

Entwicklung eines Fragebogens zur ökonomischen Erfassung technikbezogener Einstellungen und Selbstwahrnehmungen

Carolin Hahnel^{1,2}  und Jennifer Stemmann³ 

¹DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation, Frankfurt am Main, Deutschland

²Fakultät für Psychologie, Ruhr-Universität Bochum, Deutschland

³Institut für Chemie, Physik, Technik und ihre Didaktiken, Pädagogische Hochschule Freiburg, Deutschland

Zusammenfassung: Der Beitrag präsentiert die Entwicklung einer Kurzskaala zur Erfassung technikbezogener Einstellungen sowie Selbstwahrnehmungen im Kontext der Nutzung von Alltagstechnik. Zur Validierung der Interpretation der resultierenden Testwerte wurden die interne Struktur der Skala, Beziehungen zu Drittvariablen sowie die Annahme geprüft, dass diese Facetten die Performanz im Umgang mit alltagstechnischen Geräten erklären. Zur Untersuchung wurden Daten von 296 Studierenden (71 % weiblich, $M = 23.1$ Jahre) ausgewertet. CFA-Analysen unterstützten die angenommene fünffaktorielle Struktur (d. h. eine Facette der allgemeinen Einstellung gegenüber Technik, zwei Facetten der kognitiven und zwei Facetten der affektiven Selbstwahrnehmung). Kognitive Selbstwahrnehmungen und positive Affekte gegenüber technischen Geräten hingen positiv mit allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartungen, Intelligenz und einer höheren Performanz im Umgang mit Alltagstechnik zusammen. Negative Affekte gegenüber Technik waren wahrscheinlicher bei Personen mit niedrigeren allgemeinen Selbstwirksamkeitserwartungen, ausgeprägteren externen Kontrollüberzeugungen, geringerer Intelligenz und geringeren Fähigkeiten im Umgang mit Alltagsgeräten. Die Ergebnisse stützen die intendierten Testwertinterpretationen teilweise und zeigen konkrete Weiterentwicklungsbedarfe des Instruments auf.

Schlüsselwörter: technikbezogene Einstellung und Selbstwahrnehmung, technisches Problemlösen, Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen, Intelligenz, Geschlecht

Development of a Questionnaire for the Economic Assessment of Attitudes and Self-Perceptions Related to the Use of Appliances and Home Automation

Abstract: We developed a short scale to assess attitudes and self-perceptions related to the use of everyday appliances and home automation. To validate the interpretation of the resulting test scores, we examined the internal structure of the scale and its relationships to relevant variables. The study used data of 296 students (71 % female, $M = 23.1$ years). CFA analyses supported the assumed five-factor structure – one facet of general attitudes toward technology, two cognitive self-perception facets (experience of competence and self-efficacy related to the use of appliances), and two motivational–affective self-perception aspects (positive and negative affect toward appliances and home automation). The cognitive self-perceptions and a positive affect toward appliances were positively related to general self-efficacy expectations, intelligence, and a higher level of directed control when using appliances. Male participants showed higher scores than female participants on these facets, with measurement invariance analyses signaling that differences may be due to scale properties. A negative affect toward appliances was more likely in persons with lower general self-efficacy expectations, more pronounced external locus of control beliefs, lower intelligence, and lower skill in the directed control of appliances. The results partially support the intended test score interpretations and indicate specific requirements for further development.

Keywords: attitudes and self-perceptions, problem-solving involving everyday appliances, self-efficacy and control beliefs, intelligence, gender

Durch Weiterentwicklungen von Digitalisierungs- und Automatisierungstechnologien erhalten alltagstechnische Geräte zunehmend neue Funktionen und werden komplexer (z. B. Raumthermostate, Smart-Home Kühlgeräte; Siepmann, 2016). In der Folge kennen nur wenige Personen

alle Gerätefunktionen und die Bedienung wird häufig zu einem Problem. Der selbstständige Erwerb fehlenden Bedienungswissens gelingt jedoch nicht allen Nutzenden gleich gut. Neben dem nötigen kognitiven Aufwand erfordert das selbstständige Aneignen von Bedienungswissen

auch die Bereitschaft, sich selbstreguliert mit einer technischen Problemsituation auseinanderzusetzen (Beier, 2004). Diese Bereitschaft hängt u. a. von Traits wie technikbezogenen Einstellungen und Selbstwahrnehmungen ab (Beierlein, 2011). Studien zum Einfluss leistungsbezogener Kognitionen und Emotionen auf technisches Handeln berücksichtigen jedoch oft nur einzelne Konstrukte (z. B. Kontrollüberzeugungen im Umgang mit Technik: Beier, 2004), beziehen sich auf einzelne technische Artefakte (Computer: z. B. Richter, Naumann & Horz, 2010) oder untersuchen Zusammenhänge mit selbstberichtetem technischem Handeln (z. B. Neyer, Felber & Gebhardt, 2012). In diesem Beitrag stellen wir die ökonomische Kurzskala „Technikbezogene Einstellungen und Selbstwahrnehmungen“ (TEiSel) vor, die sich auf den Umgang mit alltagstechnischen Geräten bezieht. Wir beschreiben das Grundprinzip unserer Testentwicklung und stellen eine erste empirische Prüfung der intendierten Testwertinterpretationen vor.

Rahmenkonzeption

Einstellungen und Selbstwahrnehmungen im Hinblick auf Technik können den Umgang mit Technik prägen (z. B. Jakobs, Lehnen & Ziefle, 2008). Sie resultieren aus Denk- und Gefühlsvorgängen, die sich auf konkrete technikbezogene Erwartungen, Handlungseinschätzungen und Gefühle beziehen. Entsprechende Konstrukte lassen sich Theorien der Selbstwahrnehmung (Bem, 1972) und der Selbstwirksamkeit (Bandura, 1977) zuordnen.

Manche Arbeiten zählen dabei Einstellungen zu den Selbstwahrnehmungen (z. B. Adenstedt, 2016; Vincent & Janneck, 2012). Wir grenzen sie jedoch als separates Konstrukt ab, da sie sich auf ein außerhalb der bewertenden Person liegendes Einstellungsobjekt beziehen (Kopietz & Echterhoff, 2016).

Handlungen und Handlungsmöglichkeiten sind an bestimmte Kontexte gebunden. Daher werden Personen nicht nur generalisierte (vgl. Selbstkonzept; Shavelson, Hubner & Stanton, 1976), sondern auch kontextspezifische Selbstwahrnehmungen ausbilden (Müller, 2002), die stärker handlungsleitend als generalisierte Selbstkonstrukte sind (Krampen, 1991). Empirische Beobachtungen stützen diese Annahme: Zum Beispiel beeinflusst das mathematische Fähigkeitsselbstkonzept, aber nicht das generalisierte akademische Selbstkonzept, die mathematische Leistung (Craven, Marsh & Debus, 1991). Im Kontext von Technik konnte Stemmann (2016) ebenso keinen Effekt generalisierter Selbstwirksamkeitserwartungen (SWE) auf die Problemlöseleistung im Umgang mit technischen Alltagsgeräten beobachten.

Die vorliegende Studie schlägt das Fragebogeninstrument TEiSel zur ökonomischen Abbildung verschiedener technikbezogener Einstellungen und Selbstwahrnehmungen im Umgang mit alltagstechnischen Geräten vor. Obwohl es bereits einige Skalen gibt, die mehrere solcher Aspekte für einen allgemeineren Technikkontext umfassen (z. B. Technikaffinität von Karrer, Glaser, Clemens & Bruder, 2009; Technikbereitschaft von Neyer et al., 2012), bietet das TEiSel-Instrument eine systematischere Unterscheidung in Einstellungen sowie kognitive und affektive Selbstwahrnehmungen an und kann dahingehend auch erweitert werden. Es werden fünf Facetten unterschieden: (1) *Einstellungen gegenüber Technik* beschreiben allgemeine subjektive Bewertungen von Technik, die sich laut Modellen wie dem Technology Acceptance Model (TAM; Davis, 1989) aus der wahrgenommenen Nützlichkeit (perceived usefulness) und Einfachheit der Nutzung (perceived ease of use) einer Technologie ergeben. Diese Einstellungen stehen in Zusammenhang mit der individuellen Intention zur Techniknutzung und der tatsächlichen Nutzung (z. B., Czaja et al., 2006; Davis, 1989). Zur Rolle von Einstellungsmaßen für die Performanz gibt es bisher nur wenige empirische Befunde, die zudem inkonsistent ausfallen. Beispielsweise zeigte sich bei Arning und Ziefle (2007) ein Zusammenhang zwischen wahrgenommener Einfachheit der Nutzung und Performanz im Umgang mit PDA-Geräten, während Schmidt (2017) keinen Zusammenhang zwischen Technikeinstellungen älterer Menschen und ihrem Umgang mit Blutdruckmessgeräten, Mobiltelefonen und Ebook-Readern fand. (2) Das *technikbezogene Kompetenzerleben* beschreibt Überzeugungen über eigene Fähigkeiten im Umgang mit Technik und kann als ein bereichsspezifisches Selbstkonzept aufgefasst werden. (3) *Technikbezogene Selbstwirksamkeitserwartungen* (TSWE) beschreiben hingegen das Vertrauen einer Person, aufgrund ihrer eigenen Fähigkeiten zukünftige Situationen im Umgang mit Technik bewältigen zu können. TSWE hängen mit dem Gefühl der Kontrolle von technischen Systemen (Beier, 2004) bzw. der Einschätzung der Einfachheit der Nutzung technischer Systeme (Davis, 1989) zusammen. Zwar gibt es bereits mehrere Skalen zur Erfassung der TSWE, diese sind jedoch meist auf den Umgang mit Computern beschränkt (z. B., Murphy, Coover und Owen, 1989). (4) *Positive Affekte gegenüber Technik* umfassen Gefühle von Freude und Interesse in der Auseinandersetzung mit Technik, während (5) *negative Affekte gegenüber Technik* Gefühle von Ängstlichkeit, Überforderung und Abneigung abbilden. Bisherige Skalen zu positiven technikbezogenen Affekten beschränkten sich meist auf Neugier (z. B., Karrer et al., 2009), Skalen zu negativen Affekten auf den Umgang mit Computern (z. B., Marcoulides, 1989). Das technikbezogene Kompetenzerleben und TSWE ordnen wir den kognitiven Selbstwahrnehmungen

gen zu, während positive und negative Affekte gegenüber Technik affektive Komponenten abbilden. Für die Itemkonstruktion wurden Formulierungen aus verwandten Skalen aufgegriffen und für den allgemeinen Kontext Technik angepasst. Alle berücksichtigten Skalen sowie Items finden sich im ESM 1.

Nomologisches Netzwerk

Für eine erste empirische Validierung kann erwartet werden, dass die TEiSel-Facetten spezifische Gemeinsamkeiten mit beziehungsweise Unterschiede zu relevanten Variablen im Kontext von Technik aufweisen. Entsprechend untersuchen wir Zusammenhänge der TEiSel-Facetten mit generalisierten Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen, Intelligenz, Geschlecht und dem konkreten technischen Handeln.

Generalisierte Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen umfassen nach Krampen (1991) *allgemeine SWE* (Erwartungen, sich in unterschiedlichen Situationen kompetent und handlungsfähig zu fühlen) und *externale Kontrollüberzeugungen* (Erwartungen, dass Ereignisse im eigenen Leben auf äußere Umstände zurückzuführen sind). Entsprechend ihrer Definitionen sollten allgemeine SWE positiv und externe Kontrollüberzeugungen negativ mit technikbezogenen kognitiven Selbstwahrnehmungen in Beziehung stehen. Aufgrund der Kontextspezifität sollten Zusammenhänge aber nur klein bis moderat ausfallen. Ausgeprägte externe Kontrollüberzeugungen sollten ebenfalls positiv mit negativen Affekten gegenüber Technik zusammenhängen, da Personen das Verhalten von technischen Systemen als nicht-kontrollierbaren äußeren Einfluss werten könnten.

Personenmerkmale wie *Intelligenz* hängen eng mit der Bewertung des eigenen Handelns zusammen. Zum Beispiel sind Misserfolgzuschreibungen über Lernschwierigkeiten mit einer geringeren Intelligenz assoziiert (Eckert, Schilling & Stiensmeier-Pelster, 2006). Es wird jedoch vermutet, dass eine geringere Intelligenzleistung mit einer geringeren Reflexionsfähigkeit einhergeht und Lernschwierigkeiten dadurch weniger wahrgenommen werden (Skowronek, Schuchardt & Mähler, 2018). Im technikbezogenen Kontext gibt es kaum Studien, die sich dem Zusammenhang von Intelligenz mit technikbezogenen Selbstwahrnehmungen widmen. Obwohl ein geringer Effekt von fluider Intelligenz auf computerbezogene SWE gefunden wurde (Czaja et al., 2006), konnten Zusammenhänge mit Facetten wie Technikkompetenzüberzeugungen, Technikkontrollüberzeugungen und Technikakzeptanz nicht beobachtet werden (Neyer et al., 2012).

Differenzen hinsichtlich des *Geschlechts* sind im Kontext von Technik prominent. Es wird angenommen, dass sie aus sozialisationsbedingten Erfahrungsunterschieden resultieren (Pottharst, 2021). Frauen zeigen in technischen Kontexten beispielsweise ein konstant geringer ausgeprägtes Fähigkeitsselbstkonzept als Männer (acatech & VDI, 2009). Schwache bis mittelgroße Effekte finden sich in Skalen zum technikbezogenen Interesse ($d = 0.22$), geschätzter Erfolgswahrscheinlichkeit ($d = 0.61$) und Misserfolgsbefürchtungen ($d = -0.34$; Beierlein, 2011); große Unterschiede bestehen in den Bereichen *Technik nutzen und reparieren* ($d = 1.3$) und *Technik verstehen und erklären* ($d = 0.80$; Guedel, 2014).

Selbstwahrnehmungen gelten als Determinanten für *konkretes Handeln* (vgl. Bandura, 1977), indem sie in verschiedenen Phasen des Handlungsprozesses regulierend wirken (Adenstedt, 2016). Personen mit positiven technikbezogenen Einstellungen und Selbstwahrnehmungen setzen sich anspruchsvollere Ziele in der Interaktion mit Technik und sind hierbei offener gegenüber technischen Innovationen (Beier, 2004). Sie führen Handlungen zielgerichteter aus und entwickeln Nutzungsexpertisen durch eine vollständigere Informationsgenerierung im Umgang mit neuen technischen Systemen (Mammes, 2001).

Hypothesen

Vor dem reflektierten theoretischen Hintergrund lassen sich die folgenden Hypothesen für eine erste empirische Validierung ableiten. Wir erwarten, dass sich die vorgeschlagene interne Struktur von fünf Komponenten empirisch identifizieren lässt (H1). Im Hinblick auf die Beziehung zu anderen Testwerten sollten allgemeine SWE mit positiveren technikbezogenen Selbstwahrnehmungen (H2a) sowie externe Kontrollüberzeugungen mit negativeren technikbezogenen Selbstwahrnehmungen (H2b) und ausgeprägteren negativen Affekten gegenüber Technik einhergehen (H2c). Die Komponenten des TEiSel sollten nicht oder kaum mit fluider Intelligenz in Verbindung stehen (H3). Für Männer sind höhere mittlere Skalenausprägungen in den kognitiven technikbezogenen Selbstwahrnehmungen und beim positiven Affekt gegenüber Technik zu erwarten, während Frauen eine höhere mittlere Ausprägung beim negativen Affekt gegenüber Technik zeigen sollten (H4). Nicht zuletzt erwarten wir, dass die kognitiven Selbstwahrnehmungen und ein positiver Affekt gegenüber Technik mit der tatsächlichen Techniknutzung und Performanz, hier operationalisiert als Exploration (H5a) und Steuerung (H5b) von technischen Geräten, positiv assoziiert sind. Inwiefern die TEiSel-Komponenten dabei einen eigenen, von anderen Personenvaria-

blen unabhängigen Erklärungsbeitrag leisten, wird explorativ untersucht.

Methoden

Stichprobe

Die Hypothesen wurden anhand einer Gelegenheitsstichprobe von 296 Studierenden einer deutschen Universität untersucht. Die Teilnehmenden (71 % weiblich) waren im Schnitt 23.1 Jahre alt ($SD = 3.5$, $Min = 19$, $Max = 45$) und in unterschiedlichen Studiengängen eingeschrieben (Semester 1-13, $M = 4.4$, $SD = 2.5$). Die Teilnahme an der Studie wurde mit 30 € vergütet und es gab die Möglichkeit, einen 150 € Gutschein zu gewinnen.

Erhebungsinstrumente

Anhand des Fragebogens zu Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen (FKK; Krampen, 1991) wurden *allgemeine SWE* ($\alpha = .80$, $\omega = .84$) und *externale Kontrollüberzeugungen* ($\alpha = .78$, $\omega = .81$) durch jeweils 16 Items erfasst. Alle Items wurden auf einer sechsstufigen Likert-Skala beantwortet (1 - *sehr falsch* bis 6 - *sehr richtig*). Zur Auswertung wurden Summenscores über die Itemantworten gebildet (allgemeine SWE: $M = 63.78$, $SD = 8.16$; externale Kontrollüberzeugungen: $M = 50.67$, $SD = 8.78$).

Fluide Intelligenz wurde mit der Kurzform des CFT 20-R erfasst (Weiß, 2006). In diesem standardisierten Verfahren werden den Probanden 56 Items vorgelegt. Die erreichten Rohwerte wurden in IQ-Werte umgerechnet ($M = 106.36$, $SD = 15.25$).

Technisches Problemlösens (TPL) wurde mit einem computerbasierten Test bestehend aus 13 Simulationen technischer Alltagsgeräte erfasst (z.B. Receiver, Heizungssteuerung; Stemmann, 2016). Jedes Gerät wird zunächst ausprobiert (Explorationsphase) und soll anschließend entsprechend einer gegebenen Problemstellung bedient werden (Steuerungsphase). Eine Beispielaufgabe findet sich im ESM 2. Das Explorationsverhalten wurde durch die mittlere Anzahl aller Interaktionen mit einem Gerät (Explorationsintensität: $M = 175.13$, $SD = 80.42$; $\alpha = .89$, $\omega = .91$) und den mittleren Anteil aller identifizierten Systemfunktionen (Explorationsvollständigkeit: $M = .55$; $SD = .13$; $\alpha = .88$, $\omega = .89$) bestimmt. Zur Abbildung der Steuerungsleistung wurden Testwerte anhand eines Rasch-Modells ermittelt. Die geschätzten *expected-a-posteriori* (EAP) Testwerte ($SD = 0.66$, $Min = -1.78$, $Max = 2.08$) zeigten eine EAP-Reliabilität von .56. Diese Reliabilität wäre für individualdiagnostische Aussagen zu gering. Da

aber weiterführende Itemanalysen nicht gegen die Gültigkeit des Rasch-Modells sprechen (siehe ESM 2), gehen wir davon aus, dass die geschätzten Testwerte für Zusammenhangsanalysen auf Gruppenebene aussagekräftig sind.

Ablauf der Studie

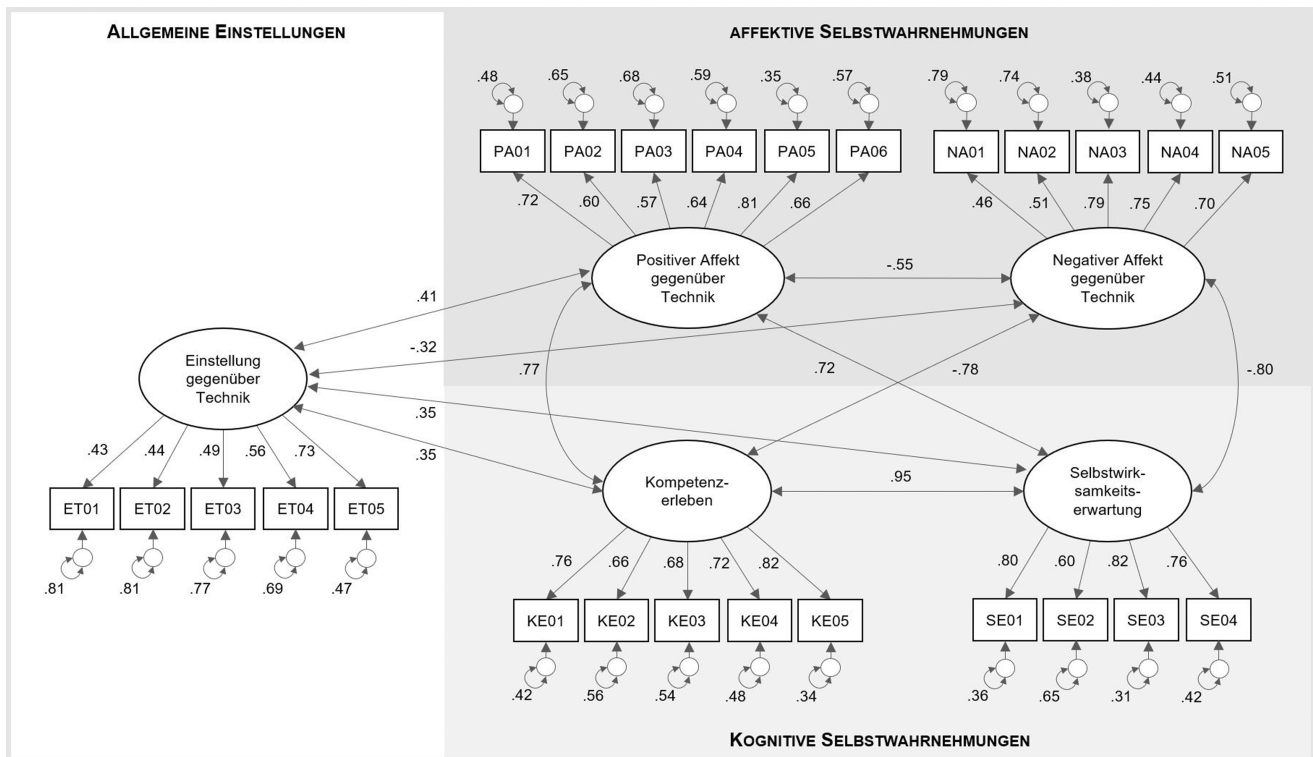
Die Studierenden nahmen an der Testung in Gruppen teil (3-20 Personen). Nachdem sie ihre informierte Einwilligung zur Teilnahme gegeben hatten, bearbeiteten sie zunächst den papierbasierten CFT 20-R. Anschließend wurden sie gebeten, einen Fragebogen (demografische Angaben zu Alter und Geschlecht, TEiSel, FKK) am Computer auszufüllen und bearbeiteten die Aufgaben zum technischen Problemlösen. Die computerbasierten Daten wurden lokal erfasst und gespeichert. Eine Testung dauerte etwa drei Stunden.

Datenanalyse

Die angenommene interne Skalenstruktur wurde mittels konfirmatorischer Faktorenanalysen (CFA) geprüft, wobei mehrere Alternativmodelle betrachtet wurden (Details im ESM 3). Für das Fünf-Faktoren-Modell wurden die Indikator- und Faktorreliabilitäten bestimmt und das Fornell-Larcker-Kriterium (Fornell & Larcker, 1981) geprüft. Fehlende Werte kamen nicht vor, da Probanden durch ein Pop-up im Computertest auf das Nichtbeantworten von Fragen hingewiesen wurden.

Die Beziehung der Testwerte mit anderen Variablen wurden mit Korrelationen zwischen den geschätzten Werten der latenten TEiSel-Variablen (factor scores) und den interessierenden Drittvariablen ermittelt. Unseren Analysen legen wir eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % zugrunde. Unter der Annahme einer Teststärke von 80 % ist es für unsere Stichprobe somit wahrscheinlich, in einseitig getesteten Korrelationstests mindestens kleine Effekte von $r = .14$ zu beobachten (Cohen, 1988).

Zusammenhänge der TEiSel-Facetten mit explorierenden und steuernden Gerätehandlungen wurden mit Regressionsanalysen untersucht. Zunächst wurden dazu in Baseline-Modellen die nicht-technikbezogenen Personenvariablen - und für die Prädiktion der Steuerungsleistung zusätzlich die Verhaltensvariablen Explorationsintensität und Explorationsvollständigkeit - aufgenommen. In einem zweiten Schritt wurden die TEiSel-Facetten in die jeweiligen Modelle eingeschlossen. Um eine mögliche Kollinearität zwischen den TEiSel-Facetten zu berücksichtigen, wurden auch Modelle berechnet, in denen die Facetten einzeln aufgenommen wurden. Mit unserer Stichprobe



Anmerkungen: Fünffaktorielle Struktur (dargestellt sind die standardisierten latenten Korrelationen, Faktorladungen und Residualvarianzen). Alle Parameterschätzungen sind signifikant, $p < .001$. Itembezeichnungen: ET = Einstellungen gegenüber Technik; KE = Kompetenzerleben; SE = Selbstwirksamkeitserwartung; PA = Positiver Affekt gegenüber Technik; NA = Negativer Affekt gegenüber Technik; die Ziffern 01–06 bezeichnen die Itemnummern. Die genauen Itemwortlaute sind in ESM 1 berichtet.

Abbildung 1. Fünffaktorielle Struktur der Skala TEiSel.

können kleine Regressionseffekte von $f^2 = .04$ – $.06$ wahrscheinlich aufgedeckt werden (vgl. Cohen, 1988).

Ergebnisse

Interne Struktur des TEiSel

Die Ergebnisse der konfirmatorischen Faktoranalysen (Tabelle 1) zeigten eine gute Modellpassung des Fünf-Faktorenmodells ($\chi^2(265) = 407.55$; RMSEA = .04, SRMR = .05, CFI = .95), auch im Vergleich zu mehreren Alternativmodellen (H1). Abbildung 1 stellt die standardisierte Lösung des Fünf-Faktorenmodells dar. Die latenten Korrelationen der Faktoren fielen positiv aus, bis auf Korrelationen mit dem Faktor negativer Affekt. Die Selbstwahrnehmungsfacetten korrelierten untereinander höher als mit der Einstellungsfacette. Aufgrund der auffällig hohen latenten Korrelation zwischen Kompetenzerleben und TSWE ($r = .95$) wurden explorativ zwei alternative Modelle getestet, in denen beide Faktoren zusammengefasst wurden (Tabelle 1). Diese Modelle zeigten ebenfalls eine gute, aber im Vergleich zur theoretisch angenommenen Lösung

geringfügig schlechtere Passung. Aufgrund des geringen Unterschieds wurden alle Analysen auch für das vierfaktorielle Modell durchgeführt (siehe ESM 4), wobei allerdings keine auffälligen Abweichungen zu den im Folgenden berichteten Ergebnissen gefunden wurden. Die fünffaktorielle Lösung wies trotz guter Passung dennoch substantielle lokale Probleme auf (Indikatorreliabilitäten $< .40$; 4 Faktoren verletzen das Fornell-Larcker-Kriterium; siehe ESM 3). Alle deskriptiven Item- und Skalenergebnisse, Trennschärfen ($r_{it} = .36$ – $.73$) und Reliabilitätsschätzungen ($\alpha = .66$ – $.85$; $\omega_i = .75$ – $.89$) sind im ESM 1 aufgeführt.

Beziehung der Testwerte zu anderen Variablen

Alle manifesten Korrelationen sind in Tabelle 2 und ESM 5 dargestellt. Erwartungsgemäß fanden sich moderate positive Zusammenhänge der allgemeinen SWE mit dem technikbezogenen Kompetenzerleben ($r = .30$) und den TSWE ($r = .32$; H2a). Es wurden zudem signifikante Zusammenhänge mit allgemeinen Einstellungen gegenüber Technik ($r = .21$) und den affektiven Selbstwahrnehmungen beobachtet (positiver Affekt: $r = .18$; negativer Affekt:

Tabelle 1. Evaluation der latenten Variablenmodelle

Modell	χ^2	df	p	RMSEA	SRMR	CFI	AIC	BIC
5-Faktoren	407.55	265	<.001	.043	.048	.952	18820	19041
<i>Vergleichsmodelle</i>								
1-Faktor	848.18	275	<.001	.084	.075	.808	19241	19425
2-Faktoren	705.00	274	<.001	.073	.064	.855	19099	19288
3-Faktoren	636.88	272	<.001	.067	.060	.878	19035	19231
<i>Vergleichsmodelle mit Modifikationen von Kompetenzerleben und SWE</i>								
4-Faktoren	418.75	269	<.001	.043	.048	.950	18823	19030
5-Faktoren ^a	416.18	266	<.001	.044	.048	.950	18827	19044

Anmerkungen: Die Faktorladungen wurden in allen Modellen frei geschätzt. Als Schätzer wurden Maximum Likelihood-Schätzungen verwendet und zur Schätzung der Standardfehler wurde Bootstrapping eingesetzt ($B = 1\,000$ Samples). Für RMSEA, SRMR, CFI, AIC und BIC sind die besten Werte fett gedruckt. ^aAlternatives 5-Faktorenmodell, in dem die latente Korrelation zwischen den Faktoren *Kompetenzerleben* und *SWE* auf eins fixiert wurde. Likelihood-Differenztest zwischen den 5-Faktorenmodell und dem alternativen 5-Faktorenmodell: $\Delta\chi^2 = 8.62$, $\Delta df = 1$, $p = .003$.

$r = -.34$). Hinsichtlich externaler Kontrollüberzeugungen fand sich ein schwacher negativer Zusammenhang mit den TSWE ($r = -.12$), aber unerwarteterweise kein statistisch bedeutsamer Zusammenhang mit dem technikbezogenen Kompetenzerleben (H2b). Die Korrelation mit negativen Affekten gegenüber Technik fiel hingegen erwartungskonform aus ($r = .21$; H2c).

Entgegen unserer Erwartung (H3) zeigten sich in Bezug auf fluide Intelligenz signifikante schwache Zusammenhänge für alle TEiSel-Facetten ($r < |.23|$).

Die Zusammenhänge zwischen den TEiSel-Facetten und dem Geschlecht waren durchweg signifikant (H4). Männliche Personen zeigten eine höhere mittlere Testwertausprägung hinsichtlich der kognitiven technikbezogenen Selbstwahrnehmungen ($r = .12 - .31$) und des positiven Affekts gegenüber Technik ($r = .32$); weibliche Personen berichten im Mittel einen stärker ausgeprägten negativen Affekt ($r = -.29$). Allerdings ist einzuschränken, dass unsere Daten die Annahme einer residualen („strikten“) Messinvarianz für Männer und Frauen nicht unterstützen (siehe ESM 6). Das heißt, die gefundenen Merkmalsunterschiede zwischen den Geschlechtern könnten auch auf Eigenschaften der Items zurückzuführen sein.

Umgang mit technischen Geräten

Mit Blick auf das Explorationsverhalten (H5a) fand sich – entgegen den Erwartungen – für die Explorationsintensität lediglich ein signifikanter Zusammenhang mit positiveren Einstellungen gegenüber Technik ($r = .12$). Die Zusammenhänge zwischen den TEiSel-Facetten und der Explorationsvollständigkeit entsprachen jedoch weitgehend den Erwartungen, lediglich positiver Affekt war nicht signifikant mit Vollständigkeit korreliert.

Die Zusammenhänge mit der Steuerungsleistung beim technischen Problemlösen waren erwartungskonform (H5b), auch wenn die Effekte nur gering ausfielen. Personen waren bei der zielgerichteten Anwendung von Bedienhandlungen umso erfolgreicher, je positiver ihr allgemeines Bild von Technik war ($r = .18$), je kompetenter und selbstwirksamer sie sich im Umgang mit Technik einschätzten (beide $r = .23$) und je positiver ihre Gefühle gegenüber Technik waren ($r = .17$). Fähigkeiten im zielgerichteten Steuern von Alltagstechnik fielen für Personen mit negativeren Gefühlen gegenüber Technik signifikant geringer aus ($r = -.21$).

Tabelle 3 fasst die Ergebnisse der explorativen Regressionsanalysen zusammen (Einzelanalysen siehe ESM 5). Sowohl die Explorationsintensität als auch die Explorationsvollständigkeit wurden im Baseline-Modell lediglich durch Intelligenz erklärt ($\beta = .32$ bzw. $\beta = .45$). Der Einschluss der TEiSel-Facetten konnte über die anderen Personenmerkmale hinaus keinen statistisch bedeutsamen, erklärenden Beitrag leisten. Die Steuerungsleistung als zielgerichtete Anwendung von Bedienwissen im Umgang mit Alltagstechnik wurde im Baseline-Modell ebenfalls durch Intelligenz ($\beta = .28$) und zusätzlich durch die Explorationsvollständigkeit ($\beta = .50$) vorhergesagt. Bei Hinzunahme jeweils einer TEiSel-Facetten erhöhte sich die aufgeklärte Varianz nur unwesentlich (1–2 Prozentpunkte) und lediglich technikbezogenes Kompetenzerleben sowie TSWE erwiesen sich als signifikante Prädiktoren der Steuerungsleistung. Durch die Hinzunahme aller fünf TEiSel-Facetten gleichzeitig erhöhte sich der Anteil aufgeklärter Varianz an der Steuerungsleistung um drei Prozentpunkte, wobei nur das technikbezogene Kompetenzerleben ein statistisch bedeutsamer Prädiktor war ($\beta = .72$). Die Höhe des Regressionskoeffizienten geht hierbei vermutlich auf ein Multikollinearitätsproblem zurück, das sich aus den hohen Interkorrelationen der TEi-

Tabelle 2. Korrelationen der manifesten Personenvariablen (*p*-Werte in Klammern darunter)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
(1) Einstellung gegenüber Technik	–										
(2) Techn. Kompetenzerleben	.43 (<i><.001</i>)	–									
(3) Techn. SWE	.43 (<i><.001</i>)	.99 (<i><.001</i>)	–								
(4) Positiver Affekt	.50 (<i><.001</i>)	.83 (<i><.001</i>)	.79 (<i><.001</i>)	–							
(5) Negativer Affekt	-.40 (<i><.001</i>)	-.85 (<i><.001</i>)	-.87 (<i><.001</i>)	-.64 (<i><.001</i>)	–						
(6) Allg. SWE	.21 (<i><.001</i>)	.30 (<i><.001</i>)	.32 (<i><.001</i>)	.18 (.003)	-.34 (<i><.001</i>)	–					
(7) Ext. Kontrollüberzeugungen	-.07 (.201)	-.08 (.194)	-.12 (.043)	.07 (.219)	.21 (<i><.001</i>)	-.41 (<i><.001</i>)	–				
(8) Intelligenz	.17 (.003)	.21 (<i><.001</i>)	.23 (<i><.001</i>)	.16 (.005)	-.22 (<i><.001</i>)	.05 (.365)	.04 (.461)	–			
(9) Geschlecht	.12 (.036)	.31 (<i><.001</i>)	.30 (<i><.001</i>)	.32 (<i><.001</i>)	-.29 (<i><.001</i>)	.22 (<i><.001</i>)	-.06 (.280)	.11 (.050)	–		
(10) TPL Explorationsintensität	.12 (.043)	.06 (.325)	.06 (.318)	.07 (.259)	-.05 (.367)	-.04 (.482)	-.03 (.596)	.31 (<i><.001</i>)	.08 (.178)	–	
(11) TPL Explorationsvollständigkeit	.15 (.010)	.12 (.047)	.12 (.043)	.10 (.100)	-.14 (.020)	-.01 (.860)	-.03 (.594)	.45 (<i><.001</i>)	.12 (.048)	.78 (<i><.001</i>)	–
(12) TPL Steuerungsleistung	.18 (.002)	.23 (<i><.001</i>)	.23 (<i><.001</i>)	.17 (.003)	-.21 (<i><.001</i>)	.04 (.476)	-.02 (.800)	.49 (<i><.001</i>)	.12 (.033)	.43 (<i><.001</i>)	.59 (<i><.001</i>)

Anmerkungen: Statistisch signifikante Ergebnisse sind fett gedruckt. SWE = Selbstwirksamkeitserwartungen. TPL = technisches Problemlösen.

Sel-Facetten ergibt; dafür spricht auch, dass der Koeffizient im Modell mit technikbezogenem Kompetenzerleben ohne die übrigen TEiSel-Facetten wesentlich geringer ausfällt ($\beta = .13$). Zudem deuten die im Vergleich zum Gesamtmodell gedrehten Effektrichtungen der TSWE ($\beta = -.46$ vs. $\beta = .11$) und der affektiven Selbstwahrnehmungen ($\beta = -.14$ vs. $\beta = .08$) potentielle Suppressionseffekte an.

Diskussion

Ziel dieser Studie war die Entwicklung und erste empirische Prüfung einer Kurzskaala zur Erfassung technikbezogener Einstellungen und Selbstwahrnehmungen im Kontext von Technik. Es wurden Items zu allgemeinen Einstellungen gegenüber Technik sowie zu zwei kognitiven (technikbezogenes Kompetenzerleben und TSWE) und zwei affektiven Facetten (positiver und negativer Affekt gegenüber Technik) formuliert. Zur Validierung der Interpretation der Testwerte wurden die interne Struktur des entwickelten Instruments und Teile des nomologischen Netzwerks der erfassten Einstellungen und Selbstwahrnehmungen untersucht sowie exploriert, inwiefern sie konkretes Verhalten im Umgang mit Technik neben

anderen Variablen präzisieren. Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass die Fragebogenentwicklung nur zum Teil gelungen ist.

Interne Struktur

Die angenommenen fünf Faktoren ließen sich zwar empirisch abbilden, es zeigten sich aber grundlegende Probleme in der Abgrenzbarkeit einzelner Faktoren. Die hohe latente Korrelation zwischen dem Kompetenzerleben und TSWE führt zu der Frage, ob zukünftig nur eine Facette im Sinne der Testökonomie inkludiert werden sollte. Dafür spricht, dass Zusammenhänge der beiden Facetten mit Drittvariablen sehr ähnlich ausfielen und empirische Studien zeigen, dass verallgemeinerte Selbstwirksamkeit, Ergebniserwartung und Selbstkonzept kaum empirisch trennbar sind (Marsh et al., 2019). Alternativ könnten Modelle mit Faktoren zweiter Ordnung exploriert werden, die Gemeinsamkeiten der Facetten (z.B. kognitive Selbstwahrnehmungen) berücksichtigen, wobei die theoretische Begründung solcher übergeordneter Faktoren grundlegend zu eruieren ist. Daneben könnten auch Mängel auf Seiten des Instruments eine Rolle spielen. Sofern das technikbezogene Kompetenzerleben und TSWE weiterhin abgegrenzt werden sollen, müssen die jeweiligen Itemwort-

Tabelle 3. Ergebnisse der Regressionsanalysen

	Explorationsintensität			Explorationsvollständigkeit			Steuerungsleistung					
	Baseline-Modell		Gesamtmodell	Baseline-Modell		Gesamtmodell	Baseline-Modell		Einzelanalysen ¹	Gesamtmodell ²		
	β	p	β	p	β	p	β	p	β	p		
Allgemeine SWE	-11	.091	-11	.093	-08	.154	-10	.108	.02	.667	.01	.802
Kontrollüberzeugungen	-08	.170	-10	.134	-08	.166	-08	.195	.00	.976	.01	.770
Intelligenz	.32	<.001	.31	<.001	.45	<.001	.44	<.001	.28	<.001	.27	<.001
Geschlecht (männlich)	.06	.289	.06	.296	.08	.150	.08	.182	.03	.469	.01	.771
Explorationsintensität									-.05	.484	.04	.536
Explorationsvollständigkeit									.50	<.001	.49	<.001
Einstellung Technik			.09	.160			.10	.119	.05	.249	.04	.448
Technikbez. Kompetenz			.19	.637			.37	.334	.13	.010	.72	.028
Technikbez. SWE			-.20	.606			-.41	.265	.11	.022	-.46	.143
Positiver Affekt			.00	.993			-.06	.608	.08	.107	-.14	.145
Negativer Affekt			.04	.706			-.07	.523	-.09	.086	.05	.567
$F(df_1, df_2)$		9.0		4.3		19.5		9.1		34.1		19.9
R^2	.11		.12		.21		.22		.41		.44	

Anmerkungen: Statistisch signifikante Ergebnisse sind fett gedruckt. SWE = Selbstwirksamkeitserwartungen. ¹ Ergebniskoeffizienten aus insgesamt fünf Einzelanalysen. Jede Analyse enthält jeweils alle Prädiktoren aus dem Baseline-Modell plus eine der TEISel-Facetten. ² Ergebniskoeffizienten des Gesamtmodells mit allen Prädiktoren aus dem Baseline-Modell plus allen fünf TEISel-Facetten im gleichen Modell.

laute geschärft werden, zum Beispiel indem Items des technikbezogenen Kompetenzerlebens einen deutlichen Fähigkeitsvergleich thematisieren (d. h. Vergleiche mit anderen Personen oder mit eigenem Handeln in früheren Situationen) und TSWE-bezogene Items stärker Erwartungen von Verhaltenskonsequenzen adressieren (siehe Bong & Skaalvik, 2003; Marsh et al., 2019).

Die anderen Korrelationen der Einstellung und Selbstwahrnehmungen untereinander sind insgesamt plausibel, aber deuten ebenso substanzielle Überarbeitungsbedarfe der Items an. Bemerkenswert ist, dass das Fornell-Larcker-Kriterium nur für die Einstellungsfacetten erfüllt war und sich die geringsten Korrelationen zwischen ihr und den Selbstwahrnehmungsfacetten fanden (siehe ESM 3). Dennoch lud die Mehrheit der Items nur schwach auf den Einstellungsfaktor, was auf eine mehrfaktorielle Struktur hindeuten könnte. Die Befundlage kann dennoch als empirischer Beleg dafür gewertet werden, dass allgemeine Einstellungskonstrukte von Selbstwahrnehmungen abgegrenzt werden sollten (im Gegensatz dazu, siehe Adenstedt, 2016; Vincent & Janneck, 2012).

Nomologisches Netzwerk des TEiSel

Die Beziehungen der TEiSel-Facetten mit anderen Konstrukten erfüllten unsere Erwartungen ebenfalls nur zum Teil. Hinsichtlich allgemeiner Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen zeigten sich erwartungskonform moderate Zusammenhänge allgemeiner SWE mit den technikbezogenen kognitiven Selbstwahrnehmungen sowie externaler Kontrollüberzeugungen mit negativen Affekten gegenüber Technik. Beide Befunde sprechen für konzeptuelle Gemeinsamkeiten der jeweiligen Konstrukte. Die Kontextspezifität der TEiSel-Facetten drückt sich darüber hinaus in ihren Zusammenhängen mit der Steuerungsleistung beim technischen Problemlösen aus, wobei keine Zusammenhänge zwischen der Steuerungsleistung und allgemeinen Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen beobachtet werden konnten (vgl. Stemmann, 2016). Unerwartet war, dass sich die beiden Korrelationen der externalen Kontrollüberzeugungen und den technikbezogenen kognitiven Selbstwahrnehmungen hinsichtlich ihrer statistischen Bedeutsamkeit unterschieden. Bevor dieser Befund jedoch sinnvoll interpretiert werden kann, sollte er zunächst mit einer TEiSel-Version, die zwischen dem technikbezogenen Kompetenzerleben und TSWE differenzieren kann, repliziert werden.

Unerwartet waren auch die Befunde hinsichtlich Intelligenz. Intelligenz steht in bisherigen Studien eher mit generalisierten Selbstkonstrukten in Verbindung (vgl. Eckert et al., 2006) und weniger mit technikspezifischen Einstellungen und Selbstwahrnehmungen (vgl. Neyer et al.,

2012; Stemmann, 2016). Unsere Ergebnisse sind dazu gegenläufig. Die beobachteten Zusammenhänge der TEiSel-Facetten mit Intelligenz gehen dabei auch nicht auf die Drittvariable Geschlecht zurück, wie weitere post-hoc Analysen zeigen (siehe ESM 7). Wir schätzen diese Ergebnisse dennoch nicht als gefährdend für die Interpretation der TEiSel-Testwerte ein. Vielmehr lassen sie vermuten, dass Intelligenz über bestimmte Handlungsergebnisse, deren Reflektion zur Entwicklung von Einstellungen und Selbstwahrnehmungen beiträgt, indirekt Einfluss auf diese nimmt, auch wenn dies im Kontext von Technik in bisherigen Studien nicht gezeigt werden konnte. Zukünftige Untersuchungen sollten auch andere Intelligenzfacetten in den Blick nehmen, beispielsweise kristalline Intelligenz, die sich insbesondere in Form von Faktenwissen über Technik indirekt in positiveren technikbezogenen Einstellungen und Selbstwahrnehmungen ausdrücken könnte.

Die beobachteten geschlechtsspezifischen Unterschiede fielen vergleichbar mit denen bisheriger Studien aus (Adenstedt, 2016; Guedel, 2014). Allerdings schränken unsere Befunde zur Messinvarianz der TEiSel-Facetten die Vergleichbarkeit erheblich ein (siehe ESM 6). Hervorzuheben sind hier Schätzprobleme der latenten Kovarianzmatrix in der Gruppe männlicher Probanden. Während dieser Umstand gegen eine konfigurale Invarianz sprechen kann (was bedeuten würde, dass für Männer und Frauen unterschiedliche Messmodelle angenommen werden müssen), könnte er auch der geringen Größe dieser Teilstichprobe geschuldet sein. In beiden Fällen könnten Merkmalsunterschiede somit auf Skaleneigenschaften zurückzuführen sein. Bisherige Studien zu Geschlechterunterschieden in technischen Kontexten haben bisher kaum Invarianzanalysen durchgeführt. Da die TEiSel-Items Abwandlungen von Items aus anderen Skalen sind, stellt sich die Frage, ob das Ausmaß von geschlechtsspezifischen Unterschieden möglicherweise einer Verzerrung unterliegt. Um diese Frage zu klären, sollten künftige Studien Messinvarianz thematisieren und bei der Probandenrekrutierung auf hinreichend große Teilstichproben achten. Für das TEiSel-Instrument ist diesbezüglich eine Weiterentwicklung notwendig, beispielsweise indem Gründe für unterschiedliche Antwortprozesse über Interviews mit den jeweiligen Zielgruppen näher beleuchtet werden.

Beziehungen zum technischen Handeln

Nicht zuletzt decken sich unsere Ergebnisse ebenfalls nur teilweise mit bisherigen Befunden zur Nutzung von Technik. Obwohl bisherige Studien überwiegend Selbstauskunftsinstrumente zur Erfassung des Nutzungsverhalten einsetzten, wodurch entsprechende Zusammenhänge

aufgrund gleicher Erhebungsmethoden höher ausfallen könnten, lässt sich der gefundene Zusammenhang zwischen dem technikbezogenen Kompetenzerleben und der tatsächlichen Performanz im Umgang mit technischen Systemen von $r = .23$ in der bisherigen Forschungslandschaft einordnen. So berichten Neyer et al. (2012) Zusammenhänge zwischen Technikkompetenzüberzeugungen und der (selbstberichteten) Häufigkeit der Techniknutzung von $r = .37$ und der Anzahl genutzter technischer Geräte in den letzten drei Monaten von $r = .17$. In anderen Studien fallen solche Zusammenhänge oft höher aus (z. B. Czaja et al., 2006). Der Vergleich mit Studien, die tatsächliches Nutzungsverhalten untersuchten, ist hingegen schwierig, da die Befunde zum einen sehr heterogen sind (hoher Zusammenhang von $r = .58$ zwischen der eigenen Kompetenzeinschätzung und dem Umgang mit PDA-Geräten bei Arning & Ziefle, 2007, vs. keine Zusammenhänge zwischen technikbezogenen Einstellungen und dem Umgang mit Technik bei Schmidt, 2017) und zum anderen sehr spezifische Personengruppen untersuchen (z. B. Senior_innen, kognitiv beeinträchtigte Personen). Bemerkenswert ist, dass unsere Daten Zusammenhänge zwischen kognitiven Selbstwahrnehmungen und dem zielgerichteten Umgang mit Alltagstechnik nahelegen, die über Intelligenz und Explorationsverhalten hinaus gehen. Um konkrete Schlussfolgerungen zur Theorieentwicklung und praktischen Anwendbarkeit ziehen zu können, sollten Replizierbarkeit und Effektstabilität dieses Befunds allerdings zunächst geprüft werden.

Mit Blick auf explorierende Verhaltensweisen fanden wir unerwarteterweise keine, beziehungsweise nur sehr schwache Zusammenhänge mit den TEiSel-Facetten. Zur Einordnung dieser Befunde können wir auch lediglich eine Studie zum Tinkering, also dem Ausprobieren im Kontext des Programmierens, heranziehen (Beckwith et al., 2006), welche positive Zusammenhänge zwischen der Häufigkeit des Ausprobierens und SWE identifizierte. Insgesamt bleibt festzuhalten, dass es noch zu wenige Studien gibt, die die Wirkung von Einstellungen und Selbstwahrnehmungen auf beobachtbares Verhalten im Umgang mit technischen Problemen untersuchen.

Resümee, Limitationen und Ausblick

Die vorgestellte Skala TEiSel wurde mit dem Ziel entwickelt, möglichst ökonomisch verschiedene Selbstwahrnehmungen und Einstellungen im Kontext von Technik zu erfassen, und bietet in diesem Rahmen eine systematische und erweiterungsfähige Differenzierung an.

Nichtsdestotrotz bestehen Limitationen. Zu nennen sind zunächst die geringe interne Konsistenz der Einstellungsfacette ($\alpha = .66$) und ihre substanziellen Defizite auf

Indikatorebene. Die korrelative Natur unserer Daten schränkt zudem eine gerichtete Interpretation von Zusammenhängen deutlich ein und die Kollinearität der TEiSel-Facetten erschwert eine gemeinsame Analyse (siehe ESM 5). Hervorzuheben ist auch, dass wir die Performanz von Personen im Umgang mit alltagstechnischen Geräten durch einen computerbasierten Leistungstest erfasst haben, der technische Geräte lediglich simulieren konnte. In realen Situationen werden Explorations- und Steuerungsphasen (bzw. Phasen des Wissenserwerbs und der Wissensanwendung) zudem in der Regel nicht differenziert. Dennoch stellt der computerbasierte Leistungstest ein ökonomisches Mittel dar, potentielle Handlungsweisen im Umgang mit Technik zu untersuchen. Zukünftige Forschung könnte hier berücksichtigen, wie Personen Wissen über technische Systeme erwerben (z. B. durch schriftliche und/oder mündliche Instruktionen wie Bedienungsanleitung, Tutorials etc.) und wie dieser Erwerb durch Einstellungen, Selbstwahrnehmungen und andere relevante Personenvariablen (z. B. Alter) beeinflusst wird.

Weitere Limitationen ergeben sich aus der gewählten Studierendenstichprobe. Als Gelegenheitsstichprobe kann sie keinen Anspruch auf Repräsentativität erheben. Die Studierenden hatten sich auf einen Testaufruf gemeldet, der eine dreistündige Testdauer und die Möglichkeit einer Belohnung (Gutschein) ankündigte. Es ist denkbar, dass sich vorwiegend Personen meldeten, die Spaß an kognitiven Herausforderungen haben oder vor allem extrinsisch motiviert waren. Die Stichprobe umfasste zudem einen erheblich größeren Anteil weiblicher Personen. Obwohl sich das TEiSel-Instrument nicht exklusiv an Studierende richtet, können unsere Befunde nicht auf Personen außerhalb dieser Gruppe generalisiert werden, da sich Studierende hinsichtlich ihrer kognitiven Fähigkeiten, ihres Alters (hierzu auch ESM 6) und anderen Variablen von anderen Personengruppen unterscheiden. Prinzipiell handelt es sich um eine sogenannte W.E.I.R.D.-Stichprobe (western, educated, industrialized, rich and democratic; Henrich, Heine & Norenzayan, 2010), die nur einen kleinen Teil der Population, die mit technischen Alltagsgeräten umgeht, darstellt. Die Repräsentativität der Stichprobe sollte daher in weiteren Arbeiten durch eine sukzessive Aufhebung solcher impliziten Selektionskriterien erhöht werden.

Trotz der identifizierten Schwächen und Weiterentwicklungsbedarfe sehen wir das TEiSel-Instrument als eine wichtige Entwicklung im Bereich der Diagnostik von technikbezogenen Einstellungen und Selbstwahrnehmungen und für die Erklärung individueller Unterschiede in technikbezogenen Situationen an. Eine Anwendung für andere Gruppen halten wir für möglich und wünschenswert, raten aber zu einer vorherigen empirischen Prüfung.

Elektronische Supplemente (ESM)

Die elektronischen Supplemente sind mit der Online-Version dieses Artikels verfügbar unter <https://doi.org/10.1026/0012-1924/a000323>

ESM 1. Skalen und Items des TEiSel.

ESM 2. TPL-Test und Skalierung.

ESM 3. Psychometrische Analysen.

ESM 4. Untersuchungsergebnisse nach 4-Faktoren-Lösung.

ESM 5. Korrelationen und ergänzende Regressionsanalysen.

ESM 6. Messinvarianzanalysen.

ESM 7. Zusatzanalysen.

Literatur

- Acatech & VDI (Hrsg.). (2009). *Ergebnisbericht Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften*. München. Verfügbar unter: <http://www.acatech.de/publikation/ergebnisbericht-nachwuchsbarometer-technikwissenschaften/download-pdf?lang=de>
- Adenstedt, V. (2016). Erhebung des technischen Selbstkonzeptes von Grundschulkindern. *Journal of Technical Education (JO-TED)*, 4(2), 63–86. <https://doi.org/10.48513/joted.v4i2.79>
- Arling, K. & Ziefle, M. (2007). Understanding age differences in PDA acceptance and performance. *Computers in Human Behavior*, 23(6), 2904–2927. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2006.06.005>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Beckwith, L., Kissinger, C., Burnett, M., Wiedenbeck, S., Lawrence, J., Blackwell, A. et al. (2006). Tinkering and gender in end-user programmers' debugging. In R. Grinter, T. Rodden, P. Aoki, E. Cutrell, R. Jeffries & G. Olson (Eds.), *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems* (pp. 231–240). New York, NY, USA: ACM.
- Beier, G. (2004). *Kontrollüberzeugungen im Umgang mit Technik: ein Persönlichkeitsmerkmal mit Relevanz für die Gestaltung technischer Systeme*. Dissertation. Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin. Verfügbar unter: <https://d-nb.info/970224710/04>
- Beierlein, C. (2011). *Geschlechtsunterschiede in Motivation und Strategiesystematik beim selbstregulierten Erlernen eines Computerprogramms*. Dissertation. Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main. Verfügbar unter: <https://d-nb.info/1044772603/34>
- Bem, D. J. (1972). Constructing cross-situational consistencies in behavior: Some thoughts on Alker's critique of Mischel. *Journal of Personality*, 40(1), 17–26. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1972.tb00645.x>
- Bong, M. & Skaalvik, E. M. (2003). Academic self-concept and self-efficacy: How different are they really? *Educational Psychology Review*, 15(1), 1–40. <https://doi.org/10.1023/A:1021302408382>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale: Erlbaum.
- Craven, R. G., Marsh, H. W. & Debus, R. L. (1991). Effects of internally focused feedback and attributional feedback on the enhancement of academic self-concept. *Journal of Educational Psychology*, 83(1), 17–27. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.83.1.17>
- Czaja, S. J., Charness, N., Fisk, A. D., Hertzog, C., Nair, S. N., Rogers, W. A. et al. (2006). Factors predicting the use of technology: Findings from the Center for Research and Education on Aging and Technology Enhancement (CREATE). *Psychology and Aging*, 21(2), 333–352. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.21.2.333>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13, 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Eckert, C., Schilling, D. & Stiensmeier-Pelster, J. (2006). Einfluss des Fähigkeitsselfkonzeptes auf die Intelligenz- und Konzentrationsleistung. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20(1/2), 41–48. <https://doi.org/10.1024/1010-0652.20.1.2.41>
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39–50. <https://doi.org/10.2307/3151312>
- Guedel, K. (2014). *Technikaffinität von Mädchen und Jungen der Sekundarstufe I*. Dissertation. Université de Genève, Genève. <http://doi.org/10.13097/archive-ouverte/unige:41471>
- Henrich, J., Heine, S. J. & Norenzayan, A. (2010). Most people are not WEIRD. *nature*, 466(1), 29. <https://doi.org/10.1038/466029a>
- Jakobs, E.-M., Lehnen, K. & Ziefle, M. (2008). *Alter und Technik. Studie zu Technikkonzepten, Techniknutzung und Technikbewertung älterer Menschen* (Sprach- und Kommunikationswissenschaft – Forschungsstudie). Aachen: Apprimus.
- Karrer, K., Glaser, C., Clemens, C. & Bruder, C. (2009). Technikaffinität erfassen – der Fragebogen TA-EG. In Zentrum Mensch-Maschine-Systeme (Hrsg.), *Tagungsband 8. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme* (S. 194–199). Verfügbar unter: <http://www.zmms.tu-berlin.de/fileadmin/f25/dokumente/8BWMMS/13.3-Karrer.pdf>
- Kopietz, R. & Echterhoff, G. (2016). Einstellungen. In H.-W. Bierhoff & D. Frey (Hrsg.), *Soziale Motive und soziale Einstellungen* (Enzyklopädie der Psychologie, Serie Sozialpsychologie, Band 2, 1. Auflage, S. 581–616). Göttingen: Hogrefe.
- Krampen, G. (1991). *Fragebogen zu Kompetenz- und Kontrollüberzeugungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Mammes, I. (2001). *Förderung des Interesses an Technik. Eine Untersuchung zum Einfluss technischen Sachunterrichts auf die Verringerung von Geschlechterdifferenzen im technischen Interesse*. Frankfurt am Main: Lang.
- Marcoulides, G. A. (1989). Measuring computer anxiety: The Computer Anxiety Scale. *Educational and Psychological Measurement*, 49(3), 733–739.
- Marsh, H. W., Pekrun, R., Parker, P. D., Murayama, K., Guo, J., Dicke, T. et al. (2019). The murky distinction between self-concept and self-efficacy: Beware of lurking jingle-jangle fallacies. *Journal of Educational Psychology*, 111(2), 331–353. <https://doi.org/10.1037/edu0000281>
- Müller, O. (2002). *Entwicklung und Förderung des Selbstkonzepts*. Aarau: Sauerländer.
- Murphy, C. A., Coover, D. & Owen, S. V. (1989). Development and validation of the computer self-efficacy scale. *Educational and Psychological Measurement*, 49(4), 893–899.
- Neyer, F. J., Felber, J. & Gebhardt, C. (2012). Entwicklung und Validierung einer Kurzskala zur Erfassung von Technikbereitschaft. *Diagnostica*, 58(2), 87–99. <https://doi.org/10.1026/0012-1924/a000067>
- Pottharst, B. (2021). *Generation, Ungleichheit, Technik. Technikkompetenz im höheren Lebensalter*. Dissertation. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-38736-5>
- Richter, T., Naumann, J. & Horz, H. (2010). Eine revidierte Fassung des Inventars zur Computerbildung (INCOBI-R). *Zeitschrift für*

- Pädagogische Psychologie*, 24, 23–37. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000002>
- Schmidt, L. (2017). *Technikhandhabung im höheren Alter: Zur Rolle von kognitiver Leistungsfähigkeit, Technikeinstellung und Technikerfahrung*. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-16161-3>
- Shavelson, R. J., Hubner, J. J. & Stanton, G. C. (1976). Self-concept: Validation of construct interpretations. *Review of Educational Research*, 46(3), 407–441. <https://doi.org/10.2307/1170010>
- Siepmann, D. (2016). Industrie 4.0 – Grundlagen und Gesamtzusammenhang. In A. Roth (Hrsg.), *Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0. Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis* (S. 17–34). Berlin: Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-662-48505-7_2
- Skowronek, M., Schuchardt, K. & Mähler, C. (2018). Die Entwicklung von Kindern mit umfassenden Lernschwierigkeiten im Verlauf der Grundschuljahre – Schulleistungen, Arbeitsgedächtnis, phonologische Informationsverarbeitung und Selbstkonzept. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 32(4), 223–236. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000228>
- Stemmann, J. (2016). *Technische Problemlösekompetenz im Alltag – theoretische Entwicklung und empirische Prüfung des Kompetenzkonstruktes Problemlösen im Umgang mit technischen Geräten*. Dissertation. Universität Duisburg-Essen, Essen. Verfügbar unter: [urn:nbn:de:hbz:464-20170118-094621-6](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:464-20170118-094621-6)
- Vincent, S. & Janneck, M. (2012). Das Technikbezogene Selbstkonzept von Frauen und Männern in technischen Berufsfeldern: Modell und empirische Anwendung. *Psychologie des Alltagshandelns*, 5(1), 53–67. <https://doi.org/10.15203/1998-9970-5-1-05>
- Weiß, R. H. (2006). *CFT 20-R: Grundintelligenztest Skala 2* (Revision). Göttingen: Hogrefe.

Historie

Onlineveröffentlichung: 18.09.2023

Danksagung

Wir danken dem Science Support Center (SSC) sowie der Forschungskommission und Hochschulleitung der Universität Duisburg-Essen für die finanzielle Unterstützung dieser Forschung.

Ethische Richtlinien

Alle Studienteilnehmende wurden vor ihrer Teilnahme über die Projektziele, die Freiwilligkeit ihrer Teilnahme und die Datenverarbeitungsvorgänge aufgeklärt. Die Informierung der Teilnehmenden und die Datenverarbeitung erfolgte entsprechend der Rechtsnormen der DSGVO.

Autorenschaften

Carolin Hahnel und Jennifer Stemmann teilen sich die Erstautorenschaft.

Dr. Carolin Hahnel ist auch unter carolin.hahnel@rub.de erreichbar.

Förderung

Open-Access-Veröffentlichung ermöglicht durch DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation.

ORCID

Carolin Hahnel

 <https://orcid.org/0000-0003-2394-3944>

Jennifer Stemmann

 <https://orcid.org/0000-0002-9105-579X>

Dr. Carolin Hahnel

DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Rostocker Straße 6
60323 Frankfurt am Main
Deutschland
c.hahnel@dipf.de