), 16-24.

Jablonski, G. (2014). *Generation X: Selbst-und Fremdbeschreibungen einer Generation. Eine Literaturwissenschaftliche Studie*. Düsseldorf: Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Philosophische Fakultät.

Jenkins, H., Clinton, K., Purushotma, R., Robison, A. J., & Weigel, M. (2009). *Confronting the Challenges of Participatory Culture: Media Education for the 21st Century*. Chicago: The MacArthur Foundation.

Johnson, A. (2003). Procedural memory and skill acquisition. In I. B. Weiner, *Handbook of Psychology* (S. 499–523). Hoboken: Wiley.

Johnston, S. J. (1990). Office for Windows Bundles Popular Microsoft Applications. *InfoWorld*, 16.

9. Kapitel

- Kade, J. (1989). *Erwachsenenbildung und Identität. Eine empirische Studie zur Aneignung von Bildungsangeboten*. Weinheim: Beltz-Deutscher Studienverlag.
- Kade, J., & Egloff, B. (2004). Entgrenzung und Begrenzung lebenslangen Lernens. Institutionalisiertungsformen der Erwachsenenbildung. *GdWZ : Grundlagen der Weiterbildung*, 2, 49-52.
- Kade, J., & Seitter, W. (1998). Bildung–Risiko–Genuss: Dimensionen und Ambivalenzen lebenslangen Lernens in der Moderne. In R. Brödel, *Lebenslanges Lernen-lebensbegleitende Bildung* (S. 51-59). Neuwied: Luchterhand.
- Kade, J., Nittel, D., & Seitter, W. (1999). *Grundriß der Pädagogik. 11. Einführung in die Erwachsenenbildung, Weiterbildung*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Kaschuba, G. (1996). Bildungsprozesse in den Biographien von Frauen in ländlichen Regionen. *Report. Literatur- und Forschungsreport Weiterbildung*, 37, 53-66.
- Kerres, M. (2000). Internet und Schule. Eine Übersicht zu Theorie und Praxis des Internets in der Schule. *Zeitschrift für Pädagogik*, 46(1), 113-130.
- Kirsch, I. S., Jungeblut, A., Jenkins, L., & Kolstad, A. (2002). *Adult literacy in America: A first look at the findings of the National Adult Literacy Survey*. Washington, DC: National Center for Education Statistics.
- Klaukien, A., Ackermann, D., Helmschrott, S., Rammstedt, B., Solga, H., & Wößmann, L. (2013). Grundlegende Kompetenzen auf dem Arbeitsmarkt. In B. Rammstedt, *Grundlegende Kompetenzen Erwachsener im internationalen Vergleich - Ergebnisse von PIAAC 2012* (S. 127-167). Münster: Waxmann.
- Klieme, E., & Hartig, J. (2007). Kompetenzkonzepte in den Sozialwissenschaften und im erziehungswissenschaftlichen Diskurs. In M. Prenzel, I. Gogolin, & H.-H. Krüger, *Kompetenzdiagnostik. Sonderheft 8 der Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (S. 11-29).
- Klieme, E., & Leutner, D. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Beschreibung eines neu

9. Kapitel

eingrichteten Schwerpunktprogramms der DFG. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 876-903.

Klieme, E., Artelt, C., & Stanat, P. (2001). Fächerübergreifende Kompetenzen. Konzepte und Indikatoren. In F. E. Weinert, *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 203–218). Weinheim: Beltz, PVU.

Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., & Prenzel, M. e. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise*. Berlin: BMBF.

Klieme, E., Funke, J., Leutner, D., Reimann, P., & Wirth, J. (2001). Problemlösen als fächerübergreifende Kompetenz: Konzeption und erste Resultate aus einer Schulleistungsstudie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 47, 179-200.

Klieme, E., Leutner, D., & Wirth, J. (2005). Einleitung. In E. Klieme, D. Leutner, & J. Wirth, *Problemlösekompetenz von Schülerinnen und Schülern. Diagnostische Ansätze, theoretische Grundlagen und empirische Befunde der deutschen PISA-2000-Studie* (S. 7-8). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Knauff, M., & Wolf, A. (2010). Complex cognition: the science of human reasoning, problem-solving, and decision-making. *Cognitive Processing*, 11(2), 99-102.

Konsortium Bildungsberichterstattung. (2006). *Bildung in Deutschland – Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Bildung und Migration*. Bielefeld: Bertelsmann.

Kraut, R., Lundmark, V., Patterson, M., Kiesler, S., Mukopadhyay, T., & Scherlis, W. (1998). Internet paradox: a social technology that reduces social involvement and psychological well-being? *American Psychologist*, 53, 1017-1031.

Kreuter, F. (2013). *Improving Surveys with Paradata: Analytic Uses of Process Information*. New Jersey: Wiley.

Krohn, O. (22. 03 1996). Online buchen bei der Lufthansa. *Die Zeit*.

Krotz, F. (2007). *Mediatisierung: Fallstudien zum Wandel der Kommunikation*. Wiesbaden: VS.

9. Kapitel

- Kruse, A. (2012). Die Bedeutung von Informations- und Kommunikationstechnologie für eine Anthropologie des Alters. In A. Kruse, *Kreativität und Medien im Alter* (S. 9-29). Heidelberg: Universitätsverlag Winter.
- Künzel, K. (2010). Perspektive und Begriff - informelles Lernen als wissenschaftliches Ordnungsproblem. In A. Wolter, G. Wiesner, & C. Koepernik, *Der lernende Mensch in der Wissensgesellschaft* (S. 93-111). Weinheim : Juventa-Verlag.
- Kuwan, H., Thebis, F., Gnahs, D., Sandau, E., Seidel, & S. (2002). *Berichtssystem Weiterbildung VIII - Integrierter Gesamtbericht zur Weiterbildungssituation in Deutschland*. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Lane, R. E. (1966). The decline of politics and ideology in a knowledgeable society. *American Sociological Review*, 31, 649-662.
- Lazonder, A., & Rouet, J.-F. (2008). Information problem solving instruction: some cognitive and metacognitive issues. *Computers in Human Behavior*, 24, 753-765.
- Lehmann, R. H. (1997). Wie gut können Deutsche lesen? – Neue Untersuchungsergebnisse. In K. Ring, K. von Trotha, & P. Voß, *Lesen in der Informationsgesellschaft. Perspektiven der Medienkultur* (S. 126-136). Baden-Baden: Nomos.
- Lennon, M., Kirsch, I., Von Davier, M., Wagner, M., & Yamamoto, K. (2003). *Feasibility Study for the PISA ICT Literacy Assessment*. Princeton, NJ: Educational Testing Services.
- Leutner, D., Funke, J., Klieme, E., & Wirth, J. (2005). Problemlösefähigkeit als fächerübergreifende Kompetenz. In D. Leutner, J. Funke, E. Klieme, & J. Wirth, *Problemlösekompetenz von Schülerinnen und Schülern. Diagnostische Ansätze, theoretische Grundlagen und empirische Befunde der deutschen PISA-2000-Studie* (S. 11-20). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Leutner, D., Funke, J., Klieme, E., & Wirth, J. (2005b). Problemlösefähigkeit als fächerübergreifende Kompetenz. In E. Klieme, D. Leutner, & J. Wirth, *Problemlösekompetenz von Schülerinnen und Schülern* (S. 11-19). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

9. Kapitel

- Leutner, D., Wirth, J., Klieme, E., & Funke, J. (2005). Ansätze zur Operationalisierung und deren Erprobung im Feldtest zu PISA 2000. In E. Klieme, E. Leutner, & J. Wirth, *Problemlösekompetenz von Schülerinnen und Schülern. Diagnostische Ansätze, theoretische Grundlagen und empirische Befunde der deutschen PISA-2000-Studie* (S. 21–36). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Levy, F. (1998). *The New Dollars and Dreams: American Incomes and Economic Change*. New York: Russell Sage Foundation.
- Lumley, T. (2010). *Complex Surveys*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Lütge, G. (1992). Retten, was zu retten ist. *DIE ZEIT*(13), 26.
- Luu, K., & Freeman, J. G. (2011). An analysis of the relationship between information and communication technology (ICT) and scientific literacy in Canada and Australia. *Computers & Education*, 56(4), 1072–1082.
- Maehler, D. B., Massing, N., Helmschrott, S., Rammstedt, B., Staudinger, U. M., & Wolf, C. (2013). Grundlegende Kompetenzen in verschiedenen Bevölkerungsgruppen. In B. Rammstedt, *Grundlegende Kompetenzen Erwachsener im internationalen Vergleich, Ergebnisse von PIAAC 2012* (S. 77-126). Münster: Waxmann.
- Manaster, A. B. (2001). Mathematics and numeracy: Mutual reinforcement. In L. A. Steen, *Mathematics and democracy. The case for quantitative literacy* (S. 67–72). Princeton: Woodrow Wilson National Fellowship Foundation.
- Markl, H. (1989). *Wissenschaft: Zur Rede gestellt*. München: Pieper.
- Marquié, J.-C., & Baracat, B. (2001). Being over 45 in an ever-changing technological context. In J.-C. Marquié, D. Paumès Cau-Bareille, & S. Volkoff, *Working with age* (S. 273-284). London: Taylor and Francis.
- Marsick, V. J., Volpe, M., & Watkins, K. E. (1999). Theory and practice of informal learning in the knowledge era. In V. J. Marsick, & M. Volpe, *Informal Learning on the Job. Advances in Developing Human Resources* (S. 80-95). Williston: VT: Berrett-Koehler.

9. Kapitel

- Martin, S., Zabal, A., Helmschrott, S., Ackermann, D., Massing, N., Rammstedt, B., & Häder, S. (2013). Qualitätssicherung, Design und Datenqualität. In B. Rammstedt, *Grundlegende Kompetenzen Erwachsener im internationalen Vergleich, Ergebnisse von PIAAC 2012* (S. 167-184). Münster: Waxmann.
- Mayer, R. E. (1994). Problem solving, teaching and testing for. In H. T., & N. P. T., *The international encyclopedia of education* + (Bd. 8, S. 4728-4731). Oxford: Pergamon.
- Mayer, R. E., & Wittrock, M. C. (1996). Problem-solving transfer. In D. C. Berliner, & R. C. Calfee, *Handbook of educational psychology* (S. 47-62). New York: Macmillan.
- Messick, S. (1975). The standard problem: Meaning and values in measurement and evaluation. *American Psychologist*, 30, 955–966.
- Messick, S. (1980). Test validity and the ethics of assessment. *American Psychologist*, 35(11), 1012–1027.
- Messick, S. (1989). Validity. In R. L. Linn, *Educational measurement* (S. 13–103). Phoenix, AZ: Oryx Press.
- Messick, S. (1995). Validity of psychological assessment: Validation of inferences from persons' responses and performances as scientific inquiry into score meaning. *American Psychologist*, 50(9), 741–749.
- Microsoft. (2013). *Die Entwicklung von Windows*. Abgerufen am 13. 02 2015 von <http://windows.microsoft.com/de-de/windows/history#T1=era0>
- Microsoft. (2015). *Facts About Microsoft*. Redmond: Microsoft Corporation.
- Miller, J. D. (2011). Active, Balanced, and Happy: These young Americans are not bowling alone. *The Generation X Report*, 1(1), 1-7.
- Mislevy, R. J. (1991). Randomization-based inference about latent variables from complex samples. *Psychometrika*, 56(2), 177–196.
- Molitor, A. (1989). Robotron, Fast ein sächsischer Siemens. S. 50, online 05.02. zuletzt geprüft: <http://www.zeit.de/1989/50/fast-ein-saechsischer-siemens>.

9. Kapitel

- Mollenkopf, H., & Doh, M. (2002). Medienverhalten älterer Menschen – Internet und neue Technologien. *Sozialwissenschaften und Berufspraxis*, 25(4), 387-408.
- Müller, D. (2002). *Formale Kriterien der Nachrichtenrezeption im Internet : zur Selektion technischer Nachrichtenangebote*. http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000000682: Freie Universität.
- Mumford, E. (1987). Sociotechnical systems design: evolving theory and practice. In G. Bjerknes, P. Ehn, & M. Kyng, *Computers and Democracy: A Scandinavian Challenge* (S. 59-76). Avebury: Aldershot, UK.
- Murray, T. S., Kirsch, I. S., & Jenkins, L. B. (1997). *Adult literacy in OECD countries: Technical report on the first International Adult Literacy Survey (Nr. NCES 98-053)*. Washington D.C.: National Center for Education Statistics.
- Naumann, J., Goldhammer, F., Rölke, H., & Stelter, A. (2014). Erfolgreiches Problemlösen in technologiereichen Umgebungen: Wechselwirkungen zwischen Interaktionsschritten und Aufgabenkomplexität. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 28, 193–203.
- Naumann, J., Richter, T., Christmann, U., & Groeben, N. (2008). Working memory capacity and reading skill moderate the effectiveness of strategy training in learning from hypertext. *Learning and Individual Differences*, 197–213.
- Nelder, J. A., & Wedderburn, R. W. (1972). Generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A (Royal Statistical Society)*, 135(3), 370–384. doi:10.2307/2344614.JSTOR 2344614.
- Newell, A., & Simon, H. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Nora, S., & Minc, A. (1979). *Die Informatisierung der Gesellschaft*. Frankfurt, New York: Campus Verlag.
- Norris, P. (2001). *Digital Divide: Civic Engagement, Information Poverty, and the Internet Worldwide*. Cambridge: Cambridge University Press.

9. Kapitel

- Notter, P., Arnold, C., von Erlach, E., & Hertig, P. (2006). *Lesen und Rechnen im Alltag; Grundkompetenzen von Erwachsenen in der Schweiz*. Neuchâtel: Office fédéral de la statistique.
- Nuissl, E., Schiersmann, C., & Siebert, H. (2002). Editorial. In E. Nuissl, C. Schiersmann, H. Siebert, & D. I. Erwachsenenbildung, *Literatur- und Forschungsreport Weiterbildung*. Bd. 49 (S. 5). Bielefeld: Deutsches Institut für Erwachsenenbildung.
- OECD & Statistics Canada. (2000). *Literacy in the information age: Final report of the International Adult Literacy Survey*. Paris: OECD.
- OECD. (1995). *Measuring what students learn*. Paris: OECD.
- OECD. (1999). *Classifying educational programmes. Manual for ISCED-97 implementation in OECD countries*. Paris: OECD.
- OECD. (2000). *Learning to Bridge the Digital Divide*. Paris: OECD.
- OECD. (2002). *Definition and Selection of Competences (DESECO): Theoretical and conceptual foundations*. Paris: OECD.
- OECD. (2009a). *PIAAC Problem Solving in Technology-Rich Environments: A Conceptual Framework*. OECD Education Working Paper No. 36. Paris: OECD.
- OECD. (2009b). *PIAAC Numeracy: A Conceptual Framework*. Paris: OECD.
- OECD. (2009c). *PIAAC Literacy: A Conceptual Framework*. Paris: OECD.
- OECD. (2009d). *Outcomes of the JRA pilot study: Annex 1*. Paris: OECD.
- OECD. (2009e). *PISA data analysis manual: SPSS, second edition*. Paris: OECD.
- OECD. (2011a). *PIAAC weighting and variance estimation plan. PIAAC_NPM (2011_6) Weighting and Variance Estimation Plan.doc*. Paris: OECD.
- OECD. (2011b). *PIAAC Conceptual Framework of the Background Questionnaire Main Survey*. OECD: Paris.

9. Kapitel

- OECD. (2011c). *PISA 2009 results vol. VI. Students on line: Digital technologies and performance*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2013a). *OECD Skills Outlook 2013: First Results from the Survey of Adult Skills*. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264204256-en>.
- OECD. (2013b). Computer, internet and telecommunication. In OECD, *Factbook 2013: Economic, environmental and social statistics* (S. 164-165). Paris: OECD.
- OECD. (2013c). *The Survey of Adult Skills: Reader's companion*. Paris: OECD.
- OECD, Statistics Canada, Human Resources Development Canada. (1997). *Literacy skills for the knowledge society: Further results from the International Adult Literacy Survey*. Paris: OECD.
- Pea, R. (2004). The social and technological dimensions of scaffolding and related theoretical concepts for learning, education, and human activity. *Journal of the Learning Sciences*, 13, 423-451.
- Perry, A., & Helmschrott, S. (2014). *User Guide for the German PIAAC Scientific Use File*. Mannheim: GESIS.
- Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*. New York: Doubleday Press.
- Pöttsch, O., & Kucera, P. (2012). *Von niedrigen Geburtenzahlen und fehlenden Müttern...* Wiesbaden : Statistisches Bundesamt.
- Prensky, M. (2001). *Digital Natives, Digital Immigrants*. Brandford: MCB University Press.
- Prenzel, M., Baumert, J., Blum, W., Lehmann, R., Leutner, D., Neubrand, M., . . . Schiefele, U. (2004). *PISA 2003 - Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs*. Kiel: PISA-Konsortium; Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- R Core Team. (2012). R: A language and environment for statistical computing [Computer software]. Retrieved from <http://www.R-project.org/>.
- Radebold, H. (2011). *Die dunklen Schatten unserer Vergangenheit*. Stuttgart: Klett-Cotta.

9. Kapitel

- Rammstedt, B. (2013). *Grundlegende Kompetenzen Erwachsener im internationalen Vergleich - Ergebnisse von PIAAC 2012*. Münster / New York / München / Berlin: Waxmann.
- Rammstedt, B. (2013b). PIAAC 2012: Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick. In B. Rammstedt, *Grundlegende Kompetenzen Erwachsener im internationalen Vergleich, Ergebnisse von PIAAC 2012* (S. 1-20). Münster: Waxmann.
- Rammstedt, B., & Zabal, A. (2013). Das Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC). In B. Rammstedt, *Grundlegende Kompetenzen Erwachsener im internationalen Vergleich; Ergebnisse von PIAAC 2012* (S. 21-30). Münster: Waxmann.
- Reder, S. (2009). The development of literacy and numeracy in adult life. In S. Reder, & J. Byner, *Tracking adult literacy and numeracy skills: Findings from longitudinal research* (S. 59–84). New York: Taylor & Francis.
- Reeff, J.-P., Zabal, A., & Klieme, E. (2005). ALL problem solving framework. In T. Murray, Y. Clermont, & M. Binkley, *International Adult Literacy Survey: Measuring adult literacy and life skills: New frameworks for assessment* (S. 192–227). Ottawa: Statistics Canada.
- Riechert, I. (2011). *Psychische Störungen bei Mitarbeitern*. Berlin: Springer.
- Rittle-Johnson, B., Siegler, R. S., & Alibali, M. W. (2001). Developing conceptual understanding and procedural skill in mathematics: An iterative process. *Journal of Educational Psychology*, 93, 346-362.
- Rosen, L. D. (2011). Teaching the iGeneration. *Teaching Screenagers*, 68(5), 10-15.
- Rouet, J.-F. (2006). *The skills of document use: from text comprehension to Web-based learning*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ruthfield, S. (1995). The Internet's History and Development - From Wartime Tool to the Fish-Cam. *Crossroads - Special issue on networks*, 2(1), 2-4.
- Rychen, D. L., & Salganik, L. H. (2001). *Defining and selecting key competencies*. Göttingen: Hogrefe.

9. Kapitel

- Rychen, D. S. (2004). An overarching conceptual framework for assessing key competences in an international context: Lessons from an interdisciplinary and policy-oriented approach. In P. Descy, & M. Tessaring, *The foundations of evaluation and impact research; Third report on vocational training research in Europe: background report* (S. 315-328). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (2003). *Key competencies for a successful life and a well-functioning society*. Toronto: Hogrefe & Huber.
- Schleife, K. (2006). Computer Use and the Employment Status of Older Workers. *LABOUR: Review of Labour Economics and Industrial Relations*, 20(2), 325–348.
- Schneider, M., & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: 1. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 84, 1–66.
- Schneider, M., & Stern, E. (2010). The developmental relations between conceptual and procedural knowledge: A multimethod approach. *Developmental Psychology*, 46, 178–192. doi:10.1037/a0016701.
- Schneider, M., Rittle-Johnson, B., & Star, J. (2011). Relations Among Conceptual Knowledge, Procedural Knowledge, and Procedural Flexibility in Two Samples Differing in Prior Knowledge. *Developmental Psychology*, 47(6), 1525–1538.
- Schoch, J. (2014). Bildung im Alter: Konzeptionelle Ansätze und empirische Befunde aus gerontologischer Perspektive. In A. Eichler, & L. Klein, *ISS im Dialog: Bildung – Eine Frage des Alters?* (S. 27-41). Frankfurt: Institut für Sozialarbeit und Sozialpädagogik.
- Seitter, W. (2007). *Geschichte der Erwachsenenbildung. Eine Einführung*. Bad Heilbrunn: Deutschen Instituts für Erwachsenenbildung.
- Smith, J., & Marsiske, M. (1997). Abilities and competencies in adulthood: Lifespan perspectives on workplace skills. In A. C. Tuijnman, I. S. Kirsch, & D. A. Wagner, *Adult basic skills: Innovations in measurement and policy analysis* (S. 73–114). Cresskill, NJ: Hampton Press.
- Solga, H. (2013). Vorwort. In B. Rammstedt, *Grundlegende Kompetenzen Erwachsener im internationalen Vergleich - Ergebnisse von PIAAC 2012* (S. 9-10). Münster : Waxmann.

9. Kapitel

- Statista. (2014). *Verbreitung von Office-Software bei Internetnutzern in Deutschland im Januar 2010*. Hamburg: Statista GmbH.
- Statistics Canada & OECD. (2005). *Learning a living: First results of the Adult Literacy and Life Skills Survey*. Paris: OECD.
- Stauff, A. (2007). Technik plus X: Digitalisierung und die mediale Prägung von Gesellschaft. In L. Hieber, & D. Schrage, *Technische Reproduzierbarkeit: zur Kulturosoziologie massenmedialer Vervielfältigung* (S. 39-56). Bielefeld: transcript Verlag.
- Steinert, A., Haesner, M., Gövercin, M., Steinhagen-Thiessen, E., & O'Sullivan, J. L. (2014). Tablet vs. PC-Unterschiede bei der Bedienung einer Onlineplattform durch Senioren. *Wohnen–Pflege–Teilhabe–Besser leben durch Technik*.
- Stelter, A., Goldhammer, F., Naumann, J., & Rölke, H. (2015). Die Automatisierung prozeduralen Wissens: Eine Analyse basierend auf Prozessdaten. In J. Stiller, & C. Laschke, *Berlin-Brandenburger Beiträge zur Bildungsforschung 2015: Herausforderungen, Befunde und Perspektiven interdisziplinärer Bildungsforschung* (S. 111-132). Berlin: Peter Lang Publishing Group.
- Stern, E. (2009). Implizite und explizite Lernprozesse bei Lehrerinnen und Lehrern. In O. Zlatkin-Troitschanskaia, K. Beck, D. Sembill, R. Nickolaus, & R. Mulder, *Lehrprofessionalität* (S. 355–364). Weinheim: Belz.
- Stöber, R. (2003). *Mediengeschichte: Die Evolution "neuer" Medien von Gutenberg bis Gates. Eine Einführung*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Süß, H. M. (1999). Intelligenz und komplexes Problemlösen.: Perspektiven für eine Kooperation zwischen differentiellpsychometrischer und kognitions - psychologischer Forschung. *Psychologische Rundschau*, 50(4), 220- 228.
- Sweets, R., & Meates, A. (2004). ICT and low achievers: What does PISA tell us? In A. Karpati, *Promoting equity through ICT in education: Projects, problems, prospects* (S. 13-55). Budapest: Hungarian Ministry of Education and OECD.
- Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture. In B. Ross, *The Psychology of Learning and Motivation* (Bd. 43, S. 215–266). San Diego: Academic Press.

9. Kapitel

- Sweller, J. (2004). Instructional design consequences of an analogy between evolution by natural selection and human cognitive architecture. *Instructional Science*, 32, 9-31.
- Tapscott, D. (2009). *Growing up digital: The rise of the Net Generation*. New York: McGraw-Hill.
- Taylor, A., & Dalal, H. A. (2014). Information Literacy Standards and the World Wide Web: Results from a Student Survey on Evaluation of Internet Information Sources. *Information Research: An International Electronic Journal*, 19(4), 1368-1613.
- Tippelt, R. (2002). Qualifizierungsoffensive oder Bildungsziele? Zur Spannung von „allgemeiner Bildung“, „spezialisierender Qualifizierung“, „Schlüsselqualifikationen“ und „Lernkompetenz“. In E. Nuissl, C. Schiersmann, H. Siebert, & D. I. Erwachsenenbildung, *Literatur- und Forschungsreport Weiterbildung* (Bd. 49, S. 48-58). Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.
- U.S. Census Bureau. (2011). *The Older Population: 2010*. Bureau: U.S. Department of Commerce.
- Van Deursen, A., & van Dijk, J. A. (2009). Using the Internet: Skill related problems in users' online behavior. *Interacting with Computers*, 21(5), 393-402.
- Van Haaren, K., & Schwemmler, M. (1997). Digitalisierung der Arbeitswelt. In A. Dengel, & W. Schröter, *Flexibilisierung der Arbeitskultur – Infrastrukturen der Arbeit im 21. Jahrhundert* (S. 98 – 109). Mössingen: Talheimer Verlag.
- Van Merriënboer, J. J., & Sweller, J. (2005). Cognitive Load Theory and Complex Learning: Recent Developments and Future Directions. *Educational Psychology Review*, 17(2), DOI: 10.1007/s10648-005-3951-0.
- Van Merriënboer, J. J., Clark, R. E., & De Croock, M. B. (2002). Blueprints for complex learning: The 4C/ID-model. *Educational Technology, Research and Development*, 50(2), 39–64.
- Van Merriënboer, J. J., Kirschner, P. A., & Kester, L. (2003). Taking the load off a learner's mind: Instructional design for complex learning. *Educational Psychologie*, 38, 5–13.

9. Kapitel

- Volpert, W. (1982). The model of the hierarchical-sequential organization of action. In W. Hacker, W. Volpert, & M. Cranach, *Cognitive and motivational aspects of action* (S. 35-51). Berlin: Hüthig Verlagsgemeinschaft GmbH.
- Von Davier, M., Gonzalez, E., & Mislevy, R. (2009). What are plausible values and why are they useful? In M. von Davier, & D. Hastedt, *IERI Monograph, Issues and Methodologies in Large-Scale Assessments* (S. 9-36). Hamburg: IERInstitute.
- Weinert, F. E. (1999). *Concepts of competence*. Neufchatel: DeSeCo .
- Weinert, F. E. (2001). Concept of competence: a conceptual clarification. In D. S. Rychen, & L. H. Salganik, *Defining and selecting key competencies: theoretical and conceptual foundations* (S. 45-66). Göttingen: Hogrefe and Huber.
- Wersig, G. (1996). *Die Komplexität der Informationsgesellschaft*. Konstanz : Universitätsverlag Konstanz.
- Weyhrich, S. (2013). *Sophistication & Simplicity: The Life and Times of the Apple II Computer*. Variant Press.
- Wilensky, R. (1983). *Planning and understanding: A computational approach to human reasoning*. Reading, MA: Addison-Wesley Pub. Co.
- Wilhelm, A. (2003). *Everyone should know the basics: Equalizing opportunities and outcomes for disadvantaged youths through ICT in education* . Budapest: Paper prepared for a joint OECD/Hungary workshop on "Promoting Equity Through ICT in Education: Projects, Problems, Prospects".
- Wirth, J., Leutner, E., & Klieme, E. (2005). Problemlösekompetenz – Ökonomisch und zugleich differenziert erfassbar? In E. Klieme, E. Leutner, & J. Wirth, *Problemlösekompetenz von Schülerinnen und Schülern. Diagnostische Ansätze, theoretische Grundlagen und empirische Befunde der deutschen PISA-2000-Studie* (S. 73-82). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Wölfel, O., Christoph, B., Kleinert, C., & Heineck, G. (2011). *Grundkompetenzen von Erwachsenen: Gelernt ist gelernt?* . (IAB-Kurzbericht Nr. 05/2011) Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung.

9. Kapitel

Wozniak, S., & Smith, G. (2008). *iWoz: Wie ich den Personal Computer erfand und Apple mitgründete*. München: Deutscher Taschenbuchverlag.

Wüstenberg, S., Greiff, S., & Funke, J. (2011). Complex problem solving - More than reasoning? *Intelligence*, 40(1), 1-14.

Zabal, A., Martin, S., Klaukien, A., & Rammstedt, B. (2013). Grundlegende Kompetenzen der erwachsenen Bevölkerung in Deutschland im internationalen Vergleich. In B. Rammstedt, *Grundlegende Kompetenzen Erwachsener im internationalen Vergleich, Ergebnisse von PIAAC 2012* (S. 31-76). Münster: Waxmann.

Zabal, A., Martin, S., Massing, N., Ackermann, D., Helmschrott, S., Barkow, I., & Rammstedt, B. (2014). *PIAAC Germany 2012: Technical Report*. Münster: Waxmann.

10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1. Beispielaufgabe Alltagsmathematik.....	65
Abbildung 3.2. Beispielaufgabe Lesekompetenz.....	66
Abbildung 3.3. Beispielaufgabe technologiebasiertes Problemlösen	68
Abbildung 4.1. Lösungsweg der Beispielaufgabe technologiebasiertes Problemlösen.....	85
Abbildung 5.1. Alltagsmathematische Kompetenz zwischen Kohorten und Bildungsabschlüssen.....	120
Abbildung 5.2. Lesekompetenz zwischen Kohorten und Bildungsabschlüssen.	121
Abbildung 5.3. Technologiebasierte Problemlösekompetenz zwischen Kohorten und Bildungsabschlüssen.	121
Abbildung 6.1. Die Lernhaltung interagiert mit der beruflichen Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie.....	158
Abbildung 6.2. Die Lernhaltung interagiert mit der alltäglichen Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie.....	158
Abbildung 6.3. Der Einfluss der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien variiert über die Kohorten.	161
Abbildung 6.4 Nutzungsunterschiede zwischen den Kohorten erklären Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen.....	164

11. Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1 Kohortenbildung.....	90
Tabelle 4.2 GLMM: Effekt der Kohortenzugehörigkeit auf die Lösungswahrscheinlichkeit im technologiebasierten Problemlösen.....	91
Tabelle 4.3 GLM: Effekte der Zeiten auf automatisierbaren Teilschritten auf die Lösungswahrscheinlichkeit im technologiebasierten Problemlösen	92
Tabelle 4.4 GLMM: Effekte der automatisierbaren Teilschritte und Kohortenzugehörigkeit auf die Lösungswahrscheinlichkeit im technologiebasierten Problemlösen.....	94
Tabelle 5.1 Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) erklärt Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens	101
Tabelle 5.2 Alters und Geschlechterverteilung im computerbasierten Assessment der PIAAC-Studie.....	109
Tabelle 5.3 Drei Kontrollvariablen als Prädiktoren für alltagsmathematische Kompetenz (Modell 5.0a) Lesekompetenz (Modell 5.0b) und technologiebasiertes Problemlösen (Modell 5.0c)	113
Tabelle 5.4 Alltagsmathematische und/oder Lesekompetenz erklären technologiebasiertes Problemlösen.....	116
Tabelle 5.5 Einfluss der Kohortenzugehörigkeit auf die alltagsmathematische Kompetenz, die Lesekompetenz und das technologiebasierte Problemlösen	117
Tabelle 5.6 Lese- (und alltagsmathematische) Kompetenz sowie Kohortenunterschiede erklären technologiebasierte Problemlösekompetenz und alltagsmathematische Kompetenz	119

11. Kapitel

Tabelle 5.7 Einfluss des Niveaus des höchsten Bildungsabschlusses auf die alltagsmathematische Kompetenz, die Lesekompetenz und das technologiebasierte Problemlösen	122
Tabelle 5.8 Lesekompetenz sowie das Niveau des höchsten Bildungsabschlusses erklären technologiebasierte Problemlösekompetenz und alltagsmathematische Kompetenz	123
Tabelle 6.1 Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) erklärt Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens	146
Tabelle 6.2 Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) erklärt Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen.....	147
Tabelle 6.3 Die Teilnahme an Weiterbildungen erklärt Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens	148
Tabelle 6.4 Intensität der Weiterbildung erklärt Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen	149
Tabelle 6.5 Nutzung von Lesen und Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) erklären Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens.....	150
Tabelle 6.6 Nutzung von Mathematik, Lesen und Informations- und Kommunikationstechnologien erklären Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens.....	151
Tabelle 6.7 Das Nutzen von Lesefertigkeiten erklärt keine Unterschiede in Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen.....	152

11. Kapitel

Tabelle 6.8 Die Nutzung von Mathematik erklärt keine Unterschiede in Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen.....	153
Tabelle 6.9 Die Teilnahme an Weiterbildungen und der Bildungsabschluss erklären Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens	154
Tabelle 6.10 Die Teilnahme an Weiterbildungen und der Bildungsabschluss erklären Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens	155
Tabelle 6.11 Die Lernhaltung erklärt Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens	156
Tabelle 6.12 Die Lernhaltung interagiert mit der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie.....	156
Tabelle 6.13 Lernhaltungen erklären keine Unterschiede in Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen	159
Tabelle 6.14 Der Einfluss der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien variiert über die Kohorten	160
Tabelle 6.15 Die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien und die Kohortenzugehörigkeit erklären Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen.....	162
Tabelle 6.16 Nutzungsunterschiede zwischen den Kohorten erklären Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen.....	163
Tabelle A4.1 Bearbeitungszeiten für das Verschieben einer Email in dem ersten Teil des ersten Aufgabenblocks (U01a) aus dem Feldtest der PIAAC-Studie	220
Tabelle A4.2 Bearbeitungszeiten für das Verschieben einer Email in dem zweiten Teil des ersten Aufgabenblocks (U01b) aus dem Feldtest der PIAAC-Studie	221

11. Kapitel

Tabelle A4.3 Bearbeitungszeiten für das Schließen eines Fensters (Popup) in der siebenten Aufgabenblocks (U07) aus dem Feldtest der PIAAC-Studie	222
Tabelle A4.4 Bearbeitungszeiten für das Lesezeichenanlegen in dem ersten Teil des zehnten Aufgabenblocks (U10a) aus dem Feldtest der PIAAC-Studie.....	223
Tabelle A4.5 Bearbeitungszeiten für das Schließen eines Fensters (Popup) in dem zweiten Teil des zehnten Aufgabenblocks (U10b) aus dem Feldtest der PIAAC-Studie.....	224
Tabelle A4.6 Bearbeitungszeiten für das Verschieben einer Email in dem zweiten Teil des elften Aufgabenblocks (U11b) aus dem Feldtest der PIAAC-Studie.....	225
Tabelle B6.1 Bildungsgrad nach Kohortenzugehörigkeit (PIAAC-Hauptstudie)	226
Tabelle B6.2 Korrelationen zwischen den Personenvariablen (PIAAC-Hauptstudie).....	227
Tabelle B6.3 Korrelationen zwischen den Personenvariablen (PIAAC-Feldstudie)	228
Tabelle C4.1 GLMM: Effekt der Kohortenzugehörigkeit auf die Lösungswahrscheinlichkeit im technologiebasierten Problemlösen.....	229
Tabelle C4.2 GLMM: Effekte der automatisierbaren Teilschritte und Kohortenzugehörigkeit auf die Lösungswahrscheinlichkeit im technologiebasierten Problemlösen.....	230
Tabelle C5.4 Alltagsmathematische und/oder Lesekompetenz erklären technologiebasiertes Problemlösen.....	231
Tabelle C5.5 Einfluss der Kohortenzugehörigkeit auf die alltagsmathematische Kompetenz, die Lesekompetenz und das technologiebasierte Problemlösen	232
Tabelle C5.6 Lese- (und alltagsmathematische) Kompetenz sowie Kohortenunterschiede erklären technologiebasierte Problemlösekompetenz und alltagsmathematische Kompetenz	233

11. Kapitel

Tabelle C5.7 Einfluss des Niveaus des höchsten Bildungsabschlusses auf die alltagsmathematische Kompetenz, die Lesekompetenz und das technologiebasierte Problemlösen	234
Tabelle C5.8 Lesekompetenz sowie das Niveau des höchsten Bildungsabschlusses erklären technologiebasierte Problemlösekompetenz und alltagsmathematische Kompetenz	235
Tabelle C6.3 Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) erklärt Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens	236
Tabelle C6.4 Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) erklärt Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen.....	237
Tabelle C6.5 Die Teilnahme an Weiterbildungen erklärt Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens	238
Tabelle C6.6 Intensität der Weiterbildung erklärt Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen	239
Tabelle C6.7 Nutzung von Lesen und Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) erklären Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens.....	240
Tabelle C6.8 Nutzung von Mathematik, Lesen und Informations- und Kommunikationstechnologien erklären Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens.....	241
Tabelle C6.9 Das Nutzen von Lesefertigkeiten erklärt keine Unterschiede in Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen.....	242

11. Kapitel

Tabelle C6.10 Die Nutzung von Mathematik erklärt keine Unterschiede in Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen.....	242
Tabelle C6.11 Die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien und Bildungsabschluss erklären Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens	243
Tabelle C6.12 Die Teilnahme an Weiterbildungen und der Bildungsabschluss erklären Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens	244
Tabelle C6.13 Die Lernhaltung erklärt Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens	245
Tabelle C6.14 Die Lernhaltung interagiert mit der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie.....	246
Tabelle C6.15 Lernhaltungen erklären keine Unterschiede in Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen	247
Tabelle C6.16 Der Einfluss der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien variiert über die Kohorten.....	248
Tabelle C6.17 Die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien und die Kohortenzugehörigkeit erklären Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen	249
Tabelle C6.18 Nutzungsunterschiede zwischen den Kohorten erklären Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen	250

12. Anhang A

Tabelle A4.1

Bearbeitungszeiten für das Verschieben einer Email in dem ersten Teil des ersten Aufgabenblocks (U01a) aus dem Feldtest der PIAAC-Studie

Zahl der Interaktion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 +	Indikator
Minimum	976	1027	1045	1440	1165	1155	1035	1027	1581	2024	1159
Erstes Quartil	1833	1604	1636	1764	1420	1965	1684	1188	1872	2106	1614
Median	2323	2061	2041	2244	1799	2876	2283	1732	2162	2188	1805
Durchschnitt	2737	2272	2435	2846	2065	2967	2242	2275	2162	2188	2112
Drittes Quartil	3261	2574	2790	2647	2457	3625	2810	2818	2453	2271	2411
Maximum	8548	6538	10780	14128	3716	5850	3385	4611	2744	2353	4985
Fehlend	45	47	54	125	131	137	139	142	144	145	50
Ges. Interakt.	101	99	92	21	15	9	7	4	2	14	364

Anmerkung. Angaben in Millisekunden. Insgesamt haben 146 Personen diese Aufgabe bearbeitet und maximal 19 Interaktionen mit der Verschieben-Funktion genutzt. Die zehnte und jede weitere Interaktion wurden gemittelt. Die Angaben unter „Indikator“ beschreiben die gemittelten Bearbeitungszeiten über alle Interaktionen. In der letzten Zeile wird die Gesamtzahl an Interaktionen (Ges. Interakt.) angegeben.

12. Kapitel

Tabelle A4.2

Bearbeitungszeiten für das Verschieben einer Email in dem zweiten Teil des ersten Aufgabenblocks (U01b) aus dem Feldtest der PIAAC-Studie

Zahl der Interaktion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Indikator
Minimum	1029	971	950	896	954	1105	1194	1156	1779	1202	1159
Erstes Quartil	1456	1432	1440	1470	1390	1412	1526	1375	1786	1342	1614
Median	1757	1744	1696	1840	1642	1611	1874	1454	1793	1483	1805
Durchschnitt	2341	2140	1896	2033	1930	1615	1958	1421	1793	1483	2112
Drittes Quartil	2338	2435	2050	2537	2198	1944	2193	1500	1800	1624	2411
Maximum	10144	9341	4484	5763	6077	2011	3289	1618	1807	1764	4985
Fehlend	50	51	54	81	86	135	138	142	144	144	50
Ges. Interakt.	96	95	92	65	60	11	8	4	2	2	435

Anmerkung. Angaben in Millisekunden. Insgesamt haben 146 Personen diese Aufgabe bearbeitet und maximal zehn Interaktionen mit der Verschieben-Funktion genutzt. Die Angaben unter „Indikator“ beschreiben die gemittelten Bearbeitungszeiten über alle Interaktionen. In der letzten Zeile wird die Gesamtzahl an Interaktionen (Ges. Interakt.) angegeben.

12. Kapitel

Tabelle A4.3

Bearbeitungszeiten für das Schließen eines Fensters (Popup) in der siebenten Aufgabenblocks (U07) aus dem Feldtest der PIAAC-Studie

Zahl der Interaktion	1	2	3	4	5	Indikator
Minimum	1744	1489	1341	1678	2533	1744
Erstes Quartil	2826	2422	2766	2748	2612	2871
Median	3888	3846	3501	3152	2692	3947
Durchschnitt	4501	4407	3943	4043	2692	4185
Drittes Quartil	5032	5245	4646	4816	2772	4918
Maximum	16250	14039	11698	8093	2851	11718
Fehlend	8	52	74	100	116	8
Ges. Interakt.	110	66	44	18	2	240

Anmerkung. Angaben in Millisekunden. Insgesamt haben 118 Personen diese Aufgabe bearbeitet und maximal fünf Interaktionen mit Fenstern genutzt. Die Angaben unter „Indikator“ beschreiben die gemittelten Bearbeitungszeiten über alle Interaktionen. In der letzten Zeile wird die Gesamtzahl an Interaktionen (Ges. Interakt.) angegeben.

12. Kapitel

Tabelle A4.4

Bearbeitungszeiten für das Lesezeichenanlegen in dem ersten Teil des zehnten Aufgabenblocks (U10a) aus dem Feldtest der PIAAC-Studie

Zahl der Interaktion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 +	Indikator
Minimum	1449	1156	1281	1001	1152	1233	1454	4962	2684	1679	1431
Erstes Quartil	2486	1824	1676	1574	1572	1705	2261	6604	2684	1679	2155
Median	3757	2336	1998	2032	2164	2264	2962	8247	2684	1679	3124
Durchschnitt	7607	5060	5020	3751	4766	3303	3974	8380	2684	1679	5447
Drittes Quartil	7052	3588	2853	3350	3506	3914	4114	10090	2684	1679	5014
Maximum	65094	85863	54227	33872	38829	11564	9937	11932	2684	1679	50483
Fehlend	25	44	88	126	150	170	176	179	181	181	25
Ges. Interakt.	157	138	94	56	32	12	6	3	1	4	503

Anmerkung. Angaben in Millisekunden. Insgesamt haben 182 Personen diese Aufgabe bearbeitet und maximal 13 Interaktionen mit der Lesezeichen-Funktion genutzt. Die zehnte und jede weitere Interaktion wurden gemittelt. Die Angaben unter „Indikator“ beschreiben die gemittelten Bearbeitungszeiten über alle Interaktionen. In der letzten Zeile wird die Gesamtzahl an Interaktionen (Ges. Interakt.) angegeben.

12. Kapitel

Tabelle A4.5

Bearbeitungszeiten für das Schließen eines Fensters (Popup) in dem zweiten Teil des zehnten Aufgabenblocks (U10b) aus dem Feldtest der PIAAC-Studie

Zahl der Interaktion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Indikator
Minimum	1287	785	767	957	1219	874	2160	4930	5901	10965	1131
Erstes Quartil	2410	1435	1250	1338	1293	1066	2170	4930	5901	10965	1839
Median	3048	1799	1508	1552	1419	1267	2180	4930	5901	10965	2298
Durchschnitt	3220	2510	1674	2288	1638	1853	2180	4930	5901	10965	2620
Drittes Quartil	3880	2429	1894	1846	1866	1574	2191	4930	5901	10965	2874
Maximum	7391	49781	5236	14448	2693	4482	2201	4930	5901	10965	17608
Fehlend	46	65	79	158	173	177	180	181	181	181	46
Ges. Interakt.	136	117	103	24	9	5	2	1	1	1	399

Anmerkung. Angaben in Millisekunden. Insgesamt haben 182 Personen diese Aufgabe bearbeitet und maximal zehn Interaktionen mit Fenstern genutzt. Die Angaben unter „Indikator“ beschreiben die gemittelten Bearbeitungszeiten über alle Interaktionen. In der letzten Zeile wird die Gesamtzahl an Interaktionen (Ges. Interakt.) angegeben.

12. Kapitel

Tabelle A4.6

Bearbeitungszeiten für das Verschieben einer Email in dem zweiten Teil des elften Aufgabenblocks (U11b) aus dem Feldtest der PIAAC-Studie

Zahl der Interaktion	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10+	Indikator
Minimum	896	814	983	1090	945	947	1057	1007	829	1592	1367
Erstes Quartil	1773	1626	1530	1546	1534	1530	1416	1432	1472	2166	1852
Median	2300	1880	1947	1868	1861	2077	1742	1643	1887	2778	2312
Durchschnitt	3215	2164	2623	2455	2377	2544	2089	1980	2337	2977	2565
Drittes Quartil	3338	2520	2808	2569	2742	3065	2385	2074	2759	3557	3006
Maximum	18850	6069	15946	10015	8658	8383	8963	7803	10073	6237	6605
Fehlend	56	58	60	102	106	111	111	113	113	164	56
Ges. Interakt.	126	124	122	80	76	71	71	69	69	305	1113

Anmerkung. Angaben in Millisekunden. Insgesamt haben 182 Personen diese Aufgabe bearbeitet und maximal 26 Interaktionen mit der Verschieben-Funktion genutzt. Die zehnte und jede weitere Interaktion wurden gemittelt. Die Angaben unter „Indikator“ beschreiben die gemittelten Bearbeitungszeiten über alle Interaktionen. In der letzten Zeile wird die Gesamtzahl an Interaktionen (Ges. Interakt.) angegeben.

13. Anhang B

Tabelle B6.1

Bildungsgrad nach Kohortenzugehörigkeit (PIAAC-Hauptstudie)

	16-29 Jährige	30-44 Jährige	45-65 Jährige	Gesamt
Niedriger Bildungsgrad	10.76%	2.70%	3.27%	16.73%
Mittlerer Bildungsgrad	11.77%	12.07%	20.30%	44.13%
Hoher Bildungsgrad	6.23%	14.15%	17.48%	37.85%
Sonstiger Bildungsgrad	0.22%	0.52%	0.54%	1.28%
Gesamt	28.98%	29.43%	41.59%	100.00%

Anmerkung. Definition des Bildungsgrads siehe Kapitel 3.

13. Kapitel

Tabelle B6.2

Korrelationen zwischen den Personenvariablen (PIAAC-Hauptstudie)

	Nutzung IKT im Beruf	Nutzung IKT im Alltag	Nutzung Mathematik im Beruf	Nutzung Mathematik im Alltag	Nutzung Lesen im Beruf	Nutzung Lesen im Alltag	Lernhaltung
Nutzung IKT im Beruf	0.75						
Nutzung IKT im Alltag	0.38	0.68					
Nutzung Mathematik im Beruf	0.65	0.25	0.82				
Nutzung Mathematik im Alltag	0.21	0.43	0.34	0.79			
Nutzung Lesen im Beruf	0.72	0.26	0.62	0.21	0.85		
Nutzung Lesen im Alltag	0.33	0.55	0.32	0.54	0.44	0.76	
Lernhaltung	0.26	0.31	0.26	0.30	0.30	0.41	0.78

Anmerkung. Auf der Diagonalen befinden sich die Angaben zur Reliabilität der Indikatoren, auch Cronbachs Alpha-Werte. Pearson Korrelationen zwischen den Variablen Nutzung Informations- und Kommunikationstechnologien im Beruf, Nutzung Informations- und Kommunikationstechnologien im Alltag, Nutzung Mathematik im Beruf, Nutzung Mathematik im Alltag, Nutzung Lesen im Beruf, Nutzung Lesen im Alltag und Lernhaltung.

13. Kapitel

Tabelle B6.3

Korrelationen zwischen den Personenvariablen (PIAAC-Feldstudie)

	Nutzung IKT im Beruf	Nutzung IKT im Alltag	Nutzung Mathematik im Beruf	Nutzung Mathematik im Alltag	Nutzung Lesen im Beruf	Nutzung Lesen im Alltag	Lernhaltung
Nutzung IKT im Beruf	0.79						
Nutzung IKT im Alltag	0.21	0.72					
Nutzung Mathematik im Beruf	0.60	0.18	0.82				
Nutzung Mathematik im Alltag	0.26	0.40	0.39	0.77			
Nutzung Lesen im Beruf	0.46	0.38	NA	NA	0.85		
Nutzung Lesen im Alltag	0.34	0.34	NA	NA	0.16	0.76	
Lernhaltung	0.04	0.02	NA	NA	NA	NA	0.62

Anmerkung. Auf der Diagonalen befinden sich die Angaben zur Reliabilität der Indikatoren, auch Cronbachs Alpha-Werte. Pearson Korrelationen zwischen den Variablen Nutzung Informations- und Kommunikationstechnologien im Beruf, Nutzung Informations- und Kommunikationstechnologien im Alltag, Nutzung Mathematik im Beruf, Nutzung Mathematik im Alltag, Nutzung Lesen im Beruf, Nutzung Lesen im Alltag und Lernhaltung.

14. Anhang C

Tabelle C4.1

GLMM: Effekt der Kohortenzugehörigkeit auf die Lösungswahrscheinlichkeit im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 4.1	
	Feste Effekte	p-Wert
Interzept	0.56 (0.59)	n.s.
16-29 Jahre	-0.02(0.24)	n.s.
45-65 Jahre	-0.51 (0.23)	.027
Geschlecht: männlich	-0.24 (0.19)	n.s.
Migrationshintergrund	-0.49 (0.40)	n.s.

Anmerkung. Interzept = 30-44 Jahre. Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund.

14. Kapitel

Tabelle C4.2

GLMM: Effekte der automatisierbaren Teilschritte und Kohortenzugehörigkeit auf die Lösungswahrscheinlichkeit im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 4.2		Modell 4.3	
	Feste Effekte	p-Wert	Feste Effekte	p-Wert
Interzept	0.45 (0.59)	n.s.	0.52 (0.56)	n.s.
Zeit auf routinierbaren Teilschritten	-0.50 (0.12)	<.01	-0.44 (0.12)	<.01
16-29 Jahre			-0.13 (0.23)	n.s.
45-65 Jahre			-0.42 (0.23)	n.s.
Geschlecht: männlich	-0.25(0.20)	n.s.	-0.20 (0.20)	n.s.
Migrationshintergrund	-0.43(0.42)	n.s.	-0.32 (0.41)	n.s.

Anmerkung. Interzept = 30-44 Jahre. Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund.

14. Kapitel

Tabelle C5.4

Alltagsmathematische und/oder Lesekompetenz erklären technologiebasiertes Problemlösen.

Prädiktoren	Modell 5.1		Modell 5.2		Modell 5.3	
	β_k	p	β_k	p	β_k	p
Interzept	95.95 (4.71)	<.01	69.61 (4.79)	<.01	62.60 (4.45)	<.01
Alltmat. Kompetenz	0.66 (0.02)	<.01			0.21 (0.03)	<.01
Lesekompetenz			0.77 (0.02)	<.01	0.58 (0.03)	<.01
Geschlecht: weiblich	1.81 (0.77)	.02	-1.37 (0.70)	n.s.	-0.22 (0.70)	n.s.
MH 1.Generation	-11.87 (2.20)	<.01	-8.27 (2.74)	<.01	-8.17 (2.50)	<.01
MH 2.Generation	-2.03 (2.44)	n.s.	-0.31 (1.94)	n.s.	-0.65 (1.99)	n.s.
< 10 Bücher	-1.68 (2.74)	n.s.	1.98 (2.64)	n.s.	2.54 (2.55)	n.s.
11-25 Bücher	-3.79 (2.53)	n.s.	0.92 (2.09)	n.s.	0.58 (1.95)	n.s.
101-200 Bücher	3.77 (1.73)	.03	2.72 (1.31)	.04	2.35 (1.27)	n.s.
201-500 Bücher	10.54 (2.01)	<.01	5.44 (1.83)	<.01	5.61 (1.77)	<.01
> 500 Bücher	10.66 (2.84)	<.01	7.27 (2.41)	<.01	6.75 (2.40)	<.01

Anmerkungen. Interzept = Wert Null auf der Skala der alltagsmathematischen und Lesekompetenzen. MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt .

14. Kapitel

Tabelle C5.5

Einfluss der Kohortenzugehörigkeit auf die alltagsmathematische Kompetenz, die Lesekompetenz und das technologiebasierte Problemlösen

Prädiktoren	Modell 5.4: Alltagsmathematische Kompetenz		Modell 5.5: Lesekompetenz		Modell 5.6: Technologiebasiertes Problemlösen	
	β_k	p	β_k	p	β_k	p
Interzept	279.69 (2.04)	<.01	277.70 (1.93)	<.01	285.19 (1.80)	<.01
16-29 Jahre	-3.11 (1.96)	n.s.	1.66 (1.85)	n.s.	8.18 (1.99)	<.01
45-65 Jahre	-11.44 (1.84)	<.01	-12.88 (1.83)	<.01	-18.23 (1.81)	<.01
Geschlecht: weiblich	-8.88 (0.89)	<.01	-2.83 (0.76)	<.01	-3.51 (0.79)	<.01
MH 1.Generation	-29.88 (2.76)	<.01	-27.89 (2.79)	<.01	-26.71 (2.98)	<.01
MH 2.Generation	-2.85 (3.57)	n.s.	-5.95 (3.03)	n.s.	-3.95 (2.84)	n.s.
< 10 Bücher	-36.15 (3.15)	n.s.	-30.32 (2.86)	<.01	-22.44 (3.25)	<.01
11-25 Bücher	-17.20 (2.87)	n.s.	-18.67 (2.68)	<.01	-12.80 (2.73)	<.01
101-200 Bücher	14.91 (2.31)	.03	11.91 (2.23)	<.01	10.54 (2.26)	<.01
201-500 Bücher	23.74 (2.51)	<.01	24.74 (2.24)	<.01	22.50 (2.49)	<.01
> 500 Bücher	30.29 (3.06)	<.01	27.73 (2.89)	<.01	25.71 (2.64)	<.01

Anmerkungen. Interzept = 30-44 Jahre. MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt (siehe Anhang C).

14. Kapitel

Tabelle C5.6

Lese- (und alltagsmathematische) Kompetenz sowie Kohortenunterschiede erklären technologiebasierte Problemlösekompetenz und alltagsmathematische Kompetenz

Prädiktoren	Modell 5.7: Alltagsmathematische Kompetenz		Modell 5.8: Technologiebasiertes Problemlösen		Modell 5.9: Technologiebasiertes Problemlösen	
	β_k	p	β_k	p	β_k	p
Interzept	16.78 (4.06)	<.01	77.00 (4.39)	<.01	68.93 (4.13)	<.01
Alltmat. Kompetenz					0.27 (0.03)	<.01
Lesekompetenz	0.95 (0.01)	<.01	0.74 (0.02)	<.01	0.50 (0.03)	<.01
16-29 Jahre	-4.69 (1.92)	.02	8.59 (1.72)	<.01	10.21 (1.85)	<.01
45-65 Jahre	0.75 (1.44)	n.s.	-8.73 (1.55)	<.01	-9.88 (1.42)	<.01
Geschlecht: weiblich	-6.20 (0.60)	<.01	-1.51 (0.68)	.03	-0.05 (0.69)	n.s.
MH 1.Generation	-3.47 (2.26)	n.s.	-9.41 (2.67)	<.01	-9.43 (2.36)	<.01
MH 2.Generation	2.78 (2.14)	n.s.	-0.90 (1.90)	n.s.	-1.44 (2.01)	n.s.
< 10 Bücher	-7.45 (2.17)	<.01	0.74 (2.56)	n.s.	1.27 (2.44)	n.s.
11-25 Bücher	0.48 (2.92)	n.s.	1.48 (2.00)	n.s.	1.11 (1.85)	n.s.
101-200 Bücher	3.63 (1.88)	n.s.	1.65 (1.28)	n.s.	0.99 (1.24)	n.s.
201-500 Bücher	0.32 (1.86)	n.s.	4.34 (1.82)	.02	4.38 (1.75)	.01
> 500 Bücher	4.04 (2.70)	n.s.	5.63 (2.35)	.02	4.69 (2.33)	.05

Anmerkungen. Interzept = Wert Null auf der Skala der alltagsmathematischen und Lesekompetenzen und 30-44 Jahre. MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt.

14. Kapitel

Tabelle C5.7

Einfluss des Niveaus des höchsten Bildungsabschlusses auf die alltagsmathematische Kompetenz, die Lesekompetenz und das technologiebasierte Problemlösen

Prädiktoren	Modell 5.10: Alltagsmathematische Kompetenz		Modell 5.11: Lesekompetenz		Modell 5.12: Technologiebasiertes Problemlösen	
	β_k	p	β_k	p	β_k	p
Interzept	266.60 (1.77)	<.01	265.52 (1.64)	<.01	272.59 (1.61)	<.01
Niedriger Bildungsgrad	-18.23 (2.76)	<.01	-9.88 (2.34)	<.01	3.45 (2.77)	n.s.
Hoher Bildungsgrad	28.06 (1.97)	<.01	23.78 (1.97)	<.01	19.68 (1.70)	<.01
Sonstiger Bildungsgrad	-5.71 (9.88)	n.s.	-7.96 (7.38)	n.s.	-5.31 (9.46)	n.s.
Geschlecht: weiblich	-8.02 (0.85)	<.01	-2.21 (0.73)	<.01	-2.91 (0.77)	<.01
MH 1.Generation	-25.16 (2.50)	<.01	-23.99 (2.67)	<.01	-24.40 (3.12)	<.01
MH 2.Generation	-0.72 (3.47)	n.s.	-4.27 (2.93)	n.s.	-3.13 (2.85)	n.s.
< 10 Bücher	-27.48 (2.82)	<.01	-24.72 (2.67)	<.01	-18.35 (3.27)	<.01
11-25 Bücher	-13.59 (2.76)	<.01	-16.64 (2.58)	<.01	-12.44 (2.80)	<.01
101-200 Bücher	13.27 (2.12)	<.01	11.04 (2.17)	<.01	10.92 (2.35)	<.01
201-500 Bücher	19.80 (2.36)	<.01	22.27 (2.24)	<.01	21.82 (2.53)	<.01
> 500 Bücher	24.05 (3.19)	<.01	23.61 (3.13)	<.01	24.45 (2.97)	<.01

Anmerkungen. Interzept = Mittlerer Schulabschluss. MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt.

14. Kapitel

Tabelle C5.8

Lesekompetenz sowie das Niveau des höchsten Bildungsabschlusses erklären technologiebasierte Problemlösekompetenz und alltagsmathematische Kompetenz

Prädiktoren	Modell 5.13: Alltagsmathematische Kompetenz		Modell 5.14: Technologiebasiertes Problemlösen	
	β_k	p	β_k	p
Interzept	25.96 (4.80)	<.01	66.04 (5.05)	<.01
Niedriger Bildungsgrad	-9.28 (1.70)	<.01	9.43 (1.80)	<.01
Hoher Bildungsgrad	6.50 (1.96)	<.01	2.04 (1.27)	n.s.
Sonstiger Bildungsgrad	1.49 (6.12)	n.s.	-7.45 (7.04)	n.s.
Lesekompetenz	0.91 (0.02)	<.01	0.77 (0.02)	<.01
Geschlecht: weiblich	-6.02 (0.58)	<.01	-1.30 (0.70)	n.s.
MH 1.Generation	-3.41 (2.27)	n.s.	-8.08 (2.96)	<.01
MH 2.Generation	3.15 (2.09)	n.s.	-1.07 (1.95)	n.s.
< 10 Bücher	-5.08 (2.06)	0.02	0.68 (2.62)	n.s.
11-25 Bücher	1.49 (2.81)	n.s.	0.92 (2.09)	n.s.
101-200 Bücher	3.26 (1.88)	n.s.	2.13 (1.30)	n.s.
201-500 Bücher	-0.38 (1.83)	n.s.	4.92 (1.83)	<.01
> 500 Bücher	2.65 (2.87)	n.s.	6.56 (2.40)	<.01

Anmerkungen. Interzept = Mittlerer Schulabschluss. MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Lesekompetenz, Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt.

14. Kapitel

Tabelle C6.3

Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) erklärt Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens

Prädiktoren	Modell 6.1		Modell 6.2		Modell 6.3	
	β_k	p	β_k	p	β_k	p
Interzept	280.46 (1.47)	<.01	279.57 (1.38)	<.01	280.57 (1.42)	<.01
Nutzung IKT Beruf	11.89 (0.99)	<.01			8.46 (1.03)	<.01
Nutzung IKT Alltag			15.71 (0.90)	<.01	13.30 (1.04)	<.01
Geschlecht: weiblich	-1.57 (0.90)	n.s.	-1.70 (0.79)	0.04	-0.39 (0.89)	n.s.
MH 1.Generation	-21.22 (3.38)	<.01	-24.23 (2.68)	<.01	-20.71 (3.15)	<.01
MH 2.Generation	-5.40 (3.13)	n.s.	-3.55 (2.73)	n.s.	-4.66 (3.16)	n.s.
< 10 Bücher	-16.72 (3.93)	<.01	-15.70 (3.08)	<.01	-13.38 (3.57)	<.01
11-25 Bücher	-11.60 (3.07)	<.01	-9.54 (2.66)	<.01	-8.31 (2.75)	<.01
101-200 Bücher	10.34 (2.48)	<.01	9.44 (2.22)	<.01	8.28 (2.37)	<.01
201-500 Bücher	21.15 (2.58)	<.01	19.60 (2.40)	<.01	17.32 (2.49)	<.01
> 500 Bücher	23.89 (3.12)	<.01	22.46 (2.93)	<.01	19.87 (3.13)	<.01

Anmerkungen. Interzept = mittlere Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt.

14. Kapitel

Tabelle C6.4

Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) erklärt Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 6.4		Modell 6.5		Modell 6.6	
	β_k	p	β_k	p	β_k	p
Interzept:	-0.18 (0.26)	n.s.	-0.21 (0.25)	n.s.	-0.19 (0.26)	n.s.
Nutzung IKT Beruf	-0.08 (0.04)	<.05			-0.06 (0.04)	n.s.
Nutzung IKT Alltag			-0.08 (0.04)	<.05	-0.07 (0.04)	<.05
Geschlecht: weiblich	0.04 (0.08)	n.s.	0.02 (0.08)	n.s.	0.01 (0.09)	n.s.
Kein MH	0.20 (0.17)	n.s.	0.22 (0.16)	n.s.	0.19 (0.17)	n.s.
N	251		296		250	

Anmerkungen. Interzept = mittlere Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund.

14. Kapitel

Tabelle C6.5

Die Teilnahme an Weiterbildungen erklärt Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens

Prädiktoren	Modell 6.7	
	β_k	p
Interzept	272.85 (1.78)	<.01
Eine Weiterbildung letztes Jahr	9.23 (2.45)	<.01
Mehrere Weiterbildungen letztes Jahr	12.77 (2.00)	<.01
Geschlecht: weiblich	-3.33 (0.84)	<.01
MH 1.Generation	-23.71 (3.01)	<.01
MH 2.Generation	-2.23 (3.05)	.47
< 10 Bücher	-20.89 (3.63)	<.01
11-25 Bücher	-14.26 (2.99)	<.01
101-200 Bücher	11.96 (2.57)	<.01
201-500 Bücher	24.70 (2.71)	<.01
> 500 Bücher	28.00 (3.02)	<.01

Anmerkungen. Interzept = Keine Weiterbildung letztes Jahr. MH = Migrationshintergrund.
Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt.

14. Kapitel

Tabelle C6.6

Intensität der Weiterbildung erklärt Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 6.8	
	$\hat{\beta}$	p
Interzept	-0.23 (0.25)	n.s.
Stunden in Weiterbildung	-0.07 (0.04)	<.05
Geschlecht: weiblich	0.05 (0.08)	n.s.
Kein MH	0.25 (0.16)	n.s.
N	297	

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Anzahl an Stunden in Weiterbildung. MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund.

14. Kapitel

Tabelle C6.7

Nutzung von Lesen und Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) erklären Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens

Prädiktoren	Modell 6.9		Modell 6.10	
	β_k	p	β_k	p
Interzept: Mittlere IKT/Lesen-Nutzung	280.58 (1.56)	<.01	280.71 (1.43)	<.01
Nutzen Lesen Beruf	4.34 (1.02)	<.01	-3.75 (1.43)	.01
Nutzen Lesen Alltag	7.74 (0.96)	<.01	2.04 (1.12)	n.s.
Nutzen IKT Beruf			11.01 (1.47)	<.01
Nutzen IKT Alltag			12.18 (1.20)	<.01
Geschlecht: weiblich	-1.90 (0.90)	.04	-0.75 (0.92)	n.s.
MH 1.Generation	-22.35 (3.40)	<.01	-20.86 (3.19)	<.01
MH 2.Generation	-4.24 (3.07)	n.s.	-4.68 (3.15)	n.s.
< 10 Bücher	-15.56 (3.75)	<.01	-13.35 (3.53)	<.01
11-25 Bücher	-10.76 (3.07)	<.01	-8.28 (2.81)	<.01
101-200 Bücher	9.98 (2.48)	<.01	8.00 (2.37)	<.01
201-500 Bücher	21.11 (2.69)	<.01	16.96 (2.52)	<.01
> 500 Bücher	23.23 (2.96)	<.01	19.43 (3.06)	<.01

Anmerkungen. Interzept = mittlere Nutzung von IKT / Lesen / Mathematik. MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt

14. Kapitel

Tabelle C6.8

Nutzung von Mathematik, Lesen und Informations- und Kommunikationstechnologien erklären Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens

Prädiktoren	Modell 6.11		Modell 6.11b		Modell 6.12	
	β_k	p	β_k	p	β_k	p
Interzept	241.73 (3.32)	<.01	247.55 (3.75)	<.01	260.58 (3.49)	<.01
Nutzen Mathematik Beruf	6.84 (0.94)	<.01	6.20 (1.08)	<.01	2.06 (1.18)	n.s.
Nutzen Mathematik Alltag	10.80 (1.29)	<.01	8.68 (1.54)	<.01	7.10 (1.36)	<.01
Nutzen Lesen Beruf			0.78 (1.17)	n.s.		
Nutzen Lesen Alltag			3.91 (1.18)	<.01		
Nutzen IKT Beruf					7.05 (1.30)	<.01
Nutzen IKT Alltag					11.30 (1.11)	<.01
Geschlecht: weiblich	-0.08 (0.89)	n.s.	-0.36 (0.90)	n.s.	0.38 (0.88)	n.s.
MH 1.Generation	-23.14 (3.32)	<.01	-22.37 (3.34)	<.01	-20.45 (3.11)	<.01
MH 2.Generation	-5.52 (3.15)	n.s.	-5.34 (3.08)	n.s.	-5.07 (3.11)	n.s.
< 10 Bücher	-14.68 (3.89)	<.01	-13.28 (3.76)	<.01	-11.41 (3.53)	<.01
11-25 Bücher	-10.77 (3.11)	<.01	-9.68 (3.11)	<.01	-7.27 (2.78)	.01
101-200 Bücher	10.42 (2.47)	<.01	9.71 (2.43)	<.01	7.92 (2.36)	<.01
201-500 Bücher	20.24 (2.53)	<.01	19.46 (2.56)	<.01	16.19 (2.46)	<.01
> 500 Bücher	23.79 (3.03)	<.01	22.23 (2.95)	<.01	18.40 (3.13)	<.01

Anmerkungen. Interzept = mittlere Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) / Lesen / Mathematik. MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt.

14. Kapitel

Tabelle C6.9

Das Nutzen von Lesefertigkeiten erklärt keine Unterschiede in Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 6.13		Modell 6.14	
	$\hat{\beta}$	p	$\hat{\beta}$	p
Interzept:	-0.36 (0.39)	n.s.	-0.40 (0.39)	n.s.
Nutzung Lesen Beruf	-0.12 (0.09)	n.s.		
Nutzung Lesen Alltag			-0.12 (0.09)	n.s.
Geschlecht: weiblich	0.14 (0.18)	n.s.	0.29 (0.18)	n.s.
Kein MH	0.26 (0.32)	n.s.	0.26 (0.34)	n.s.
N	59		72	

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Nutzung Lesen. MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund.

Tabelle C6.10

Die Nutzung von Mathematik erklärt keine Unterschiede in Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 6.15		Modell 6.16	
	$\hat{\beta}$	p	$\hat{\beta}$	p
Interzept: Mittlere Nutzung Mathematik	-0.47 (0.35)	n.s.	-0.54 (0.32)	n.s.
Nutzung Mathematik Beruf	-0.07 (0.08)	n.s.		
Nutzung Mathematik Alltag			-0.14 (0.07)	n.s.
Geschlecht: weiblich	-0.05 (0.16)	n.s.	0.01 (0.15)	n.s.
Kein MH	0.49 (0.27)	n.s.	0.53 (0.25)	n.s.
N	73		87	

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Nutzung Lesen. MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund.

14. Kapitel

Tabelle C6.11

Die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien und Bildungsabschluss erklären Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens

Prädiktoren	Modell 6.17		Modell 6.18		Modell 6.19	
	β_k	p	β_k	p	β_k	p
Interzept	275.27 (1.59)	<.01	273.88 (1.49)	<.01	275.82 (1.54)	<.01
Nutzen IKT Beruf Häufig	9.88 (1.07)	<.01			6.14 (1.12)	<.01
Nutzen IKT Alltag Selten			15.00 (0.91)	<.01	13.34 (1.03)	<.01
Niedriger Bildungsgrad	4.95 (3.88)	n.s.	-0.40 (2.67)	n.s.	0.95 (3.67)	n.s.
Hoher Bildungsgrad	13.08 (1.81)	<.01	16.42 (1.66)	<.01	12.85 (1.78)	<.01
Sonstiger Bildungsgrad	-6.69 (11.18)	n.s.	-4.91 (9.65)	n.s.	-6.22 (11.37)	n.s.
Geschlecht: weiblich	-1.38 (0.88)	n.s.	-1.40 (0.78)	n.s.	-0.25 (0.88)	n.s.
MH 1.Generation	-21.05 (3.47)	<.01	-23.29 (2.87)	<.01	-20.42 (3.26)	<.01
MH 2.Generation	-5.45 (3.17)	n.s.	-3.14 (2.72)	n.s.	-4.40 (3.17)	n.s.
< 10 Bücher	-15.78 (3.89)	<.01	-12.73 (2.96)	<.01	-11.96 (3.52)	<.01
11-25 Bücher	-10.91 (3.05)	<.01	-7.90 (2.63)	<.01	-7.55 (2.75)	<.01
101-200 Bücher	9.15 (2.44)	<.01	8.29 (2.18)	<.01	7.16 (2.34)	<.01
201-500 Bücher	19.23 (2.52)	<.01	17.08 (2.37)	<.01	15.48 (2.46)	<.01
> 500 Bücher	20.98 (3.15)	<.01	18.69 (3.01)	<.01	17.07 (3.17)	<.01

Anmerkungen. Interzept = Mittlerer Schulabschluss und mittlere Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt.

14. Kapitel

Tabelle C6.12

Die Teilnahme an Weiterbildungen und der Bildungsabschluss erklären Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens

Prädiktoren	Modell 6.20	
	β_k	<i>p</i>
Interzept	268.38 (1.83)	<.01
Eine Weiterbildung letztes Jahr	8.03 (2.45)	<.01
Mehrere Weiterbildung letztes Jahr	7.96 (1.92)	<.01
Niedriger Bildungsgrad	-5.78 (4.13)	n.s.
Hoher Bildungsgrad	18.66 (1.67)	<.01
Sonstiger Bildungsgrad	-6.04 (9.43)	n.s.
Geschlecht: weiblich	-3.00 (0.81)	<.01
MH 1.Generation	-22.11 (3.08)	<.01
MH 2.Generation	-1.51 (3.03)	n.s.
< 10 Bücher	-16.93 (3.58)	<.01
11-25 Bücher	-12.04 (2.94)	<.01
101-200 Bücher	10.07 (2.48)	<.01
201-500 Bücher	21.27 (2.63)	<.01
> 500 Bücher	22.70 (3.06)	<.01

Anmerkungen. Interzept = Mittlerer Schulabschluss und keine Weiterbildung letztes Jahr. MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt.

14. Kapitel

Tabelle C6.13

Die Lernhaltung erklärt Unterschiede in der Kompetenz des technologiebasierten Problemlösens

Prädiktoren	Modell 6.21	
	β_k	p
Interzept	279.97 (1.47)	<.01
Lernhaltungen	6.16 (1.05)	<.01
Geschlecht: weiblich	-2.96 (0.80)	<.01
MH 1.Generation	-25.32 (2.96)	<.01
MH 2.Generation	-3.91 (2.86)	n.s.
< 10 Bücher	-19.80 (3.34)	<.01
11-25 Bücher	-13.62 (2.82)	<.01
101-200 Bücher	11.73 (2.36)	<.01
201-500 Bücher	23.36 (2.52)	<.01
> 500 Bücher	26.26 (2.85)	<.01

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Ausprägung Lernhaltungen. MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt.

Tabelle C6.14

Die Lernhaltung interagiert mit der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie

Prädiktoren	Modell 6.22		Modell 6.23	
	β_k	<i>p</i>	β_k	<i>p</i>
Interzept	280.83 (1.46)	<.01	280.20 (1.38)	<.01
Lernhaltung	3.45 (1.03)	<.01	2.50 (1.03)	.02
Nutzen IKT Beruf	11.83 (1.03)	<.01		
Interaktion: Lernhalt., IKT Beruf	-2.84 (0.94)	<.01		
Nutzen IKT Alltag			15.47 (0.91)	<.01
Interaktion: Lernhalt., IKT Alltag			-2.85 (0.84)	<.01
Geschlecht: weiblich	-1.51 (0.90)	n.s.	-1.65 (0.80)	.04
MH 1.Generation	-20.86 (3.35)	<.01	-24.09 (2.67)	<.01
MH 2.Generation	-5.17 (3.13)	n.s.	-3.70 (2.71)	n.s.
< 10 Bücher	-15.37 (3.88)	<.01	-14.44 (3.00)	<.01
11-25 Bücher	-11.05 (3.05)	<.01	-9.35 (2.67)	<.01
101-200 Bücher	9.88 (2.47)	<.01	9.14 (2.21)	<.01
201-500 Bücher	20.24 (2.54)	<.01	19.15 (2.35)	<.01
> 500 Bücher	22.39 (3.08)	<.01	21.59 (2.92)	<.01

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Ausprägung Lernhaltungen und mittlere Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt.

14. Kapitel

Tabelle C6.15

Lernhaltungen erklären keine Unterschiede in Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 6.24	
	$\hat{\beta}$	<i>p</i>
Interzept:	0.20 (0.55)	n.s.
Lernhaltungen	<0.00 (0.08)	n.s.
Geschlecht: weiblich	-0.07 (0.16)	n.s.
Kein MH	-0.32 (0.54)	n.s.
N	68	

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Ausprägung Lernhaltungen. MH = Migrationshintergrund.

Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund.

14. Kapitel

Tabelle C6.16

Der Einfluss der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien variiert über die Kohorten

Prädiktoren	Modell 6.25		Modell 6.26		Modell 6.27	
	45-65 Jährige		30-44 Jährige		16-29 Jährige	
	β_k	p	β_k	P	β_k	p
Interzept	268.68 (2.28)	<.01	285.54 (2.29)	<.01	291.98 (2.85)	<.01
Nutzung IKT Beruf	13.06 (1.55)	<.01	12.89 (1.81)	<.01	6.43 (1.50)	<.01
Nutzung IKT Alltag	11.56 (1.35)	<.01	8.44 (2.02)	<.01	8.72 (2.05)	<.01
Geschlecht: weiblich	-2.91 (1.28)	.03	0.59 (1.44)	n.s.	0.71 (1.51)	n.s.
MH 1.Generation	-15.62 (5.93)	.01	-25.57 (4.86)	<.01	-19.96 (4.88)	<.01
MH 2.Generation	-0.49 (4.54)	n.s.	-4.53 (6.02)	n.s.	-12.47 (5.99)	.04
< 10 Bücher	-8.96 (5.62)	n.s.	-12.85 (7.65)	n.s.	-20.40 (5.90)	<.01
11-25 Bücher	-5.82 (4.74)	n.s.	-8.57 (4.29)	.05	-7.25 (5.37)	n.s.
101-200 Bücher	5.56 (4.15)	n.s.	7.24 (4.03)	n.s.	6.69 (3.68)	n.s.
201-500 Bücher	8.47 (4.56)	n.s.	16.04 (3.66)	<.01	23.72 (3.74)	<.01
> 500 Bücher	17.07 (4.37)	<.01	13.94 (4.93)	<.01	22.73 (4.50)	<.01

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht, Migrationshintergrund und Anzahl der Bücher im Haushalt.

14. Kapitel

Tabelle C6.17

Die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien und die Kohortenzugehörigkeit erklären Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 6.28		Modell 6.29	
	$\hat{\beta}$	<i>p</i>	$\hat{\beta}$	<i>p</i>
Interzept	-0.11 (0.26)	n.s.	-0.06 (0.27)	n.s.
Nutzung IKT Beruf			-0.10 (0.04)	<.05
Nutzung IKT Alltag			-0.03 (0.04)	n.s.
16-29 Jahre	-0.29 (0.09)	<.01	-0.33 (0.10)	<.01
45-65 Jahre	0.13 (0.09)	n.s.	0.12 (0.09)	n.s.
Geschlecht: weiblich	-0.03 (0.08)	n.s.	0.01 (0.08)	n.s.
Kein MH	0.16 (0.16)	n.s.	0.10 (0.17)	n.s.
N	297		250	

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) und 30-45 Jährige. MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund.

14. Kapitel

Tabelle C6.18

Nutzungsunterschiede zwischen den Kohorten erklären Bearbeitungszeiten von automatisierbaren Teilschritten im technologiebasierten Problemlösen

Prädiktoren	Modell 6.30		Modell 6.31		Modell 6.32	
	45-65 Jährige		30-44 Jährige		16-29 Jährige	
	$\hat{\beta}$	<i>p</i>	$\hat{\beta}$	<i>p</i>	$\hat{\beta}$	<i>p</i>
Interzept	0.28 (0.40)	n.s.	0.05 (0.43)	n.s.	-0.58 (0.27)	<.05
Nutzung IKT Beruf	-0.13 (0.09)	n.s.	-0.09 (0.08)	n.s.	-0.09 (0.06)	n.s.
Nutzung IKT Alltag	-0.14 (0.08)	<.05	-0.02 (0.06)	n.s.	0.10 (0.10)	n.s.
Geschlecht: weiblich	-0.03 (0.14)	n.s.	-0.02 (0.15)	n.s.	-0.01 (0.16)	n.s.
Kein MH	-0.10 (0.35)	n.s.	-0.02 (0.35)	n.s.	0.27 (0.23)	n.s.

Anmerkungen. Interzept = Mittlere Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). MH = Migrationshintergrund. Kontrollvariablen: Geschlecht und Migrationshintergrund.

15. Anhang D

Gewichte. Analysiert werden neben den Plausible Values der PIAAC Hauptstudie auch die Gewichte um Fehler durch die Auswahl von Zielpersonen und daraus resultierenden ungleichen Verteilungen auszugleichen. Fehler entstehen unter anderen, wenn die Abdeckung der Grundgesamtheit im Auswahlrahmen unvollständig ist oder durch die Nichtteilnahme ausgewählter Zielpersonen herbeigeführt wird. Die PIAAC-Studie zeichnet sich auch durch eine gründliche Datenaufbereitung aus, in der fünf Gewichtungsschritte angewendet wurden (OECD, 2011a): (a) Designgewichtung, (b) Anpassungsgewichtung für Personen, die nicht durch den Interviewer erreicht werden konnten, (c) Anpassungsgewichtung für generelle Nichtteilnahme, (d) Anpassungsgewichtung für sprachbezogene Nichtteilnahme sowie (e) Anpassung an externe Daten (Poststratifikation auf Grundlage des Mikrozensus 2010 für die Merkmale Alter, Geschlecht, Region und höchster allgemeinbildender Schulabschluss). Somit wurden die finalen Gewichte in diesen Gewichtungssequenzen berechnet und immer wieder an potentielle Verzerrungen im Datensatz, den Stichprobenfehler, fehlende Werte oder an Konvergenzproblemen adjustiert (Perry & Helmschrott, 2014). Würden die Daten in der Analyse ohne ihre entsprechenden Gewichte analysiert werden, würden zum Beispiel der Einfluss von Personen mit einem niedrigen Bildungsabschluss unterschätzt werden, da diese Gruppe weniger häufig an der PIAAC-Studie teilgenommen hat.

15. Kapitel

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, wurden durch Angabe der Quellen kenntlich gemacht. Ich versichere, nicht die Hilfe einer kommerziellen Promotionsvermittlung in Anspruch genommen zu haben.

Ich versichere außerdem, dass ich die beigefügte Dissertation nur in diesem und keinem anderen Promotionsverfahren eingereicht habe und, dass diesem Promotionsverfahren keine endgültig gescheiterten Promotionsverfahren vorausgegangen sind.

Annette Stelter

Frankfurt am Main, 11.01.2016