

JENNIFER STEMMANN (Universität Duisburg-Essen)

**Gendergerechte Technik – eine Herausforderung für das Lernen in
einer digitalen Welt?**

Herausgeber

BERND ZINN

RALF TENBERG

DANIEL PITTICH

Journal of Technical Education (JOTED)

ISSN 2198-0306

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

JENNIFER STEMMANN

Gendergerechte Technik – eine Herausforderung für das Lernen in einer digitalen Welt?

ZUSAMMENFASSUNG: Eine fortschreitende Digitalisierung führt dazu, dass Personen mit immer mehr Programmen und Bedienoberflächen interagieren müssen. Ob die Gestaltung dieser User-Interface-Schnittstellen Nutzerinnen benachteiligen ist Inhalt dieses Beitrages. Dabei wird gezeigt, dass es tatsächlich einen Gendereffekt in der Steuerung technischer Systeme gibt, dieser aber nur zu einem kleinen Teil durch Intelligenz und nicht durch Selbstwirksamkeitserwartungen erklärt werden kann. Die Wirkung von Systemmerkmalen auf die Schwierigkeit im Umgang mit technischen Systemen ist für beide Geschlechter dieselbe.

Schlüsselwörter: digitalisierte Alltagstechnik, Gender, Problemlösen, Selbstwirksamkeit, Kognition

Gender-friendly technology - a challenge for learning in a digital world?

ABSTRACT: Increasing digitization is causing people to interact with more and more programs and user interfaces. Whether the design of these user interfaces disadvantage females is the content of this article. It is shown that there is indeed a gender effect in the control of technical systems, but this can be explained only to a small extent by intelligence and not by self-efficacy expectations. The effect of system features on the difficulty of using technical systems is the same for both sexes.

Keywords: digitized technology, gender, problem solving, self-efficacy, cognition

1 Problemlösen in einer digitalen Welt

In der Debatte um eine Bildung in der digitalen Welt werden häufig besonders Potenziale von digitalen Medien für das Lehren und Lernen hervorgehoben. So soll die Einbindung authentischer Materialien, virtueller Lernspiele und komplexer Simulationen spielerisches Lernen ermöglichen und damit die Motivation der Lernenden fördern (Apel & Apt 2016). In Abgrenzung zu dem Begriff E-Learning, der die Nutzung von digitalen Medien im konkreten Lehr- und Lernkontext beschreibt, umfasst die Digitalisierung der Bildung den gesamten Bildungsprozess (Kerres 2016). Die fortschreitende Digitalisierung hat im Studienalltag bereits konkrete Auswirkungen: Einschreibungen und Rückmeldungen erfolgen über entsprechende Internetportale, Informationen über Lehrveranstaltungen, Prüfungen und erbrachte Leistungen können online eingesehen, Lernmaterialien heruntergeladen und Studienarbeiten hochgeladen werden (van Ackeren 2018).

Ein besonders oft rezipiertes Argument für weitere Investitionsbemühungen in die Digitalisierung von Bildungsprozessen sei das Potenzial die Vielfalt der Lernenden zu berücksichtigen (Apel & Apt 2016). Allerdings führt die Digitalisierung insgesamt dazu, dass die Beteiligten mit immer mehr Programmen und Bedienoberflächen interagieren müssen, um ihre Arbeit abzuwickeln, ihren Informationsbedarf zu decken oder ihre Kompetenzen zu erweitern (Marsden & Kempf 2014). Mit dem Einsatz digitaler Medien mehr Chancengleichheit zu schaffen, ist nur möglich, wenn die technischen Systeme selbst wenig Aufmerksamkeit beanspruchen. Diesbezüglich fordern ganzheitliche Produktmanagementansätze, die Nutzungsphase bereits in die Entwicklung einzubeziehen. Bislang wird diese Forderung nur unzureichend berücksichtigt, im Gegenteil: Durch das immer einfacher werdende Erstellen von Bedienoberflächen, sind damit zunehmend Personen beauftragt, die über entsprechende technische Kenntnisse, nicht aber über die notwendigen Kompetenzen in kognitionspsychologischen Grundlagen der Mediengestaltung verfügen. In der Regel wird von einer vereinheitlichten Gruppe von Nutzenden ausgegangen, von denen erwartet wird, dass sie sich der Technik anpassen (Zühlke 2005).

Aus diesem Grund führt die Interaktion mit Benutzeroberflächen, die nicht bereits in Alltagsroutinen eingebunden sind, häufig zu einem Problem. Dessen Lösung verlangt von der techniknutzenden Person zunächst Wissen über das jeweilige System zu erwerben. Fehlende oder mehrere hundert Seiten umfassende Instruktionstexte lassen dabei das eigenständige Ausprobieren (Explorieren) immer wichtiger werden (Tully 2003).

Dieser Technikaneignungsprozess gelingt nicht allen Benutzergruppen gleich gut. So postulieren Marsden & Kempf (2014), dass bei unprofessionell gestalteten Bedienoberflächen Frauen „größere Einbußen in Usability und User Experience hinnehmen müssen als Männer“. Mit dem Ziel Maßnahmen für die Umsetzung von Chancengleichheit und Diversity im allgemeinbildenden Technikunterricht zu entwickeln, widmet sich dieser Beitrag der Frage, inwieweit Geschlechtsdifferenzen im alltäglichen Technikumgang gegenwärtig noch bestehen und worauf diese gegebenenfalls zurückzuführen sind. Hierzu fasst der nächste Abschnitt zunächst den Stand der Forschung bezüglich vorhandener Geschlechtsdifferenzen im Kontext von Techniknutzung zusammen und beschreibt dann sowohl potenzielle personenbezogene als auch technikbezogene Einflussfaktoren.

2 Geschlechtsdifferenzen im Umgang mit (digitalisierter) Technik

Diskussionen um die Verschiedenheit der Geschlechter werden bereits seit langem geführt. Im Kontext von Technik werden Geschlechtsdifferenzen dabei besonders stark hervorgehoben. Viele

Darstellungen beruhen allerdings nicht auf wissenschaftlich fundierten Analysen und sorgen damit für den Fortbestand von bestehenden Stereotypen. Die Forschung zum unterschiedlichen Umgang mit Technik der Geschlechter beschränkt sich in den letzten Jahren vor allem auf das Artefakt Computer. Im Rahmen seiner durchgeführten Metaanalyse kommt Whitley (1997) zu dem Ergebnis, dass Frauen ein geringeres Vorwissen bezüglich Computer aufweisen ($d = .21$) und dem Computer negativer gegenüber eingestellt sind ($d = .33$) als Männer. Das Alter der Studie und die geringe Höhe der dort gefundenen Geschlechtsdifferenzen lässt die Vermutung zu, dass neuere Studien einen derartigen *gender gap* (Jackson et al. 2001) nicht mehr zeigen. Diese Vermutung lässt sich jedoch nicht bestätigen. In einer Untersuchung mit 451 Studierenden wirtschaftswissenschaftlicher Fächer zeigen Richter, Naumann & Horz (2001) dass es Geschlechtsunterschiede in allen untersuchten Variablen (Computer-Literacy, computerbezogene Einstellungen, Aspekte der Computer- und Internetnutzung) zugunsten der männlichen Probanden gibt. Weitere Studien decken zudem Geschlechtsunterschiede in der Leistung im Umgang mit Computern und Computeranwendungen auf. Wittmann & Hattrup (2004) entdeckten in drei verschiedenen Studien, in denen die Computersimulation *Schneiderwerkstatt* eingesetzt wurde, Geschlechtseffekte ($d = .70$). Die geringere Computererfahrung der Frauen konnte die niedrigere Leistung bei der Steuerung des Systems aber nicht vollständig erklären. Diesen Gendereffekt haben auch Wüstenberg et al. (2014) in ihrer Studie festgestellt, in der Computersimulationen zur Erfassung der Fähigkeit zum komplexen Problemlösen eingesetzt wurden. Auch in dem Erlernen realer Software zeigen männliche Personen oftmals eine bessere Performanz. Statistikaufgaben in einer Studie von Vollmeyer & Imhof (2007) wurden von den männlichen Probanden häufiger und auch schneller gelöst als von den Frauen ($d = 1.19$).

Bei der Ergründung dieser Leistungsunterschiede zeigt sich, dass Männer intensiver mit den Systemen interagieren als Frauen. Sie nutzen Programm-Menüs häufiger, navigieren mehr und die Anzahl der Mausklicks ist höher (Vollmeyer & Imhof 2007; Schaumburg 2004). Fehlende Informationen werden von ihnen aktiver und systematischer gesucht (Beierlein 2011; Wüstenberg et al. 2014). Dieses selbstbewusstere Explorationsverhalten zeigen männliche Probanden auch beim Programmieren (Beckwith et al. 2006). Weibliche Personen folgen eher den Anweisungen anderer Personen oder halten sich an schriftliche Instruktionen (ebd.).

Generell können Verhaltens- und Leistungsunterschiede im Umgang mit technischen Systemen auf der einen Seite auf Merkmale des Systems und der Situation und auf der anderen Seite auf individuelle Personenmerkmale zurückgeführt werden (Stemmann & Lang 2016a; Funke 1990). In der Geschlechterforschung werden für die Erklärung von Geschlechterunterschieden in den Personenmerkmalen Ansätze diskutiert, die zwischen biologischen und kulturellen Faktoren differenzieren (z. B. Collmer 1997) und solche, die von einer Interaktion dieser Faktoren ausgehen (Ruthsatz, Rahe et al. 2019).

Die folgenden Absätze stellen kognitive und motivationale Personenmerkmale vor, von denen ein Einfluss auf das unterschiedliche Verhalten der Geschlechter im Umgang mit Technik angenommen wird. Dabei wird angeführt, ob diese Merkmale biologisch oder sozial bedingt sind und wie sie sich ggf. gegenseitig beeinflussen. Abschnitt 2.3 geht der Frage nach, ob auch Merkmale des Systems einen Gendereffekt hervorrufen können. Dieser Ansatz wurde bislang im Zusammenhang mit Technikaneignungsprozessen noch wenig erforscht.

2.1. Kognitive Fähigkeiten

Unterschiede in den grundlegenden kognitiven Fähigkeiten der Geschlechter lassen sich häufig nur in ganz spezifischen Bereichen beobachten. Zu den als geschlechtsdifferent betrachteten Fähigkeiten zählen verbale, mathematische und räumlich-visuelle Fähigkeiten (Hausmann 2007). Zur Erklärung des unterschiedlichen Technikumgangs werden insbesondere die räumlich-visuellen Fähigkeiten herangezogen (Rüscher 2004). Hierzu zählen die räumliche Wahrnehmung, die räumliche Visualisierung und die mentale Rotation (Hyde & McKinley 1997). In ihrer Meta-Analyse zeigen Linn & Petersen (1985) für die räumliche Wahrnehmung eine Effektstärke von $d = .44$, für die räumliche Visualisierung $d = .13$ und für mentale Rotation $d = .73$ zugunsten männlicher Probanden. Als Ursachen für die relativen kognitiven Fähigkeitsunterschiede der Geschlechter werden sowohl biologische, d. h. erblich bedingte, als auch soziokulturelle Einflussfaktoren angenommen (Richardson 1997). Neben hirnstrukturellen Unterschieden zwischen Männern und Frauen sind es insbesondere geschlechtshormonelle Faktoren, von denen ein Einfluss auf kognitive Fähigkeiten angenommen werden kann.

Über dem Ansatz der erblichen Bedingtheit spezifischer kognitiver Fähigkeiten hinaus finden sich in der Literatur auch Forschungsvorhaben, die von einer Trainierbarkeit der visuell-räumlichen Fähigkeiten ausgehen (z. B. Maier 1999). So kann das Spielen von Videospiele einen positiven Einfluss auf die kognitiven Fähigkeiten haben (Sübrahmanyam & Greenfield 1994). Sozialisationsbedingt können sich geschlechtsspezifische Freizeitgestaltungen ausbilden, die in einem Zusammenhang mit kognitiven Fähigkeiten stehen (Rüscher 2004). Sozialisationseffekte zeigt auch die Studie von Steele (1997). Versuchspersonen strengen sich stärker bei Aufgaben an, die nicht im Widerspruch zur eigenen Geschlechterrolle stehen. Negative Stereotype können hingegen einen negativen Einfluss auf die entsprechenden Leistungen haben, wobei die Stereotypenaktivierung mit einer Änderung der Sexualhormone einhergeht (Hausmann 2007).

Im Gegensatz zu dem spezifischen Intelligenzfaktor *räumliches Vorstellungsvermögen* kann für die allgemeine Intelligenz kein Gendereffekt gezeigt werden. In einer Untersuchung mit 2200 Kindern konnten in den Ergebnissen aus dem Wechsler-Intelligenztest keine Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen nachgewiesen werden (Chen & Zhu 2008). Da die selbstständige Aneignung von Wissen neben kognitiven Fähigkeiten auch Motivation voraussetzt (Ausubel, Novak & Hanesian 1981), widmet sich der folgende Abschnitt motivationalen Konstrukten, die Differenzen im Lernprozess mit technischen Systemen erklären könnten.

2.2. Motivation als Prädiktor für den Umgang mit Alltagstechnik

Über Motivation ist bekannt, dass sie das Verhalten einer Person in einer Lern- oder Problemsituation beeinflusst, indem sie zu systematischerem Vorgehen sowie zur Reduzierung der Anstrengung beim Lernen führt und damit den Erwerb und die Anwendung von Wissen beeinflusst (Rheinberg, Vollmeyer & Lehnik 2000; Schoppek & Putz-Osterloh 2003). Die aktuelle Motivation setzt sich dabei zusammen aus den situativen Anregungen und den überdauernden Merkmalen (traits) einer Person (ebd.). In Bezug auf das Problemlösen beobachteten Ausubel, Novak & Hanesian (1981) bei erfolgreichen Problemlösern, dass ihre Einstellungen gegenüber dem Nachdenken positiver sind und dass sie gegenüber erfolglosen Problemlösern mehr Selbstvertrauen in die eigene Fähigkeit, Probleme zu lösen zeigen und sich durch Komplexität nicht so leicht entmutigen lassen. Zu den überdauernden Merkmalen einer Person, die Motivation

generieren können zählt das Selbstkonzept einer Person (Beierlein 2011). Hierunter versteht man das Bild, das eine Person von sich selbst hat, also

„(...) wie jemand sich selbst wahrnimmt, was er von sich erinnert, wie er über sich denkt, wie er sich bewertet, welche Gefühle er sich selbst gegenüber hat, was für Vorstellungen und Erwartungen er sich selbst gegenüber hegt, was er also will und was er vorhat usw.“ (Mummendey 2006).

Die Subdimension des Selbstkonzeptes, von der eine direkte Beeinflussung auf zukünftige Handlungssituationen ausgeht, ist das Konzept der Selbstwirksamkeitserwartung (Bandura 1977). Hierunter wird die subjektive Überzeugung verstanden, aufgrund der eigenen Kompetenz Anforderungen in Situationen erfolgreich bewältigen zu können, um ein gewünschtes Ziel zu erreichen (Beierlein et al. 2013; Jerusalem & Mittag 1999). Sie bezieht sich auf die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten, Handlungen erfolgreich planen und ausführen zu können in dem Sinne, ob sich eine Person in der Lage sieht, das zur Erreichung eines Ergebnisses erforderliche Verhalten zu zeigen (Mielke 1984). Eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung erhöht wiederum die Anstrengung und Ausdauer, d.h. die Motivation bei der Bewältigung neuer Aufgaben mit der Konsequenz einer größeren Erfolgswahrscheinlichkeit (Jerusalem & Mittag 1999) beim Problemlösen. Im Umgang mit Computern zeigt sich, dass eine höhere Selbstwirksamkeitserwartung mit effizienten Explorations- und Navigationsstrategien, einer höheren Persistenz beim Auftreten von Hindernissen, einer höheren intrinsischen Motivation sowie einer niedrigen Ängstlichkeit einhergeht (Compeau & Higgins 1995). Personen, mit einer hohen Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich des Umgangs mit Technik zeigen oftmals eine experimentierfreudige Herangehensweise an Technik (Hirsch 2002), während Personen mit einer geringeren Selbstwirksamkeitserwartung dazu neigen Anweisungen Schritt für Schritt zu folgen (Jones et al. 2000; Schaumburg 2004).

Im Kontext von Technik gibt es bereits viele Studien, die von Geschlechterdifferenzen in den Selbstwirksamkeitserwartungen und angrenzenden Konstrukten berichten. Während Beierlein (2011) von schwachen bis mittleren Effekten in den Skalen Interesse ($d = .22$), Erfolgswahrscheinlichkeit ($d = .61$), Misserfolgsbefürchtung ($d = -.34$) und Herausforderung ($d = -.26$) zugunsten männlicher Probanden berichten, sind die Effektstärken in einer Studie von Janneck, Vincent-Höper & Ehrhardt (2013) deutlich höher. Für die Selbstwirksamkeitserwartungen im Umgang mit Computern finden sich hier Unterschiede mit $d = .87$ zugunsten der Männer. Auch die Analysen von Guedel (2014) ergaben, dass Jungen über eine höhere technikspezifische Selbstwirksamkeitserwartung verfügen als Mädchen. Die größten Unterschiede bestehen dabei in den verwendeten Skalen «Technik nutzen und reparieren» ($d = 1.3$) sowie «Technik verstehen und erklären» ($d = .80$).

Als Grund für eine geringere technikbezogene Selbstwirksamkeitserwartung von Frauen sind vor allem soziokulturelle Prozesse zu nennen und nicht biologische Entwicklungen. Denn Informationen über sich selbst, die eine Person zu einem Selbstkonzept verarbeitet, stammen aus direkten oder indirekten Rückmeldungen anderer Personen und aus Beobachtungen des eigenen Verhaltens (Müller 2002). Weil Mädchen bereits in einem frühkindlichen Alter weniger Möglichkeiten zur Auseinandersetzung mit Technik bekommen (Hirsch 2002), wird das Erleben von Kompetenz erschwert. Auch die Konfrontation mit stereotypen Erwartungshaltungen, nach denen Frauen und Technik nicht zusammenpassen (Wächter 2003) führt zu einer geringeren Selbstwirksamkeitserwartung. So zeigt sich bereits im Grundschulalter, dass Mädchen ihre technikbezogenen Kompetenzen geringer einschätzen als Jungen (Mammes 2001). Das neben den

kognitiven und motivationalen Personenmerkmalen auch die Technik selbst einen Einfluss auf das geschlechtsdifferente Verhalten hat, ist Inhalt des nächsten Abschnittes.

2.3. Technik hat ein Geschlecht

In der Techniksoziologie geht man davon aus, dass sich Technik und Gesellschaft im engen wechselseitigen Verhältnis beeinflussen. Die historische geschlechtsspezifische Arbeitsteilung weist Männern die Rolle des Technikentwickelnden und Frauen die Rolle der Bedienerin und der passiven Konsumentin zu (Wächter 2003). Damit einhergehend, werden technische Systeme vor allem von Männern entwickelt, die dabei ihre Sichtweisen, Interessen und Erfahrungen in die Technik einfließen lassen (Marsden & Kempf 2014). Die fehlende Berücksichtigung der Erfahrungen, des Wissens und der Bedürfnisse von Frauen sowie falsche Sichtweisen auf die Nutzenden führen dazu, dass Artefakte als vergeschlechtlich charakterisiert werden müssen (Tigges 2008). Aufgrund der Einschreibung bestimmter männlicher Nutzungsweisen in technische Produkte werden Nutzerinnen benachteiligt. Eine Benachteiligung von Frauen im Umgang mit technischen Systemen führt dann wiederum zu einer (Re-)Stabilisierung der Geschlechterverhältnisse (ebd.).

Die Schwierigkeit im Umgang mit technischen Geräten kann durch die von Dörner & Kreuzig (1983) formulierten Merkmale *Komplexität*, *Vernetztheit*, *Dynamik* und *Intransparenz* beschrieben werden. Das Merkmal *Komplexität* kennzeichnet den quantitativen Umfang eines technischen Systems, auf Hardwareebene also die Anzahl der Bedienelemente, auf Softwareebene beispielsweise durch die Menütiefe operationalisiert. Ein stark *vernetztes* System lässt sich auf Hardwareebene konstruieren, indem Bedienelemente mit mehreren Funktionen belegt sind, so dass Bedienelemente mehrfach gedrückt oder gedrückt gehalten werden müssen, um zusätzliche Funktionen aufzurufen. Auf Ebene der Software kann zum Beispiel eine starke Vernetzung des Menüs die Bedienung ebenfalls erschweren. Das Merkmal *Dynamik* fasst mögliche zeitverzögerte Reaktionen eines technischen Systems und Eigendynamiken zusammen. Letztere beschreiben Zustandsänderungen von Geräten, die ohne eine Interaktion seitens des Nutzers erfolgen können. Wie verständlich die Beschriftungen und Symbole von Bedienelementen und Menüpunkten sind, wird unter dem Merkmal *Transparenz* zusammengefasst (Stemmann & Lang 2016b). Das diese Merkmale einen Einfluss auf die Schwierigkeit im Umgang mit technischen Systemen haben, zeigen bereits mehrere Studien (Hussy 1984; Funke 1990; Greiff, Krkovic & Nagy 2014; Stemmann 2016). Diese untersuchen allerdings nicht, ob bestimmte Merkmale nur für eine Nutzergruppe schwierigkeitsbestimmend werden.

3 Fragestellungen

Aufgrund der auch in der aktuellen Literatur noch zu findenden Geschlechtsunterschiede im Umgang mit Computern lässt sich annehmen, dass auch im Umgang mit digitalisierten technischen Alltagsgeräten ein solcher Unterschied festzustellen ist. Dabei wird der Umgang mit technischen Alltagsgeräten danach unterschieden, ob Wissen erworben (exploriert) oder Wissen angewendet (gesteuert) wird. Der folgende Beitrag beantwortet deshalb die folgende Fragestellung:

Fragestellung 1: Gibt es einen Geschlechtsunterschied im explorierenden und steuernden Umgang mit technischen Alltagsgeräten?

Sofern sich ein Geschlechtsunterschied im Umgang mit technischen Geräten feststellen lässt, wird untersucht, worauf die Differenzen zurückzuführen sind. Dabei werden zunächst kognitive und motivationale Merkmale der Personen betrachtet, die einen Einfluss auf den Wissenserwerb und die Wissensanwendung im Umgang mit Alltagstechnik haben. So hat Intelligenz als ein kognitiver Faktor einen Einfluss auf den Wissenserwerb und die Wissensanwendung. Selbstwirksamkeitserwartungen erhöhen die Motivation beim Problemlösen und beeinflussen damit ebenfalls den Problemlöseprozess und das Ergebnis.

Fragestellung 2: Kann der Geschlechtseffekt durch die kognitiven und motivationalen Personenmerkmale erklärt werden?

Die Merkmale Komplexität, Dynamik, Vernetztheit und Intransparenz eines technischen Systems beeinflussen die Schwierigkeit im Umgang mit ihm. Geschlechtsunterschiede im Umgang mit technischen Geräten können auch dadurch entstehen, dass der Einfluss der Systemmerkmale auf die Schwierigkeit für die Geschlechter nicht gleich groß ist.

Fragestellung 3: Wirken Systemmerkmale für beide Geschlechter unterschiedlich schwierigkeitsbestimmend?

4 Methode

Test zur Erfassung des problemlösenden Umgangs mit technischen Alltagsgeräten

Die Problemlösekompetenz im Umgang mit technischen Alltagsgeräten wird mit einem computerbasierten Test erfasst. Dieser beinhaltet 15 Simulationen technischer Geräte auf Basis finiter Automaten. Die aus den Bereichen *Selbstbedienungsautomaten*, *Hausgerätetechnik*, *Haustechnik*, *Multimedia* und *Informations- und Kommunikationstechnik* stammenden Geräte wurden hinsichtlich der als schwierigkeitsbestimmend angenommenen Systemmerkmale *Komplexität*, *Vernetztheit*, *Intransparenz* und *Dynamik* variiert.

Die Interaktion der Probanden mit den simulierten Alltagsgeräten erfolgt dabei in zwei Phasen. In der ersten Explorationsphase haben die Probanden die Möglichkeit das jeweilige technische System ausführlich auszuprobieren, um Eingriffswissen, das heißt Wissen über die Bedienung des Gerätes zu erwerben. Im Anschluss soll dieses System nach einer vorgegebenen Aufgabenstellung gesteuert werden, das heißt in einen genau definierten Systemzustand gebracht werden. Während die Probanden mit den simulierten technischen Geräten interagieren, werden diese Interaktionen im Hintergrund in Logfiles aufgezeichnet.

Die jeweils 15 Items der beiden als latenten Merkmale betrachteten Interaktionsformen Exploration und Steuerung unterscheiden sich dabei sowohl hinsichtlich ihrer Schwierigkeit als auch in ihrer Trennschärfe. Das Schwierigkeitsspektrum wurde von den entwickelten Items ausreichend abgedeckt. Die standardisierten Faktorladungen betragen für 14 Items in dem kongenerischen Messmodell der Systemexploration $.30 \leq \lambda \leq .76$ und für 13 Items in dem Messmodell der Systemsteuerung $.37 \leq \lambda \leq .70$. Die Gesamtreliabilität (McDonalds Omega) beträgt für die Phase der Systemexploration $\omega = .85$ und für die Phase der Systemsteuerung $\omega = .71$ (Stemmann 2016).

Kognitive Fähigkeiten

Um den Einfluss kognitiver Fähigkeiten auf den problemlösenden Umgang mit technischen Alltagsgeräten prüfen zu können, wird das Konstrukt fluider Intelligenz erhoben. Fluide Intelligenz stellt dabei die Fähigkeit Anforderungen in neuen Situationen ohne Vorwissen bewältigen zu können dar. Sie ist überwiegend genetisch determiniert (Gruber & Stamouli 2015) und bestimmt die in diesem Beitrag im Fokus stehende Kompetenz zum Lösen von Problemen (vgl. Holling, Preckel & Vock 2004). Fluide Intelligenz wird mit der Kurzform des CFT 20-R (Weiß 2006) ohne Testzeitverlängerung erfasst. Die Testdurchführung erfolgt papierbasiert unmittelbar vor dem Einsatz des technischen Problemlösetests.

Skala zur Erfassung der problemlösebezogenen Selbstwirksamkeitserwartung

Um den Einfluss, den die Selbstwirksamkeitserwartung auf die Leistungen im problemlösenden Umgang mit unbekanntem technischen Systemen ausübt zu prüfen, muss die Selbstwirksamkeitserwartung aufgabenbezogen, das heißt in Bezug zum Problemlösen erfasst werden. Für die Erfassung der Selbstwirksamkeitserwartung im problemlösenden Umgang mit technischen Alltagsgeräten gibt es bislang keine geeigneten Testinstrumente (Zusammenschau siehe Stemmann 2019).

Die in der PISA Studie 2012 (OECD 2013) erstmalig eingesetzten Skalen *Perseverance* (Ausdauer) und *openness to problem solving* (Aufgeschlossenheit) erscheinen hierfür geeignet und werden deshalb für die Erfassung der Selbstwirksamkeitserwartungen mit einigen wenigen Modifikationen übernommen. Die Modifikationen betreffen zum einen die Übersetzung der Skala ins Deutsche sowie die Reduzierung der Antwortstufen auf vier Antwortalternativen, um einen nicht eindeutig zu interpretierenden Mittelpunkt der Merkmalsausprägung zu vermeiden. Eine erneute Validierung der Skalen erfolgte vorab nicht.

Tab. 1: Itemwortlaut der Skalen Ausdauer und Aufgeschlossenheit gegenüber Problemlösen (OECD 2013)

| Item | Itemwortlaut ^a |
|--|--|
| <i>Ausdauer</i> | |
| SWE_1_1 | Wenn ich mit einem Problem konfrontiert werde, gebe ich schnell auf. * |
| SWE_1_2 | Schwierige Probleme schiebe ich oft beiseite. * |
| SWE_1_3 | Ich bleibe interessiert bei den Aufgaben, die ich anfangen. |
| SWE_1_4 | Ich arbeite solange an einer Aufgabe, bis alles perfekt ist. |
| SWE_1_5 | Wenn ich mit einem Problem konfrontiert werde, tue ich mehr als von mir erwartet wird. |
| <i>Aufgeschlossenheit gegenüber Problemlösen</i> | |
| SWE_2_1 | Ich kann mit einer großen Menge an Informationen umgehen. |
| SWE_2_2 | Ich verstehe Dinge sehr schnell. |
| SWE_2_3 | Ich versuche Erklärungen für Dinge zu suchen. |
| SWE_2_4 | Ich kann einfach Fakten miteinander verbinden. |
| SWE_2_5 | Ich mag es Probleme zu lösen. |

Anmerkungen: ^a Einleitender Text: Wie gut treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu? Skalierung: 1 = trifft nicht zu [...] 4 = trifft zu; *Negationen: 1 = trifft zu [...] 4 = trifft nicht zu

Stichprobe

Die Beantwortung der Fragestellungen erfolgt anhand von Daten, die aus einer Studie mit 147 Studierenden eines technischen Faches an der Universität Duisburg-Essen stammen. Das Durchschnittsalter der 52 weiblichen und 95 männlichen Probanden betrug zum Zeitpunkt der Datenerhebung $MW = 26.59$ Jahre ($SD = 5.89$). Für die freiwillige Teilnahme an der Untersuchung, die zum größten Teil in Gruppen von 5-15 Teilnehmerinnen und Teilnehmern durchgeführt wurde, erhielten die Probanden eine Vergütung von 30 €. Unter den zehn erfolgreichsten Problemlösern wurde außerdem ein Apple®iPad®Air2 verlost, um die Motivation über die Testdauer von drei Stunden aufrecht zu halten.

Datenauswertung

Für die Beantwortung aller gestellten Fragen, ist das Verhalten der Probanden im Umgang mit den simulierten technischen Systemen zu bewerten. Die Bewertung der Explorationsphase erfolgt anhand der Explorationsvollständigkeit, die als die Anzahl besuchter Systemzustände bezogen auf die Anzahl aller vorhandenen Zustände eines Systems operationalisiert ist (genauer bei Stemmann & Lang 2018). Die Bewertung der Steuerungsphase erfolgt anhand der erreichten Steuerungsleistung (Item gelöst/nicht gelöst). Die Fragestellung 1 wird durch die Anwendung des t-Test für unabhängige Stichproben beantwortet, Fragestellung 2 und 3 mithilfe von Regressionsanalysen. Dabei werden in Fragestellung 2 fluide Intelligenz, die Skalen der Selbstwirksamkeitserwartung und das Geschlecht als Prädiktorvariablen in die Regressionsgleichung aufgenommen und ihr Einfluss auf die Kriteriumsvariablen Explorationsvollständigkeit und Steuerungsleistung untersucht. In Fragestellung 3 dienen die Systemmerkmale als

Prädiktorvariablen und die Schwierigkeit der Exploration und der Steuerung als Kriteriumsvariablen. Alle Analysen werden in der Software R (Version 3.5.1) (R core Team 2016) durchgeführt. Anzugebende Effektstärken werden mit G*Power 3.1.9.2 (Faul et al. 2009) berechnet.

5 Ergebnisse

5.1. Fehlende Werte

Die Exploration wie auch die Steuerung der computersimulierten technischen Geräte konnten von den Probanden in dem Test bereits vor Ablauf der maximal vorgesehenen Bearbeitungszeit beendet werden. Hierzu mussten die Probanden auf einen Weiter-Button klicken. Wenn dieser Button innerhalb weniger Sekunden nach dem Laden der Simulation eines entsprechenden Items gedrückt wurde, kann von einer unbeabsichtigten Betätigung ausgegangen werden (bspw. führte eine verlängerte Ladezeit dazu, dass Probanden den Button ein weiteres Mal gedrückt haben), so dass diese Daten als fehlend deklariert wurden. In acht der fünfzehn Items entstanden für den explorierenden Umgang jeweils zwei bis drei und in fünf Items für den steuernden Umgang je ein bis drei fehlende Werte.

5.2. Gibt es einen Geschlechtsunterschied im explorierenden und steuernden Umgang mit technischen Alltagsgeräten?

Der computerbasierte Test zur Erfassung des problemlösenden Umgangs mit technischen Alltagsgeräten wurde von allen 147 Probanden bearbeitet. Die Interaktion der Probanden in der Explorationsphase wird danach bewertet, wie vollständig sie die technischen Systeme exploriert haben. Der Wert für die Explorationsvollständigkeit kann demnach Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Zudem lässt sich aus den Logfiles entnehmen wie aktiv die Probanden bei der Exploration waren, das heißt wie viele Interaktionen sie mit dem jeweiligen System tätigten. Dieser Wert ist in seinem Maximum theoretisch nicht beschränkt, sein Minimum liegt bei 0. Aus den jeweiligen Werten für die beiden Variablen (Anzahl der Interaktionen in der Exploration und Explorationsvollständigkeit) werden getrennt für die Gruppen der weiblichen und der männlichen Probanden die arithmetischen Mittel gebildet. Hierbei zeigt sich, dass der Mittelwert der Interaktionsanzahl in der Gruppe der Männer mit $MW_{EXPL_Zahl} = 185.60$ höher liegt als in der Gruppe der Frauen mit $MW_{EXPL_Zahl} = 160.68$.

Tab. 2: Verhaltensmaße aus dem Test zum technischen Problemlösen differenziert nach Geschlecht

| Geschlecht | Anzahl der Interaktionen | | | Explorationsvollständigkeit | | | Steuerungsleistung | | |
|------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|
| | <i>n</i> | <i>MW</i> | <i>SD</i> | <i>n</i> | <i>MW</i> | <i>SD</i> | <i>n</i> | <i>MW</i> | <i>SD</i> |
| männlich | 94 | 185.60 | 74.51 | 89 | .57 | .12 | 90 | 8.22 | 2.64 |
| weiblich | 51 | 160.68 | 66.29 | 48 | .55 | .10 | 51 | 6.33 | 2.50 |

Anmerkungen: *n* = Stichprobengröße; *MW* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung

Um im nächsten Schritt mit dem t-Test für unabhängige Stichproben prüfen zu können, ob diese Mittelwertsdifferenz von $\Delta MW_{EXPL_Zahl} = 24.93$ signifikant ist, gilt es entsprechende Voraussetzungen zu prüfen. Die Verteilung der Interaktionsanzahl in der Explorationsphase muss in der Gesamtstichprobe normalverteilt sein und die Varianz der Werte in beiden Gruppen gleich sein. Die Testung der Normalverteilungshypothese erfolgt mit dem Shapiro-Wilk-Test, dessen Prüfgröße für die Interaktionsanzahl mit $W = .98$, $df = 145$, $p = .01$ signifikant wird, das heißt diese Werte sind in der Gesamtstichprobe nicht normalverteilt. Zur Prüfung der Varianzhomogenität wird der Levene-Test eingesetzt. Sein Ergebnis lässt mit $F(1, 143) = .55$, $p = .46$ darauf schließen, dass die Varianz der Werte in beiden Gruppen gleich groß ist. Das Ergebnis des nichtparametrischen Mann-Whitney U-Tests zeigt, dass der Unterschied in der Interaktionszahl zwischen den beiden Geschlechtern nicht zufällig ist ($U = 1914.00$, $z = -2.00$, $p < .05$). Allerdings ist dieser Unterschied mit der Effektstärke von $d = .35$ von geringer Bedeutung (kleiner Effekt nach Cohen (1988)).

Da das Verhalten der Probanden in der Explorationsphase zudem danach ausgewertet wird, wie vollständig sie die technischen Systeme erkundet haben, wird zudem geprüft, ob auch für diese Variable ein Geschlechtseffekt vorliegt. Für die Variable der Explorationsvollständigkeit liegt keine Verletzung der Normalverteilungsannahme vor. Das Ergebnis des Shapiro-Wilk-Tests wird mit $W = .99$, $df = 137$ und $p = .16$ nicht signifikant. Die Bedingung einer Varianzhomogenität der Variable Explorationsvollständigkeit in beiden Geschlechtergruppen kann ebenfalls als erfüllt angesehen werden ($F(1, 135) = 3.11$, $p = .08$), so dass der t-Test zur Ermittlung der Mittelwertsunterschiede herangezogen werden kann. Sein nicht signifikant werdendes Ergebnis ($t = -1.19$, $df = 135$, $p = .24$) lässt allerdings darauf schließen, dass der höhere Mittelwert der Explorationsvollständigkeit der männlichen Probanden ($W_{Expl_vollst} = .57$) gegenüber dem Mittelwert der weiblichen Probanden ($W_{Expl_vollst} = .55$) zufällig ist.

Die Ergebnisse der Explorationsphase lassen sich wie folgt zusammenfassen: in dieser Phase haben männliche Probanden geringfügig mehr mit den technischen Systemen interagiert, dieses erhöhte Interaktionsverhalten hat aber nicht dazu geführt, dass sie die Alltagsgeräte vollständiger explorierten. Ob sich nun ein Geschlechtseffekt für die Leistung in der Steuerungsphase zeigt, ist fraglich, da vor allem die Explorationsvollständigkeit ein bedeutender Prädiktor für die anschließende Steuerung ist (Stemmann & Lang 2018).

Auch für die Steuerungsleistung wird das arithmetische Mittel für beide Geschlechtsgruppen separat berechnet (Tabelle 2). Der Mittelwert der Steuerungsleistung beträgt in der Gruppe der Männer $MW_{Steuerung} = 8.22$ und in der Gruppe der Frauen $MW_{Steuerung} = 6.33$. Die Werte sind dem Ergebnis des Shapiro-Wilk-Tests zufolge nicht normalverteilt ($W = .98$, $df = 141$, $p = .02$). Die Varianz ist entsprechend dem Ergebnis des Levene-Tests für beide Gruppen aber gleich ($F(1, 139) = .004$, $p = .95$). Die Prüfung der Geschlechtsdifferenz in der Variable Steuerungsleistung mit dem Mann-Whitney U-Test zeigt entgegen den Erwartungen einen signifikanten Unterschied in den Leistungen zwischen Männern und Frauen ($U = 1313.00$, $z = -4.25$, $p < .001$). Obwohl der Unterschied in der Interaktionsanzahl zwischen den Geschlechtern gering ist und es keinen signifikanten Unterschied in der Explorationsvollständigkeit gibt, konnten die männlichen Probanden in dem Test die technischen Geräte besser steuern als die Frauen. Es zeigt sich sogar, dass dieser Effekt annähernd groß ist ($d = .77$).

5.3. Kann ein vorhandener Geschlechtseffekt durch die kognitiven und motivationalen Personenmerkmale erklärt werden?

Für die Beantwortung dieser Frage werden lediglich die Variablen *Interaktionsanzahl in der Explorationsphase* und *Steuerungsleistung* analysiert, da nur in diesen ein Geschlechtseffekt nachgewiesen werden konnte (Abschnitt 5.2). Der Einfluss, den fluide Intelligenz als kognitives Merkmal und die Selbstwirksamkeitserwartung als motivationales Merkmal auf den explorierenden und den steuernden Umgang mit technischen Alltagsgeräten haben, wird mit jeweils einer Regressionsanalyse analysiert. Hierfür muss allerdings eine Korrelation zwischen den Prädiktorvariablen und den Kriteriumsvariablen vorliegen. Die Ergebnisse dieser Überprüfung sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tab. 3: Interkorrelation der Prädiktor- und Kriteriumsvariablen

| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
|---|--------|--------|--------|------|--------|
| (1) Geschlecht | -- | | | | |
| (2) fluide Intelligenz | .19 * | -- | | | |
| <i>Selbstwirksamkeitserwartung</i> | | | | | |
| (3) Ausdauer | -.05 | -.06 | -- | | |
| (4) Aufgeschlossenheit gegenüber Problemlösen | .21 * | .13 | .32 ** | -- | |
| <i>Technische Problemlösekompetenz</i> | | | | | |
| (5) Interaktionsanzahl Exploration | .17 * | .26 ** | -.09 | -.11 | -- |
| (6) Steuerungsleistung | .33 ** | .49 ** | -.09 | .04 | .44 ** |

Anmerkungen: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

Lediglich fluide Intelligenz und das Geschlecht weisen einen Zusammenhang zum Explorationsverhalten und der Steuerungsleistung auf. Weder die Variable *Ausdauer* noch die Variable *Aufgeschlossenheit* gegenüber dem Problemlösen hängen mit dem problemlösenden Umgang mit den technischen Systemen zusammen. Ob die Korrelation zwischen der Variable Geschlecht und den Variablen Explorationsanzahl und Steuerungsleistung durch die Variable Intelligenz mediiert wird, zeigt sich durch eine partielle Korrelation, indem die Variable Intelligenz kontrolliert wird. Für die Anzahl der Interaktionen in der Explorationsphase sinkt der Zusammenhang zum Geschlecht von $r = .17$ ($p = .02$) auf $r = .12$ ($p = .15$). Für die Steuerungsleistung sinkt der Korrelationskoeffizient von $r = .49$ ($p < .01$) auf $r = .29$ ($p < .01$) bleibt aber signifikant. Intelligenz scheint zwar eine mediiierende Wirkung auf den Zusammenhang von Exploration und Steuerung zum Geschlecht zu haben, kann diesen aber nicht ganz erklären. Die Regressionsanalysen werden auf Grundlage der vorherigen Prüfungen im ersten Schritt nur mit der Variablen Intelligenz durchgeführt. In einem zweiten Schritt wird die Variable Geschlecht (männlich) hinzugenommen, um zu klären, ob diese zusätzliche Varianz aufklären kann.

Tab. 4: Einflüsse auf die Interaktionsanzahl in der Explorationsphase

| | Modell 1 | | | Modell 2 | | |
|-----------------------|---|---------|----------|--|---------|----------|
| | <i>B(SE)</i> | β | <i>t</i> | <i>B(SE)</i> | β | <i>t</i> |
| Konstante | 56.70(37.88) | | 1.50n.s. | 37.46(39.97) | | .94n.s. |
| fluide Intelligenz | 1.10(.34) | .26 | 3.21** | 1.01(.35) | .24 | 2.88** |
| Geschlecht (männlich) | | | | 18.10(12.40) | .12 | 1.50n.s. |
| | $R^2 = .07; F = 10.30^{**}; R_{korr}^2 = .06$ | | | $R^2 = .08; F = 6.26^{**}; R_{korr}^2 = .07$ | | |

Anmerkungen: * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$; n.s. = nicht signifikant

Intelligenz als Prädiktorvariable hat einen positiven signifikanten Einfluss auf das Interaktionsverhalten in der ersten Explorationsphase ($\beta = .26$). In dem ersten Modell wird durch Intelligenz aber lediglich 7 % der Varianz der Interaktionszahl aufgeklärt. Die, in dem zweiten Modell in die Regressionsgleichung aufgenommene Variable Geschlecht wird nicht signifikant. Durch sie würde lediglich 1 % zusätzliche Varianz aufgeklärt werden. Durch die, in dieser Studie berücksichtigten kognitiven und motivationalen Merkmale kann das geschlechtsdifferente Verhalten der Probanden in der Explorationsphase somit nicht ausreichend erklärt werden.

Tab. 5: Einflüsse auf die Steuerungsleistung

| | Modell 1 | | | Modell 2 | | |
|-----------------------|--|---------|----------|--|---------|----------|
| | <i>B(SE)</i> | β | <i>t</i> | <i>B(SE)</i> | β | <i>t</i> |
| Konstante | -1.02(1.32) | | -.78n.s. | -2.58(1.34) | | 1.92n.s. |
| fluide Intelligenz | .08(.12) | .49 | 6.57*** | .07(.01) | .44 | 6.09*** |
| Geschlecht (männlich) | | | | 1.44(.41) | .25 | 3.50*** |
| | $R^2 = .24; F = 43.15^{***}; R_{korr}^2 = .23$ | | | $R^2 = .30; F = 29.45^{***}; R_{korr}^2 = .29$ | | |

Anmerkungen: * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$; n.s. = nicht signifikant

Für die Steuerungsphase können hingegen mehr Varianzanteile erklärt werden. Auch hier hat fluide Intelligenz einen positiven und signifikanten Einfluss ($\beta = .49$), der sogar 24 % Varianz in der Steuerungsleistung aufklärt. Auch die in dem zweiten Modell aufgenommene Variable Geschlecht hat einen bedeutenden Einfluss ($\beta = .25$) auf die Leistung in der Steuerungsphase der technischen Geräte. Durch Aufnahme des Geschlechts lassen sich zusätzlich 6 % Varianz aufklären. Der Determinationskoeffizient beträgt in diesem Modell demnach $R^2 = .30$.

5.4. Wirken Systemmerkmale für beide Geschlechter unterschiedlich schwierigkeitsbestimmend?

Ein erster Anhaltspunkt für die These, nach der die Merkmale *Komplexität*, *Vernetztheit*, *Intransparenz* und *Dynamik* eines technischen Systems für die Geschlechter nicht gleichermaßen die Schwierigkeit in deren Umgang beeinflussen, ergibt sich aus den vorherigen Analysen. So ist es denkbar, dass nicht die Personenmerkmale der Grund für die unterschiedlichen Verhaltensmaße sind, sondern die entsprechenden Systemmerkmale. Ein weiterer Anhaltspunkt ergibt sich aus der Betrachtung der Geschlechtsdifferenzen für jedes einzelne technische System (Abbildung 1).

Die Höhe des Geschlechtseffekts variiert nämlich in Abhängigkeit des technischen Systems und ist wie bereits unter 5.2 besprochen für die Steuerungsleistung in den meisten Fällen höher als für die Interaktionszahl in der Exploration. In den oberen beiden Säulendiagrammen von Abbildung 1 sind die Items des technischen Problemlösetests absteigend in der Reihenfolge angeordnet, wie vollständig sie im Mittel von allen Probanden in der Explorationsphase exploriert wurden. In dem unteren Diagramm sind die technischen Systeme absteigend nach der über alle Probanden mittleren Steuerungsleistung sortiert. Die Vermutung, dass die Höhe des Geschlechtseffekts von der Schwierigkeit des jeweiligen Systems abhängt, kann nicht bestätigt werden.

Ob einzelne Merkmale des Systems die Schwierigkeit geschlechtsspezifisch beeinflussen, soll mithilfe einer Regressionsanalyse untersucht werden. Hierzu dienen die Mittelwerte für die Explorationsvollständigkeit und die Steuerungsleistung in den einzelnen Geschlechtsgruppen als Kriteriumsvariablen und die Ausprägung der einzelnen Systemmerkmale als Prädiktorvariablen. Die Systemmerkmale Komplexität, Dynamik, Vernetztheit und Intransparenz müssen dafür zunächst auf Hardware- und Softwareebene operationalisiert, ihre Ausprägung in den jeweiligen Systemen bestimmt und die Voraussetzungen für die Eignung als Prädiktorvariable geprüft werden.

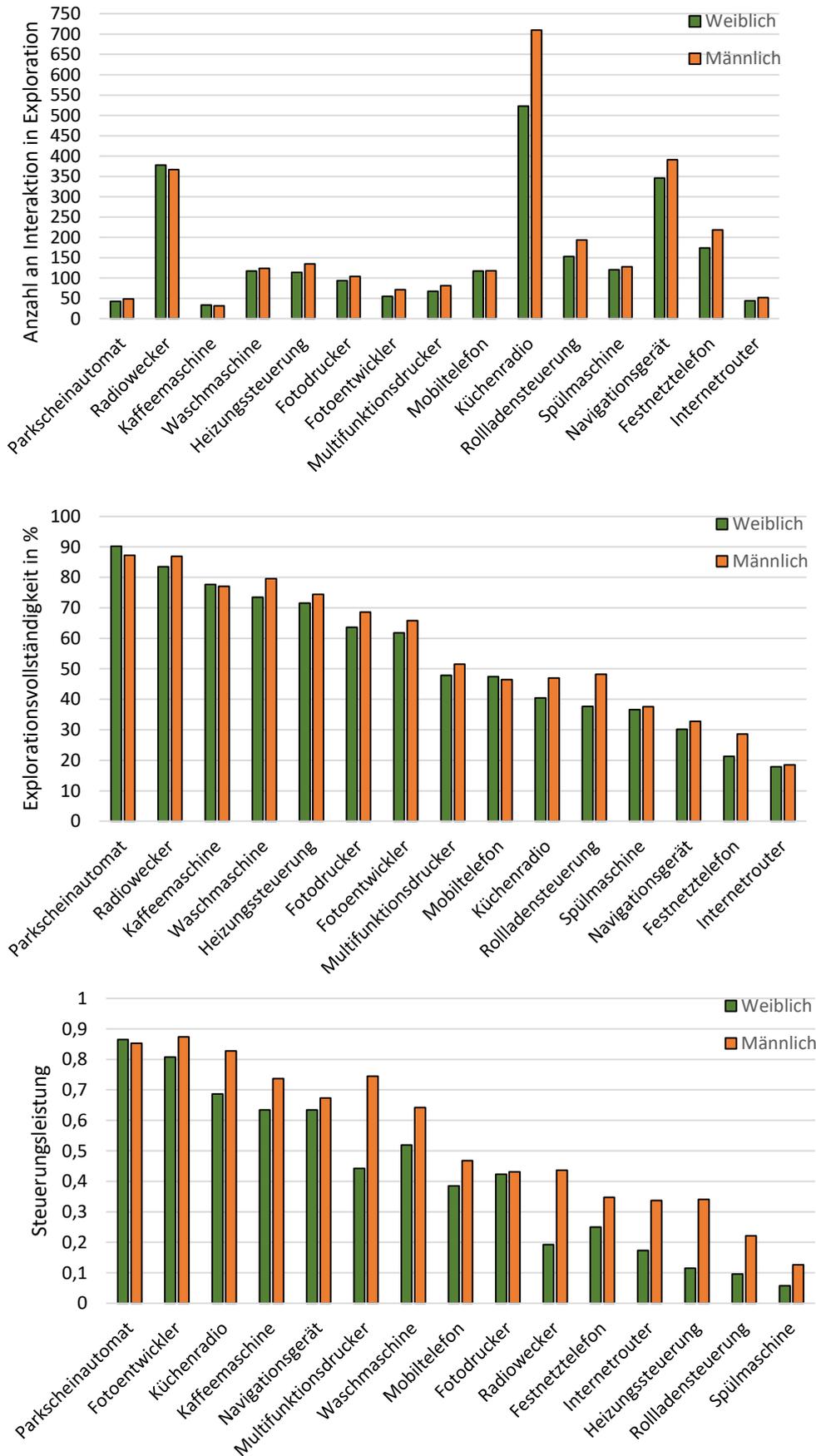


Abb. 1: Geschlechtsdifferenzen in der Exploration und der Steuerung technischer Alltagsgeräte

Die Beschreibung dieser Schritte sowie die Beobachtung, dass die operationalisierten Merkmale die Schwierigkeit im Umgang mit den technischen Systemen über die Geschlechter hinweg beeinflussen, erfolgte bereits an anderer Stelle (Stemmann 2016), so dass hier lediglich die geeigneten Variablen in die Regression aufgenommen werden. Für die Explorationsvollständigkeit zeigten sich die Komplexität mit den Variablen *Anzahl der Bedienelemente* und *Menütiefe* und die Intransparenz mit den Variablen *Menüverständlichkeit* und *Bedienelementarten* als schwierigkeitsbestimmend. Tabelle 6 präsentiert die Ergebnisse für die, nach Geschlecht getrennt durchgeführten Regressionsanalysen schwierigkeitsbestimmender Merkmale in der Explorationsphase.

Tab. 6: Vergleich des Einflusses von Prädiktorvariablen auf die Explorationsvollständigkeit nach Geschlecht

| | männlich | | | weiblich | | |
|-----------------------|---|---------|----------|---|---------|----------|
| | <i>B</i> (<i>SE</i>) | β | <i>t</i> | <i>B</i> (<i>SE</i>) | β | <i>t</i> |
| Konstante | .56(.10) | | 5.41*** | .50(.09) | | 5.51*** |
| Bedienelementarten | .11(.04) | .36 | 2.92** | .13(.03) | .39 | 3.85** |
| Menüverständlichkeit | .31(.09) | .41 | 3.49** | .34(.08) | .42 | 4.39*** |
| Anzahl Bedienelemente | -.02(.01) | -.38 | -3.25** | -.02(.01) | -.35 | -3.66** |
| Menütiefe | -.05(.01) | -.43 | -3.60** | -.05(.01) | -.45 | -4.67*** |
| | $R^2 = .88; F = 17.03***; R_{\text{kor}}^2 = .83$ | | | $R^2 = .92; F = 26.80***; R_{\text{kor}}^2 = .89$ | | |

Anmerkungen: * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$; n.s. = nicht signifikant

Die Stärke des Einflusses einzelner Prädiktoren auf die Schwierigkeit im explorierenden Umgang mit technischen Alltagsgeräten unterscheidet sich nicht zwischen den Geschlechtern. So hat die Menütiefe und die Anzahl der Bedienelemente als Komplexitätsmerkmale für beide Geschlechter einen negativen Einfluss auf die Explorationsvollständigkeit, die standardisierten Regressionskoeffizienten β unterscheiden sich dabei nicht für die beiden Geschlechtsgruppen. Die Prädiktoren Menüverständlichkeit und die Bedienelementart als Merkmale für die (In-)Transparenz haben hingegen einen positiven Einfluss auf die Vollständigkeit der Systemexploration. Auch bei diesen Prädiktoren kann kein Geschlechtseffekt festgestellt werden. Insgesamt können die hier untersuchten schwierigkeitsbestimmenden Systemmerkmale die Varianz in der Explorationsvollständigkeit der weiblichen Probanden etwas besser erklären ($R^2 = .92$) als in der Explorationsvollständigkeit der männlichen Probanden ($R^2 = .88$).

Die Merkmale die in der Gesamtstichprobe die Schwierigkeit im steuernden Umgang mit den technischen Systemen bestimmen sind auf Systemebene die bei der Steuerung zu berücksichtigenden *mehrfachbelegten Bedienelemente* als Merkmal für die Vernetztheit, sowie eine *geringe Vorwissenskompatibilität* als Merkmal für die Intransparenz. Einen weiteren Einfluss kann zudem durch die vorherige Explorationsvollständigkeit angenommen werden. Die getrennt nach dem Geschlecht durchgeführten Regressionsanalysen zeigen auch für die Kriteriumsvariable Steuerungsleistung kaum einen Unterschied bezüglich des Einflusses der Prädiktorvariablen (Tabelle 7).

Tab. 7: Vergleich des Einflusses von Prädiktorvariablen auf die Steuerungsleistung nach Geschlecht

| | männlich | | | weiblich | | |
|----------------------------------|--|---------|-----------|--|---------|-----------|
| | <i>B</i> (<i>SE</i>) | β | <i>t</i> | <i>B</i> (<i>SE</i>) | β | <i>t</i> |
| Konstante | .07(.13) | | .54n.s. | .05(.14) | | .40n.s. |
| mehrfachbelegte Bedienelemente | -.09(.06) | -.34 | -1.57n.s. | -.12(.07) | -.41 | -1.82n.s. |
| Explorationsvollständigkeit | .64(.20) | .68 | 3.27** | .59(.21) | .60 | 2.76* |
| geringe Vorwissenskompatibilität | -.13(.09) | -.32 | -1.43n.s. | -.17(.10) | -.40 | -1.73n.s. |
| | $R^2 = .54; F = 4.29^*; R_{kor}^2 = .41$ | | | $R^2 = .50; F = 3.66^*; R_{kor}^2 = .36$ | | |

Anmerkungen: * $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$; n.s. = nicht signifikant

Wenn in der konkreten Steuerung eines technischen Systems mehrfachbelegte Bedienelemente (als Variable des Merkmals Vernetztheit) zu berücksichtigen sind, hat das einen negativen Einfluss auf die Steuerungsleistung. Der Einfluss ist in der Gruppe der Frauen etwas größer als in der Gruppe der Männer. Gleiches gilt, wenn das technische Gerät wenig mit dem Vorwissen der Probanden kompatibel ist, es sich also um ein Gerät handelt, das aus dem Alltag von Studierenden wenig bekannt ist. Auch hier ist der Einfluss für Frauen etwas höher. Die Explorationsvollständigkeit hat erwartungsgemäß einen positiven Einfluss auf die anschließende Steuerungsphase, dieser ist für Männer etwas höher als für Frauen. In beiden Gruppen können die Prädiktoren etwa 50 % der Varianz in der Steuerungsleistung erklären.

6 Diskussion & Limitationen

Ziel des Beitrags war die Beantwortung dreier Fragestellungen. 1. Gibt es einen Geschlechtsunterschied im explorierenden und steuernden Umgang mit technischen Geräten? 2. Kann ein vorhandener Geschlechtseffekt durch kognitive und motivationale Personenmerkmale erklärt werden? und 3. Wirken Systemmerkmale für beide Geschlechter unterschiedlich schwierigkeitsbestimmend?

Während die Probanden mit den simulierten technischen Alltagsgeräten interagierten, wurden diese Interaktionen im Hintergrund in Logfiles aufgezeichnet. Aus diesen ließ sich die Anzahl der Interaktionen mit einem Gerät ermitteln. Dabei zeigt sich, dass die männlichen Probanden durchschnittlich etwas mehr mit den Systemen interagierten als die weiblichen Probanden. Diese zusätzlichen Interaktionen führten aber nicht dazu, dass sie die technischen Systeme im Gegensatz zu den Frauen ausführlicher explorierten. Ein ähnliches Ergebnis zeigt auch eine Studie von Beckwith et al. (2006), in der Männer zwar häufiger Softwareprogramme ausprobierten, aber im Vergleich zu den Frauen wenig effektiv hierbei waren. Dennoch zeigte sich in der anschließenden Steuerungsphase, dass die männlichen Probanden hier deutlich erfolgreicher waren als die weiblichen Probanden. Dieser Befund lässt darauf schließen, dass die während der Explorationsphase von beiden gleich viel generierte Informationsmenge, von den männlichen Probanden eventuell besser zu Wissen verarbeitet wurde, welches dann in der Steuerungsphase angewendet werden konnte. Hierfür würde die Studie von Wirth (2004) sprechen, der Systemeingriffe danach bewertet ob sie der Informationsidentifizierung dienen oder der Integration von bereits identifizierten Informationen in die vorhandene Wissensstruktur. Je häufiger demnach ein Systemeingriff wiederholt wird, desto geringer ist durch die beginnende Prozeduralisierung der kognitive Aufwand für den Abruf des erworbenen Wissens. Demnach

sollten Schülerinnen im allgemeinbildenden Technikunterricht stärker ermutigt werden, aktiv technische Geräte auszuprobieren. Bestehende Ängste, etwas zu beschädigen sind meist unbegründet, führen aber zu einer übertriebenen Vorsicht in der Techniknutzung.

Dass fluide Intelligenz als kognitive Variable einen positiven Einfluss auf den explorierenden und den steuernden Umgang mit technischen Geräten hat, war zu erwarten. Nicht zu erwarten war, dass sich die beiden Geschlechtsgruppen hinsichtlich dieser Variablen unterscheiden. Der hier eingesetzte CFT 20-R erfasst primär den Bereich der Verarbeitungskapazität mit figuralen bildhaften Materialien (Jacobs & Petermann 2007) und ist mit der visuell-räumlichen Wahrnehmung verbunden. Da Männer in dieser kognitiven Subdomäne einen Vorteil haben, ließe sich der Unterschied erklären. Dagegen spricht allerdings, dass andere Studien einen solchen Unterschied nicht feststellen (z. B. Ariali & Zinn 2018).

Keinen Einfluss ließ sich für die motivationale Variable Selbstwirksamkeitserwartung feststellen. Die Ausprägungen für die Skalen Ausdauer und Aufgeschlossenheit gegenüber dem Problemlösen standen in keinem Zusammenhang zum explorierenden und steuernden Umgang mit den technischen Systemen und konnten somit keinen Beitrag zur Aufklärung des Geschlechtseffektes leisten. Problematisch ist die inhaltliche Ausrichtung der einzelnen Skalen zu sehen. Diese fordern zur Einschätzung der eigenen Fähigkeiten in Bezug auf das allgemeine Problemlösen auf. An welche Art von Problemen (z. B. Denksportaufgaben, mathematische Probleme etc.) die Probanden bei der Beantwortung dieser Skalen gedacht haben ist unklar. Die Selbstwirksamkeitserwartung bezogen auf den problemlösenden Umgang mit technischen Geräten wird eventuell anders eingeschätzt. Damit dieser Zusammenhang in künftigen Forschungsvorhaben untersucht werden kann, ist zunächst ein entsprechendes Testinstrument zu entwickeln. Vorhandene Skalen erfassen nämlich entweder nur die Selbstwirksamkeitserwartung im Umgang mit Computern oder andere Subdimensionen des technischen Selbstkonzeptes.

Neben dem Einfluss der Personenmerkmale auf den vorhandenen Geschlechtseffekt wurde zudem der Einfluss der Systemmerkmale untersucht. Zwar haben die Variablen der Komplexität und der Intransparenz generell einen Einfluss auf die Schwierigkeit im explorierenden Umgang und die Variablen Vernetztheit und Intransparenz einen Einfluss auf die Schwierigkeit im steuernden Umgang, dieser Einfluss ist aber in beiden Geschlechtsgruppen annähernd gleich groß. Die Hypothese nach der Systemmerkmale demnach für beide Geschlechter gleich schwierigkeitsbestimmend sind, kann jedoch noch falsifiziert werden, wenn weitere Systemmerkmale, die hier nicht betrachtet werden konnten, analysiert werden.

Zu berücksichtigen ist zudem, dass die Interpretation der Befunde Limitierungen unterliegt. Die Ergebnisse der Regressionsanalysen zur Untersuchung der Einflüsse auf die empirische Schwierigkeit basieren auf lediglich 15 Items. Zudem wurde der computerbasierte Test einer stark selektierten Stichprobe vorgelegt (Studierende eines technischen Faches), um Einflüsse des Interesses an Technik auszuschließen. Weitere Untersuchungen müssen zum einen dieses Selektionskriterium aufheben und zum anderen die Selbstwirksamkeitserwartung aufgabenspezifischer erfassen und weitere motivationale Personenmerkmale berücksichtigen.

Der Frage warum es Frauen trotz einer ausführlichen Exploration oftmals nicht gelingt eine konkrete Steuerungsaufgabe mit einem technischen Gerät zu bewältigen muss weiter (eventuell mit genaueren Prozessanalysen) nachgegangen werden. Die Erkenntnisse über die Technikaneignungsprozesse von Frauen können aus fachdidaktischer Sicht in die Entwicklung entsprechender Fördermaßnahmen fließen. Maßnahmen, die sich auf die Förderung explorierenden Verhaltens fokussieren sind nach diesem Beitrag nur teilweise gewinnbringend. So sollten Schülerinnen im Technikunterricht zwar generell zur aktiven Techniknutzung ermutigt werden, aber das allein wird nicht ausreichen. Für die Ableitung konkreter Implikationen für die

Praxis bedarf es weiterer Forschung, die zunächst die Ursachen für einen Gendereffekt in der Nutzung von Alltagsgeräten klärt und dann konkrete Fördermaßnahmen in den Blick nimmt.

Vorsicht ist zudem bei der Generalisierung von Forschungsergebnissen aus Studien geboten, die sich mit geschlechtsspezifischen Unterschieden befassen. Die Darstellung von Geschlechtseffekten kann zu einer Reproduktion solcher Unterschiede führen, indem sie diese Ungleichheiten bestätigen und den Fortbestand von Stereotypen fördern (Koch & Winker 2003). Dem gilt es durch eine differenzierte Betrachtungsweise entgegenzuwirken.

7 Literatur

- Apel, J. & Apt, W. (2016). Digitales Lernen. In V. Wittpahl (Hrsg.), *Digitalisierung: Bildung | Technik | Innovation* (67–75). Heidelberg: Springer.
- Ariali, S. & Zinn, B. (2018). Virtuelle Umgebungen zur Analyse der mentalen Rotationsfähigkeit. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 6(4), 7–29.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (1981). *Psychologie des Unterrichts: Band 2*. Weinheim: Beltz.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215.
- Beckwith, L., Kissinger, C., Burnett, M., Wiedenbeck, S., Lawrance, J., Blackwell, A. et al. (2006). Tinkering and Gender in End-User Programmers' Debugging. In R. Grinter (Hrsg.), *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (231–240). New York: ACM.
- Beierlein, C. (2011). *Geschlechtsunterschiede in Motivation und Strategiesystematik beim selbstregulierten Erlernen eines Computerprogramms*. Dissertation. Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main.
- Beierlein, C., Kemper, C. J., Kovaleva, A. & Rammstedt, B. (2013). Kurzsкала zur Erfassung allgemeiner Selbstwirksamkeitserwartungen (ASKU). *Methoden, Daten, Analysen*, 7(2), 251–278.
- Chen, H. & Zhu, J. (2008). Factor invariance between genders of the Wechsler Intelligence Scale for Children – Fourth edition. *Personality and Individual Differences*, 45(3), 260–266.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Collmer, S. (1997). *Frauen und Männer am Computer: Aspekte geschlechtsspezifischer Technikaneignung*. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag.
- Compeau, D. R. & Higgins, C. A. (1995). Computer Self-Efficacy: Development of a Measure and Initial Test. *MIS Quarterly*, 19(2), 189–211.
- Dörner, D. & Kreuzig, H. W. (1983). Problemlösefähigkeit und Intelligenz. *Psychologische Rundschau*, 34(4), 185–192.
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A. & Lang, A.-G. (2009). Statistical power analyses using G*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behavior research methods*, 41(4), 1149–1160.
- Funke, J. (1990). Systemmerkmale als Determinanten des Umgangs mit dynamischen Systemen. *Sprache und Kognition*, 9(3), 143–154.
- Greiff, S., Krkovic, K. & Nagy, G. (2014). The systematic variation of task characteristics facilitates the understanding of task difficulty: A cognitive diagnostic modeling approach to complex problem solving. *Psychological Test and Assessment Modeling*, 56(1), 83–103.
- Gruber, H. & Stamouli, E. (2015). Intelligenz und Vorwissen. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (25–44). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Guedel, K. (2014). *Technikaffinität von Mädchen und Jungen der Sekundarstufe I*. Dissertation. Université de Genève, Genève.
- Hausmann, M. (2007). Kognitive Geschlechtsunterschiede. In S. Lautenbacher, O. Güntürkün & M. Hausmann (Hrsg.), *Gehirn und Geschlecht: Neurowissenschaft des kleinen Unterschieds zwischen Frau und Mann* (105–123). Heidelberg: Springer.
- Hirsch, E. (2002). *Frauen und Computer-Bildung in der Informationsgesellschaft: Informations- und Kommunikationstechnologie als Herausforderung frauenspezifischer Bildungsarbeit*. Klagenfurt: IFF.
- Holling, H., Preckel, F. & Vock, M. (2004). *Intelligenzdiagnostik*. Göttingen: Hogrefe.
- Hussy, W. (1984). *Zum Begriff der Problemschwierigkeit beim komplexen Problemlösen*. Trier: Univ. Trier.
- Hyde, J. S. & McKinley, N. M. (1997). Gender Differences in Cognition. In P. J. Caplan, M. Crawford, J. S. Hyde & J. T.E. Richardson (Hrsg.), *Gender differences in human cognition* (30–51). New York: Oxford University Press.

- Jackson, L. A., Ervin, K. S., Gardner, P. D. & Schmitt, N. (2001). Gender and the Internet: Woman Communicating and Men Searching. *Sex Roles*, 44(5/6), 363–379.
- Jacobs, C. & Petermann, F. (2007). Grundintelligenztest (CFT 20-R) von Rudolf Weiß (2006). *Diagnostica*, 53(2), 109–113.
- Janneck, M., Vincent-Höper, S. & Ehrhardt, J. (2013). The Computer-Related Self Concept: A Gender-Sensitive Study. *International Journal of Social and Organizational Dynamics in IT*, 3(3), 1–16.
- Jerusalem, M. & Mittag, W. (1999). Selbstwirksamkeit, Bezugsnormen, Leistung und Wohlbefinden in der Schule. In M. Jerusalem & R. Pekrun (Hrsg.), *Emotion, Motivation und Leistung* (223–245). Göttingen: Hogrefe.
- Jones, M. G., Brader-Araje, L., Carboni, L. W., Carter, G., Rua, M. J., Banilower, E., et al. (2000). Tool time: Gender and Students' Use of Tools, Control, and Authority. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 760–783.
- Kerres, M. (2016). E-Learning vs. Digitalisierung der Bildung: Neues Label oder neues Paradigma? In A. Hohenstein (Hrsg.), *Handbuch E-Learning: Expertenwissen aus Wissenschaft und Praxis; Strategien, Instrumente, Fallstudien*. Köln: Dt. Wirtschaftsdienst.
- Koch, G. & Winker, G. (2003). Genderforschung im geschlechterdiffernten Feld der Technik: Perspektiven für die Gewinnung von Gestaltungskompetenz. In K. Eble & M. Welker (Hrsg.), *Mädchen machen Medien: Stärkung der IT- und Medienkompetenz von Mädchen und jungen Frauen am Beispiel des Landesleitprojekts „medi@girls“* (31–40).
- Linn, M. C. & Petersen, A. C. (1985). Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis. *Child Development*, 56(6), 1479.
- Maier, P. H. (1999). Räumliches Vorstellungsvermögen: Ein theoretischer Abriß des Phänomens räumliches Vorstellungsvermögen; mit didaktischen Hinweisen für den Unterricht. Donauwörth: Auer.
- 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.
- Marsden, N. & Kempf, U. (2014). Einleitung. In N. Marsden & U. Kempf (Hrsg.), *Gender-UseIT. HCI, Usability und UX unter Gendergesichtspunkten* (1–11). s.l.: De Gruyter.
- Mielke, R. (1984). *Lernen und Erwartung: Zur Selbst-Wirksamkeits-Theorie von Albert Bandura*. Stuttgart: Huber.
- Müller, O. (2002). *Entwicklung und Förderung des Selbstkonzepts*. Aarau: Sauerländer.
- Mummendey, H. D. (2006). *Psychologie des "Selbst": Theorien, Methoden und Ergebnisse der Selbstkonzeptforschung*. Göttingen: Hogrefe.
- OECD (2013). *PISA 2012 Results: Ready to Learn: Students' engagement, drive and self-beliefs (Volume III)*. Paris: OECD Publishing.
- R core Team (2016). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna Austria: the R Foundation for Statistical Computing.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R. & Lehnik, A. (2000). Selbstkonzept der Begabung, Erfolgserwartungen und Lernleistung. In F. Försterling, J. Stiensmeier-Pelster & L.-M. Silny (Hrsg.), *Kognitive und emotionale Aspekte der Motivation* (77–97). Göttingen: Hogrefe.
- Richardson, J. T.E. (1997). Introduction to the Study of Gender Differences in Cognition. In P. J. Caplan, M. Crawford, J. S. Hyde & J. T.E. Richardson (Hrsg.), *Gender differences in human cognition* (1–38). New York: Oxford University Press.
- Richter, T., Naumann, J. & Horz, H. (2001). Computer Literacy, computerbezogene Einstellungen und Computernutzung bei männlichen und weiblichen Studierenden. In H. Oberquelle, R. Oppermann & J. Krause (Hrsg.), *Mensch & Computer 2001* (71–80). Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Rüscher, G. (2004). *Psychobiologische Korrelate der Interfacebedienung bei Frauen und Männern*. Dissertation. Universität Hamburg, Hamburg.
- Ruthsatz, V., Rahe, M., Schürmann, L., Quaiser-Pohl, C. (2019). Girls' Stuff, boys' stuff and mental rotation: fourth graders rotate faster with gender-congruent stimuli. *Journal of cognitive psychology*, 31(2), 225-239.
- Schaumburg, H. (2004). Laptops in der Schule - ein Weg zur Überwindung des Digital Divide zwischen Jungen und Mädchen? *Zeitschrift für Medienpsychologie*, 16(4), 142–154.
- Schoppek, W. & Putz-Osterloh, W. (2003). Individuelle Unterschiede und die Bearbeitung komplexer Probleme. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 24(3), 163–173.
- Steele, C. M. (1997). A threat in the air: How Stereotypes Shape Intellectual Identity and Performance. *American Psychologist*, 52(6), 613–629.

- 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.
- Stemmann, J. & Lang, M. (2016a). Personen-, System- und Situationsmerkmale als Einflussfaktoren auf den problemlösenden Umgang mit technischen Alltagsgeräten. *Journal of Technical Education (JOTED)*, 4(2), 128–150.
- Stemmann, J. & Lang, M. (2016b). Wodurch wird die Interaktion mit technischen Alltagsgeräten zum Problem? Identifikation und Analyse schwierigkeitsbestimmender Merkmale im Umgang mit technischen Systemen. In J. Menthe, D. Höttecke, T. Zabka, M. Hammann & M. Rothgangel (Hrsg.), *Befähigung zu gesellschaftlicher Teilhabe: Beiträge der fachdidaktischen Forschung (247–260)*. Münster: Waxmann.
- Stemmann, J. & Lang, M. (2018). Eignet sich die logfilegenerierte Explorationsvollständigkeit als Prozessindikator für den Wissenserwerb im problemlösenden Umgang mit technischen Alltagsgeräten? *Journal of Technical Education (JOTED)*, 6(1), 185–199.
- Stemmann, J. (2019). Das technische Selbstkonzept als Einflussfaktor auf das Problemlösen in User-Interface-Interaktionen: Möglichkeiten der Diagnose. *Bildung & Beruf*, 2(1), 6–11.
- Subrahmanyam, K. & Greenfield, P. M. (1994). Effect of Video Game Practice on Spatial Skills in Girls and Boys. *Journal of Applied and Developmental Psychology*, 15(1), 13–32.
- Tigges, A. (2008). *Geschlecht und digitale Medien: Entwicklung und Nutzung digitaler Medien im hochschulischen Lehr-/Lernkontext*. Wiesbaden: VS Verlag.
- Tully, C. J. (2003). *Mensch - Maschine - Megabyte: Technik in der Alltagskultur. Eine sozialwissenschaftliche Hinführung*. Opladen: Leske + Budrich.
- van Ackeren, I. (2018). Einleitung. In I. van Ackeren, M. Kerres & S. Heinrich (Hrsg.), *Flexibles Lernen mit digitalen Medien ermöglichen: Strategische Verankerung und Erprobungsfelder guter Praxis an der Universität Duisburg-Essen (11–16)*. Münster: Waxmann.
- Vollmeyer, R. & Imhof, M. (2007). Are There Gender Differences in Computer Performance? If So, Can Motivation Explain Them? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 21(3/4), 251–261.
- Wächter, C. (2003). *Technik-Bildung und Geschlecht*. München: Profil-Verl.
- Weiß, R. H. (2006). *CFT 20-R: Grundintelligenztest Skala 2. Revision*. Göttingen: Hogrefe.
- Whitley, B. E. (1997). Gender Differences in Computer-Related Attitudes and Behavior: A Meta-Analysis. *Computers in Human Behavior*, 13(1), 1–22.
- Wirth, J. (2004). *Selbstregulation von Lernprozessen*. Dissertation, Humboldt-Univ. Münster: Waxmann.
- Wittmann, W. W. & Hatrup, K. (2004). The relationship between performance in dynamic systems and intelligence. *Systems Research and Behavioral Science*, 21(4), 393–409.
- Wüstenberg, S., Greiff, S., Molnár, G. & Funke, J. (2014). Cross-national gender differences in complex problem solving and their determinants. *Learning and Individual Differences*, 29, 18–29.
- Zühlke, D. (2005). *Ueware-Engineering - brauchen wir eine neue Technikdisziplin?* In K. Karrer & K.-P. Timpe (Hrsg.), *Beiträge zur Mensch-Maschine-Systemtechnik aus Forschung und Praxis (29–34)*. Düsseldorf: Symposium.

DR. JENNIFER STEMMANN

Universität Duisburg-Essen, Technologie und Didaktik der Technik

Universitätsstraße 15, 45141 Essen

Jennifer.Stemmann@uni-due.de

Zitieren dieses Beitrags:

Stemmann, Jennifer. (2019). Gendergerechte Technik – eine Herausforderung für das Lernen in einer digitalen Welt? *Journal of Technical Education (JOTED)*, 7(1), 32–52.