

Aus dem Institut für Medizinische Soziologie und  
Rehabilitationswissenschaft  
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Technik und Digitalisierung in Gesundheitsberufen  
Technology and digitalisation in health occupations

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor rerum medicinalium (Dr. rer. medic.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Jan Zöllick

aus Hamburg

Datum der Promotion: 04.06.2021

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abstrakt Deutsch</b> .....	<b>i</b>
<b>Abstract Englisch</b> .....	<b>ii</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1. Stand der Forschung.....	2
1.2. Fragestellungen .....	6
<b>2. Methodik</b> .....	<b>7</b>
2.1. Fragebogen .....	7
2.2. Skalen und Definitionen .....	9
2.3. Vorgehen .....	11
2.4. Fallzahlplanung und Stichprobenbeschreibung .....	11
2.5. Umgang mit fehlenden Werten.....	14
2.6. Analysen .....	14
<b>3. Ergebnisse</b> .....	<b>15</b>
3.1. Selbstfahrende Fahrzeuge .....	16
3.2. Professionelle Pflegekräfte.....	21
<b>4. Diskussion</b> .....	<b>23</b>
4.1. Limitationen .....	26
<b>5. Literaturverzeichnis</b> .....	<b>28</b>
<b>Eidesstattliche Erklärung</b> .....	<b>32</b>
<b>Anteilerklärung an den erfolgten Publikationen</b> .....	<b>33</b>
<b>Auszüge aus der Journal Summary List und Publikationen</b> .....	<b>34</b>
Publikation 1: Zoellick, J. C., Kuhlmeiy, A., Schenk, L., Schindel, D., & Blüher, S. (2019). Assessing acceptance of electric automated vehicles after exposure in a realistic traffic environment. PLOS ONE, 14(5), e0215969.....	34
Publikation 2: Zoellick, J. C., Kuhlmeiy, A., Schenk, L., Schindel, D., & Blüher, S. (2019). Amused, accepted, and used? Attitudes and emotions towards automated vehicles, their relationships, and predictive value for usage intention. Transportation Research Part F, 65, 68-78. ....	60
Publikation 3: Zöllick, J. C., Kuhlmeiy, A., Nordheim, J., & Blüher, S. (2020). Akzeptanz von Technik in unterschiedlichen Funktionsbereichen der professionellen Pflege. Monitor Pflege, 6(1), 21-25. ....	75
<b>Lebenslauf</b> .....	<b>81</b>
<b>Publikationsliste</b> .....	<b>83</b>
<b>Danksagung</b> .....	<b>85</b>

## Abstrakt

Die Strukturen gesundheitlicher Versorgung unterliegen einem tiefgreifenden Wandel durch zunehmende Technisierung und Digitalisierung, die sich durch den flächendeckenden Einsatz neuer, komplexerer und vernetzter Technologien auszeichnet. Die vorliegende Promotionsschrift widmet sich diesem Wandel über zwei Anwendungsbeispiele, erstens einem Mobilitätsangebot auf dem Klinikgelände und zweitens der pflegerischen Tätigkeit, die beide am Universitätsklinikum Charité – Universitätsmedizin Berlin durchgeführt wurden und durch ähnliche Diskurse um ökonomische, soziale und ethische Möglichkeiten und Grenzen sowie vergleichbaren methodologischen Zugang verbunden sind. Die Hauptfragestellung der Promotionsschrift lautet „*Welche Möglichkeiten und Grenzen zunehmender Technisierung und Digitalisierung zeigen sich in der gesundheitlichen Versorgung für erstens infrastrukturelle Maßnahmen und zweitens professionelle Selbstwahrnehmung?*“ Diese wird für beide Bereiche spezifiziert und in testbare Hypothesen übersetzt. In zwei Fragebogenstudien mit  $N = 125$  Passagieren selbstfahrender Fahrzeuge auf dem Klinikgelände der Charité und mit  $N = 355$  professionellen Pflegekräften wurden Einstellungen zu selbstfahrenden Fahrzeugen bzw. dem Einsatz von (digitaler) Technik in der pflegerischen Tätigkeit anhand standardisierter Skalen erfasst. Die Passagiere der selbstfahrenden Fahrzeuge nahmen diese als sicher wahr, akzeptierten sie, vertrauten ihnen und würden sie künftig wieder nutzen. Bei der Vorhersage künftiger Nutzungsintentionen war die Akzeptanz der stärkste Prädiktor. Das Alter war negativ mit der Nutzungsintention assoziiert, das Geschlecht hatte keine prädiktive Wirkung. Die professionellen Pflegekräfte akzeptierten (digitale) Technik dann, wenn sie körperlich schwere Arbeit unterstützte, dem Monitoring oder der Dokumentation diene. Zur sozialen und emotionalen Unterstützung eingesetzt, wurde sie kritischer bewertet. Führungskräfte bewerteten diesen Technikeinsatz positiver als Pflegekräfte ohne Leitungsfunktion, schätzten Technikeinsatz in den anderen Pflegefunktionen aber ähnlich ein. Insgesamt war die Stichprobe technikaffin. Die vorliegenden Studien stützten die jeweiligen Forschungsstände größtenteils. So haben insgesamt positiv bewertete selbstfahrende Fahrzeuge Potentiale, als Ergänzung von Mobilitätsangeboten die Fortbewegung und Navigation in einer Klinikinfrastruktur zu verbessern und (digitale) Technik im Pflegesetting kann – unter Berücksichtigung der professionellen Selbstwahrnehmung – zu höherer Zufriedenheit führen und Prozesse effizienter gestalten. Wesentliche Versprechen der Technisierung und Digitalisierung zur Gesundheitsversorgung können somit eingelöst werden. Limitierend ist anzuführen, dass beide Studien auf Gelegenheitsstichproben beruhen und somit Selektionseffekten ausgesetzt sind. Der Fragebogen als Instrument der Datenerhebung weist methodische Grenzen dahingehend auf, als dass die Antwortenden sich ihren Einstellungen bewusst sein müssen. Weitere Forschungen mit Methodenmix und Zufallsstichproben sind vielversprechend.

## Abstract

Structures of healthcare provision are subject to profound changes because of mechanisation and digitalisation characterised by comprehensive application of novel, complex, and connected technologies. This dissertation addresses this change via two examples, namely automated vehicles on the premises of a clinic and professional nursing, both situated at the Charité – Universitätsmedizin Berlin and connected through similar discourses on economic, social, and ethical potentials and limitations, as well as through similar methodological approaches. The main question of this dissertation is “*What potentials and limitation of increasing mechanisation and digitalisation are apparent in structural preconditions and professional identification in healthcare?*” This question is specified for both areas of interest and translated into testable hypotheses. In two questionnaire studies with N = 125 passengers of automated vehicles on the premises of the clinic and with N = 355 professional nurses attitudes towards automated vehicles and nursing, respectively, were addressed using standardised scales. Passengers evaluated the vehicles as safe, accepted and trusted them, and would use them again in the future. Acceptance was the strongest predictor of intention to use in regression analyses. Age was negatively associated with intention to use, and gender did not have predictive power. Professional nurses accepted (digital) technologies when they offered physical support, monitoring, or documentation functions. Deployed for social and emotional support, technologies were viewed critically. Nursing supervisors evaluated technologies for social and emotional support more positively than nurses. The sample was generally affine towards technologies. The present studies provided additional evidence on potentials and limitations of (digital) technologies already discussed in existing literature. Positively perceived automated vehicles offer potentials supplementing mobility and navigation services within the clinic infrastructure, and digital technologies in care settings can – considering the nurses’ professional self-identifications – lead to higher satisfaction and increase efficiency of care processes. Essential promises of mechanisation and digitalisation in healthcare can thus be kept. Limitations of the present studies include ad hoc sampling methods that introduce selection biases. Questionnaires as data collection methods are limited by the need of participants to be able to reflect on their attitudes before communicating them. Additional research using mixed methods and random sampling offer promising and additional insights.

## 1. Einleitung

Die Strukturen gesundheitlicher Versorgung unterliegen einem tiefgreifenden Wandel durch zunehmende Technisierung und Digitalisierung, die sich durch den flächendeckenden Einsatz neuer, komplexerer und vernetzter Technologien auszeichnet. Eng gefasst beschreibt Digitalisierung dabei die „Übersetzung von physischen in digitale Daten, die von Computern verarbeitet werden können“, z.B. Papier in PDFs [1 para. 1 (Übersetzt durch den Autor)]. Weiter gefasst ist die Digitalisierung „die Art und Weise, wie viele Bereiche des sozialen Lebens durch digitale Kommunikation und Medieninfrastrukturen umstrukturiert werden“ [2 S. 5 (Übersetzt durch den Autor)] und kann synonym für die große Erzählung vom technikgestützten Fortschritt verstanden werden [3]. In Debatten um den Einsatz digitaler Technologien in der medizinischen und pflegerischen Versorgung wird vor allem ein großer Nutzen von der Analyse großer Datenmengen (Big Data), der Aufhebung der Raumgebundenheit von Versorgung (Tele-Medizin und Tele-Pflege), der Vernetzung von Gesundheitsdaten (elektronische Gesundheitsakte) oder der Kostenoptimierung durch effizientere Prozesse erwartet [4, 5].

Die oben beschriebenen Entwicklungen haben auf unterschiedlichen Ebenen Konsequenzen für Patient\*innen, Gesundheitsberufe, Verwaltungen und andere im Gesundheitswesen tätige Akteure. Die vorliegende Promotionsschrift befasst sich anhand von zwei Anwendungsbeispielen der Infrastruktur und der Professionen mit wichtigen Elementen gesundheitlicher Versorgung.

Infrastruktur beschreibt die notwendigen baulichen und technischen Voraussetzungen für die medizinische Versorgung durch ein Klinikum und beinhaltet neben Räumlichkeiten, Gebäuden und technischem Equipment auch die geeignete Anbindung für Liefer- und Personenverkehr. Bezogen auf die Digitalisierung sind vor allem die flächendeckende, dauerhafte Verfügbarkeit von Elektrizität und Internetverbindungen essentielle Elemente der Infrastruktur für die erfolgreiche Integration digitaler Anwendungen in bestehende Versorgungsprozesse. In der vorliegenden Promotionsschrift wird Infrastruktur vor allem über selbstfahrende Fahrzeuge als digitales und technisches Mobilitätsangebot für Beschäftigte und Patient\*innen und in dem Zusammenhang mit den verbundenen Mobilitätsmuster auf dem Gelände eines Klinikums behandelt (Artikel 1 [6] und Artikel 2 [7]).

Das zweite Anwendungsbeispiel zielt schwerpunktmäßig auf die pflegerische Versorgung und dabei auf die Arbeitsbedingungen des Personals, ihre Vorstellungen und Rollenbilder, Identifikation und Motivation, sowie professionelle Selbstverständnisse. Während Infrastruktur wesentliche strukturelle Voraussetzungen der Gesundheitsversorgung thematisiert, behandelt die Analyse professioneller Sichtweisen die subjektiv bewerteten Bedingungen und Veränderungen, die durch Prozesse der Technisierung und Digitalisierung im

Gesundheitswesen entstehen. Dies beinhaltet neue Anforderungen an die Kompetenzen des medizinischen und pflegerischen Fachpersonals, Veränderungen in der Beziehung zwischen Fachpersonal und Patient\*innen oder transdisziplinäre Zusammenarbeit mit Akteuren, die traditionell nicht Teil der Gesundheitsversorgung sind [5]. Die vorliegende Promotionsschrift analysiert professionelle Sichtweisen durch eine Befragung von Pflegekräften in Bezug auf digitale und technische Aspekte ihrer Arbeit, die Einfluss auf praktische Tätigkeiten wie auch auf das professionelle Selbstverständnis haben (Artikel 3 [8]).

Die Promotionsschrift besteht somit aus Artikeln zu zwei Themenfeldern (Infrastruktur und pflegerische Tätigkeit), die trotz offenkundiger Unterschiede durch einige Gemeinsamkeiten innerhalb der größeren Klammer Technisierung und Digitalisierung in der gesundheitlichen Versorgung verbunden sind. So teilen sich beide Felder z.B. denselben Raum des Klinikums der Charité – Universitätsmedizin Berlin. In beiden Feldern geht der Einsatz von (digitaler) Technik mit dem (vermuteten) Ersatz menschlicher Arbeitskraft einher – Fahrzeugführung einerseits und direkter zwischenmenschlicher Kontakt im pflegerischen Handeln durch Tele-Pflege und Pflegeroboter andererseits. Gleichsam dient (digitale) Technik in beiden Feldern dazu, Prozesse effizienter und sicherer zu gestalten; Technisierung und Digitalisierung in beiden Feldern sind also durch sehr ähnliche Vorstellungen und Versprechen gekennzeichnet. Methodologisch ist der Zugang zu beiden Forschungsfeldern durch die Nutzung von Fragebögen mit teilweise denselben Instrumenten gleich. Analytisch werden ähnliche Verfahren des Umgangs mit fehlenden Werten oder der Auswertung der Daten eingesetzt. An einigen Stellen ist eine getrennte Darstellung nach Themenfeldern sinnvoll (z.B. Beschreibungen der Forschungsstände, Hypothesen oder Stichproben). Diese forschungsprozessbedingte zwischenzeitliche Trennung innerhalb der Promotionsschrift soll jedoch die engen Verknüpfungen nicht überdecken.

### **1.1. Stand der Forschung**

Der Stand der Forschung gliedert sich in drei Abschnitte. Der erste Abschnitt beschreibt die infrastrukturellen Voraussetzungen und Rahmenbedingungen eines Universitätsklinikums generell und der Charité – Universitätsmedizin Berlin speziell. Besonders die strategischen Ziele der Informationstechnologie (IT) verdeutlichen die Verknüpfungen zwischen Infrastruktur und pflegerischem Handeln innerhalb der Charité. Im zweiten Abschnitt wird die Literatur zu Einstellungen gegenüber selbstfahrenden Fahrzeugen rezipiert. Der dritte Abschnitt legt dar, wie in bisherigen Studien professionelle Pflegekräfte zur Technisierung und Digitalisierung ihres Berufs stehen. Weiterführende Literatur findet sich in den Publikationen, die Bestandteil dieser Promotionsschrift sind [6-8].

**1.1.1. Infrastruktur eines Universitätsklinikums.** Jedes Klinikum ist raumbunden, d.h. es besteht aus einem oder mehreren Gebäuden auf einem Gelände mit Anfahrts- und

Verbindungswegen, die gemeinsam seine physische Form bilden. Die Gestaltung dieser physischen Form folgt traditionell in erster Linie funktionalen medizinischen und organisatorischen Aspekten (z.B. Verringerung von Infektionsrisiken durch Freiflächen zwischen Gebäuden) [9]. Ab dem späten 19. Jahrhundert wurden diese Aspekte jedoch durch ökonomische Überlegungen zur Kostensenkung und Standardisierung von Verfahren ergänzt, bevor ab Mitte des 20. Jahrhunderts auch ästhetische Aspekte zur Gesundheit von Patient\*innen und Stressreduktion des Personals berücksichtigt wurden [9].

Das in dieser Promotionsschrift betrachtete Universitätsklinikum Charité – Universitätsmedizin Berlin wurde im Jahr 1710 als Pesthaus errichtet und nach Ausbleiben der Epidemie zunächst als Heilstätte für die arme Berliner Bevölkerung genutzt. Im 19. Jahrhundert erlangte die Charité Universitätsstatus, vereinte alle klinischen Bereiche in sich und avancierte schließlich zu einer der prestigeträchtigsten Kliniken und medizinischen Ausbildungsstätten Europas [10]. Funktionale Aspekte in der physischen Form des Klinikums sind eng mit der geschichtlichen Entwicklung verzahnt, was sich in der Distanz zur als krankheitserregend wahrgenommenen Stadt, den Bereichen zur Suchteindämmung und schließlich der Präsenz von Seminarräumen und Hörsälen widerspiegelt [9].

Wie wichtig die IT für die medizinische Versorgung im 21. Jahrhundert ist, stellt der Geschäftsbereich IT der Charité in seinem IT-Rahmenkonzept 2008-2013 dar: „Die Bewältigung der verschiedenen Aufgaben in Forschung, Krankenversorgung und Lehre ist heute ohne eine umfassende Informationsverarbeitung nicht mehr möglich“ [11 S. 16]. Zentrale strategische Ziele für die IT sieht der GB IT [11 S. 17-18] u.a. in folgenden Punkten:

- „die Vervollständigung der implementierten patientenbezogenen, strukturierten, elektronischen Krankenakte
- die schrittweise Einführung von Informationssystem-Architekturen, die kooperative, patientenzentrierte und einrichtungsübergreifende Versorgung unterstützen
- die Workflow-Unterstützung bei der Patientenversorgung
- [...]
- die Einführung leistungsfähiger, praktisch nutzbarer mobiler Informations- und Kommunikationswerkzeuge für die Patientenversorgung“.

Diese IT-bezogenen Ziele der Charité wirken auf die Forschungsgegenstände der hier vorgestellten Promotionsschrift. Die seit April 2018 an den Charité-Campi Mitte und Virchow-Klinikum eingesetzten, selbstfahrenden Fahrzeuge haben enge Verbindungen zu den letztgenannten drei Zielen. Dabei erfüllen sie die Funktion eines Campus-spezifischen Wegeleitsystems, stellen ein mobiles Informations- und Kommunikationswerkzeug für die Patientenversorgung dar, indem sie über Bildschirme informieren und sind als Transportmittel

zur Klinik in den Workflow der Patientenversorgung integriert. Der aktuelle Forschungsstand zur Akzeptanz von selbstfahrenden Fahrzeugen wird im nächsten Kapitel beschrieben.

Die Relevanz der strategischen IT-Ziele für den Pflegeberuf wird ebenfalls deutlich. Hier gehen besonders die ersten beiden Ziele mit veränderten Kompetenzanforderungen einher, was das Erlernen neuer Systeme und Technologien angeht. Auch die Beziehung zu anderen Akteuren der Patientenversorgung und zu den Patient\*innen selbst wird entsprechend neu verhandelt. Das Thema Veränderung des Pflegeberufs durch die Digitalisierung und Technisierung wird in Kapitel 1.1.3 angesprochen.

**1.1.2. Selbstfahrende Fahrzeuge.** Der Automatisierungsgrad von Fahrzeugen wird nach der U.S.-amerikanischen National Highway Traffic and Safety Administration (NHTSA) in sechs Stufen von vollständig manueller Bedienung (Level 0) bis zur vollständig maschinellen Bedienung (Level 5) klassifiziert. Von selbstfahrenden Fahrzeugen wird ab Level 4 – „The vehicle is capable of performing all driving functions under certain conditions“ – gesprochen [12 S. 4]. In der wissenschaftlichen Literatur finden sich zahlreiche Versprechen und Hoffnungen zu selbstfahrenden Fahrzeugen, z.B. bezüglich Nachhaltigkeit durch Emissionsreduktion von Treibhausgasen [13], oder gesundheitsfördernder Faktoren wie der Reduktion von Verkehrsunfällen [14].

Für die vorliegende Arbeit ist vor allem der Forschungsstand zur Akzeptanz, dem Vertrauen oder der Nutzungsintention von selbstfahrenden Fahrzeugen von Interesse. Erkenntnisse hierzu sind vor allem in Studien mit hypothetischen Szenarien oder Simulationen erlangt worden [7]. Diese besagen, dass Akzeptanz, Vertrauen und Nutzungsintention mittelhoch bis hoch ( $.35 \leq r \leq .74$ ) korrelieren und somit recht eng miteinander verknüpft sind [15, 16]. Geschlechts und Alterseffekte auf die Nutzungsintention werden zwar den Stereotypen entsprechend formuliert – junge Personen eher als ältere und Männer eher als Frauen würden selbstfahrende Fahrzeuge nutzen und bewerten sie positiver [17] – in der Empirie finden sich jedoch widersprüchliche Befunde [16, 18]. Kritisch zu reflektieren ist an dieser Stelle, dass die externe Validität von hypothetischen Szenarien und Simulationsstudien eher gering ist – ob sich diese Befunde auch bei Markteintritt von selbstfahrenden Fahrzeugen replizieren lassen und in tatsächliches Handeln übersetzen, ist bezogen auf diesen Forschungskorpus unklar. Einzig Bernhard et al. [19], Madigan et al. [20], sowie Nordhoff et al. [21] berichten über Einstellungen zu selbstfahrenden Fahrzeugen nachdem die Versuchspersonen eine Fahrt erlebt hatten. Bernhard et al. [19] befragten insgesamt  $N = 942$  Passagiere zwischen 4 und 89 Jahren ( $M = 45,2$  Jahre;  $SD = 19,3$  Jahre) vor ( $N = 578$ ) und nach ( $N = 364$ ) der 600 m langen, kostenlosen Fahrt mit zwei Haltestellen in Mainz. Für den Fragebogen nutzten sie angepasste Skalen der Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) [22] nebst selbsterstellten Items zur wahrgenommenen Sicherheit, Valenz und zu Eigenschaften des

Fahrzeugs (z.B. Bremsung oder Geschwindigkeit). Der stärkste Prädiktor für Nutzungsintention war die Leistungserwartung (performance expectancy) weit vor der Valenz an zweiter Stelle. Alter und Geschlecht hatten weder prädiktiven Wert für die Nutzungsintention, noch korrelierten sie signifikant mit dem Outcome. Madigan et al. [20] befragten  $N = 315$  Passagiere zwischen 9 und 65 Jahren nach der (mehrfachen) 2,5 km langen, kostenlosen Fahrt mit acht Haltestellen in Trikala, Griechenland. Dabei nutzten sie die Skalen der Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) [22]. Die stärksten Prädiktoren für die Nutzungsintention von selbstfahrenden Fahrzeugen waren die Leistungserwartung (performance expectancy) und der Unterhaltungswert (hedonic motivation). Geschlecht und Alter hatten diesbezüglich keinen prädiktiven Wert, allerdings korrelierte das Alter negativ mit allen Dimensionen des eingesetzten Modells, was für junge Menschen als besonders interessierte Zielgruppe spricht. Nordhoff et al. [21] befragten  $N = 274$  Fahrgäste (Alter:  $M = 34,9$  Jahre;  $SD = 14,2$  Jahre) nach ihrer 700 m langen, kostenlosen Fahrt mit drei Haltestellen auf einem Campusgelände in Berlin. Dabei nutzten sie eine Mischung aus selbst-konstruierten Fragen und standardisierten Instrumenten, die sie anschließend gemeinsam einer Hauptkomponentenanalyse unterzogen. Sie identifizierten die drei Faktoren Nutzungsintention, Charakteristiken von Shuttle und Services, sowie Effektivität des Shuttles, die keinen Zusammenhang mit Geschlecht oder Alter aufwiesen, untereinander jedoch schwach bis mittelhoch korrelierten. Die Akzeptanz gegenüber den Fahrzeugen war hoch ausgeprägt.

Zusammenfassend zeigt sich, dass bisherige Befunde zu selbstfahrenden Fahrzeugen über geringe externe Validität und damit Verlässlichkeit verfügen, und dass durch Varianz an Messinstrumenten und Methoden Komplexität erzeugt wird [7]. Verschiedene Einstellungen gegenüber den Fahrzeugen (Akzeptanz, Vertrauen und Nutzungsintention) scheinen eng zusammenzuhängen; Alters- und Geschlechtseffekte folgen jedoch eher stereotypen theoretischen Überlegungen als empirischen Befunden.

**1.1.3. Technisierung und Digitalisierung in der Pflege.** Der Pflegeberuf zeichnet sich durch eine große Varianz unterschiedlicher Anforderungen und Aufgaben aus. Zu diesen zählen im Wesentlichen körperliche Unterstützung, soziale und emotionale Unterstützung, Monitoring und Dokumentation der Pfl egetätigkeiten [23]. Für all diese Funktionen stehen technische und digitale Hilfsmittel zur Verfügung, die die Pflegearbeit ergänzen sollen [24]. Beispielhaft seien an dieser Stelle Exoskelette, die Roboterrobbe Paro, Sensorik zur Sturzerkennung (engl. *Ambient Assisted Living*), sowie Tablet-gestützte Dokumentation im ambulanten Setting genannt [25].

Der aktuelle Stand der Technisierung und Digitalisierung variiert stark zwischen Pflegefachrichtungen und Settings der Pflege. Während in der Intensivpflege oder im

operativen Bereich bereits seit längerem vernetzte Geräte zum Einsatz kommen (wie etwa kontinuierliches Monitoring der Vitalparameter), sind andere Bereiche wie die Altenpflege im Pflegeheim durch höhere Anteile körperlicher, sowie sozialer und emotionaler Arbeit gekennzeichnet. Entsprechend schwanken die Ergebnisse zur Technikaffinität bei Pflegekräften. In einer Befragung durch die Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) beschrieben sich die  $N = 576$  schriftlich befragten Pflegekräfte im Durchschnitt als technikaffin mit generell positiven Einschätzungen auf Technikfolgen [26]. Diese Befunde einer hohen Technikaffinität werden von O'Sullivan et al. [27] gestützt, die  $N = 205$  Pflegekräfte in Pflegeheimen speziell zu Informations- und Kommunikationstechnologien befragt hatten. Im Kontrast hierzu berichten Dockweiler et al. [28] in ihrer Studie mit  $N = 371$  ambulanten Pflegekräften, dass diese ihre eigenen Kompetenzen im Umgang mit telematischen Anwendungen als gering einschätzten und am stärksten Vorbehalte gegenüber einer Kontrolle durch Technik hatten, sowie eine „Entmenschlichung“ der Pflege befürchteten.

Systematische Reviews geben darüber hinaus Einblick, wie technische und digitale Tools von professionellen Pflegekräften bewertet werden. So schätzen Pflegekräfte Roboter, wenn sie ihnen physische Arbeit abnehmen, lehnen sie jedoch ab und nehmen sie als Konkurrenz wahr, sobald sie soziale und emotionale Aufgaben übernehmen [29]. Die Betonung von Menschlichkeit und Wärme als zentrale Elemente beruflicher Selbstidentifizierung im Kontrast zur kühlen, programmierten Maschine wird auch durch qualitative Studien deutlich [30]. Eine besonders kritische Evaluation einer Telepflegeanwendung wurde von Kristoffersson et al. [31] vorgelegt. Die  $N = 150$  befragten Pflegekräfte bemängelten u.a., wie unpersönlich Pflege durch diese Art der Technologie werde, dass Gefahren vom mobilen Endgerät für die Gepflegten auftreten, und dass sie nach Ausprobieren der Technik kein Interesse an der weiteren Nutzung hätten.

Zusammenfassend zeigt sich, dass die Funktion der sozialen und emotionalen Unterstützung eine besondere Rolle für Pflegekräfte in ihrer professionellen Selbstwahrnehmung darstellt. Die Literatur ist hingegen uneindeutig, ob es sich bei Pflegekräften um eine technikaffine Berufsgruppe handelt.

## **1.2. Fragestellungen**

Die folgende Fragestellung bildet den Kern dieser Promotionsschrift: *Welche Möglichkeiten und Grenzen zunehmender Technisierung und Digitalisierung zeigen sich in der gesundheitlichen Versorgung für erstens infrastrukturelle Maßnahmen und zweitens professionelle Selbstwahrnehmung?*

Diese übergeordnete, beide Themenfelder der Promotionsschrift gleichermaßen betreffende Fragestellung wird je nach spezifischem Untersuchungsgegenstand – selbstfahrende Autos und professionelle Pflegekräfte – in konkrete Unterfragen und Hypothesen übersetzt. Auch wenn zunächst getrennt dargestellt, werden diese im Verlauf der Promotionsschrift mit Blick auf die Kernfragestellung zusammengeführt und gemeinsam diskutiert.

Für die Studie zu den selbstfahrenden Fahrzeugen lautet die Frage:

- Wie hoch ist die Akzeptanz, wahrgenommene Sicherheit und Nutzungsintention, sowie das Vertrauen in selbstfahrende Fahrzeuge von Personen nach ihrer Fahrt und welche Potentiale lassen sich für die Infrastruktur eines Universitätsklinikums ableiten?

Diese Frage knüpft an die in Artikel 2 formulierten und an Verhaltensmodellen orientierten Hypothesen an [7 S. 70]:

- Die Konstrukte Akzeptanz, Vertrauen, wahrgenommene Sicherheit und Nutzungsintention korrelieren.
- Junge Männer berichten signifikant höhere Werte in ihrer Akzeptanz, ihrem Vertrauen und ihrer Nutzungsintention als junge Frauen, alte Frauen und alte Männer.
- Soziodemographische Merkmale (Alter und Geschlecht) verlieren ihre Vorhersagekraft für Nutzungsintention mit Hinzunahme von latenten Konstrukten (Akzeptanz, Vertrauen und wahrgenommene Sicherheit).

In Bezug auf die Pflegekräfte ergeben sich die folgenden Hypothesen und explorativen Fragestellungen [8 S. 21-22]:

- Pflegekräfte weisen signifikant geringere Akzeptanz und negativere Einstellungen gegenüber Technik zur sozialen und emotionalen Unterstützung auf, als gegenüber Technik in den anderen drei Pflegebereichen.
- Führungskräfte weisen eine vergleichsweise höhere Technikakzeptanz in den Pflegebereichen soziale und emotionale Unterstützung und Dokumentation und eine vergleichsweise niedrigere Technikakzeptanz in den Bereichen körperliche Unterstützung und Monitoring auf, als Pflegekräfte ohne Leitungsfunktion.
- Explorativ: Wie technikaffin schätzen sich Pflegekräfte ein?

## **2. Methodik**

In diesem Kapitel werden die Wahl des Fragebogens als passende Erhebungsmethode in beiden Forschungsfeldern begründet und die Fragebögen der beiden Studien dargestellt. Anschließend werden die verwendeten Konstrukte zur Messung der Einstellungen definiert

und die Skalen beschrieben. Darauf folgen die Schilderung des Vorgehens in den beiden Studien und die Stichprobenbeschreibungen. Letztlich werden der Umgang mit fehlenden Werten sowie die Analysemethoden zur Beantwortung der Fragestellung dargelegt, die in beiden Studien dieselben sind.

## 2.1. Fragebogen

Zur Beantwortung der Fragestellung(en) eignet sich die Methode der Befragung. Diese ermöglicht den Teilnehmer\*innen, subjektiv die Möglichkeiten und Grenzen zunehmender Technisierung und Digitalisierung zu beschreiben und zu bewerten. Unter Nutzung inferenzstatistischer Verfahren können damit Rückschlüsse von den aggregierten Daten der erhobenen Stichproben auf die Meinungen einer größeren Grundgesamtheit gewonnen werden [32]. Damit hat die Befragung den Anspruch, aussagekräftig für die Gruppe der Nutzer\*innen selbstfahrender Fahrzeuge und der professionellen Pflegekräfte zu sein – unter Berücksichtigung bestimmter Limitationen und Charakteristika der Befragten. Allgemeine Limitationen der Methodik sind u.a. eine gewisse Oberflächlichkeit der Ergebnisse aufgrund der reflexiven Ebene, auf der die Befragung stattfindet, Interpretierbarkeit in der Formulierung der Items, sowie Intransparenz und Diversität im Kontext der Beantwortung insbesondere bei Abwesenheit der Studienleitung wie bei der Online-Befragung [32 S. 398-399]. Auf die spezifischen Limitationen der hier eingesetzten Befragungen und die Übertragbarkeit auf die jeweilige Grundgesamtheit wird in Kapitel 5 eingegangen.

In der Studie zu selbstfahrenden Fahrzeugen wurden doppelseitige, papierbasierte Fragebögen mit insgesamt 36 Fragen eingesetzt. Der Vorteil der papierbasierten Umsetzung war, dass die Befragten direkt nach dem Ausstieg aus dem Fahrzeug mit den Eindrücken der Fahrt noch sehr präsent Auskunft geben konnten. Dies erzeugte weniger Verzerrung als eine Online-Befragung zu einem späteren Zeitpunkt. Außerdem wurde durch dieses Vorgehen ein standardisiertes Prozedere erwirkt, das die Vergleichbarkeit der Personen sicherstellte. Der Fragebogen enthielt drei soziodemographische Fragen zum Alter (\_\_\_ Jahre), Geschlecht (männlich/weiblich/keine Angabe) und PKW-Führerscheinbesitz (ja/nein). Im Anschluss wurde danach gefragt, wie stark die Emotionen Vergnügen, Angst, Überraschung und Langeweile jeweils mithilfe von drei Items auf einer symmetrischen Skala *sehr schwach* (1) bis *sehr stark* (5) erlebt wurden [33, 34]. Drei validierte Aussagen zum Vertrauen [15], drei zur Nutzungsintention [35] und vier zur wahrgenommenen Sicherheit [35], jeweils auf einer Skala von *stimme nicht zu* (1) bis *stimme zu* (5), sowie neun Fragen zur Akzeptanz in einem semantischen Differential [36] machten die Einstellungsfragen des Fragebogens aus. Hinzu kam die selbsterstellte Frage zur wahrgenommenen Sicherheit insgesamt auf einer Skala *sehr unsicher* (1) bis *sehr sicher* (5). Abgeschlossen wurde der Fragebogen mit einem offenen Feld mit der Bitte nach weiteren Kommentaren („Haben wir etwas nicht beachtet? Bitte geben Sie

uns Ihre Anmerkungen zum Projekt oder zu den Fahrzeugen.“). Die Bearbeitung des Fragebogens dauerte etwa 5 Minuten.

Für die professionellen Pflegekräfte wurde eine Online-Befragung auf der Plattform Unipark eingerichtet, die je nach Beantwortung der Filterfragen zwischen 134 bis 156 Fragen umfasste. Die Online-Befragung ermöglichte es, räumlich entfernte Personen zu erreichen und somit unterschiedliche Sichtweisen und Kontexte zu berücksichtigen. Würde die Befragung lediglich in einer Stadt oder gar nur in einer Einrichtung durchgeführt, muss damit gerechnet werden, dass die geographische Zentrierung wesentliche Sichtweisen übersieht, da zu viel Kontext der Befragten geteilt wird. Ein weiterer Vorteil der Online-Befragung ist die einfache Umsetzung von Filterfragen, von denen Gebrauch gemacht wurde. Auf der ersten Seite wurden über das Ziel der Studie, Teilnahmebedingungen und Datenschutz, voraussichtliche Bearbeitungsdauer und die Möglichkeit, bei Teilnahme ein Tablet zu gewinnen, informiert. Der Beginn des Fragebogens folgte somit dem anonymen informed consent. Inhaltlich bestand der Fragebogen aus fünf Blöcken. Der erste Block beinhaltete soziodemographische Fragen wie Alter, Geschlecht, Schulbildung und Berufsbildungsabschluss, Beruf, Arbeitsort (Krankenhaus, Pflegeheim oder Häuslichkeit), Leitungsfunktion und Arbeitserfahrung. Im zweiten Block wurde die Technikaffinität zu elektronischen Geräten (TA-EG) mithilfe von 18 validierten Aussagen (z.B. „Elektronische Geräte erhöhen die Sicherheit.“) auf einer Skala von *trifft gar nicht zu* (1) bis *trifft voll zu* (5) erfasst [37]. Der dritte Block präsentierte zehn ausgewählte Technologien in der Pflege (z.B. Hebehilfen oder Sturzsensoren), zu denen die Teilnehmenden ihre Kenntnis (ja/nein), ihren Zugang (ja/nein) und ihre Nutzungshäufigkeit (nie/selten/manchmal/häufig) angeben konnten. Filter wurden so gesetzt, dass nur diejenigen mit Kenntnis ihren Zugang angeben konnten und diejenigen mit Zugang ihre Nutzungshäufigkeit. Der vierte Block bestand aus selbsterstellten Aussagen, dass die Einrichtung „gut auf die zunehmende Technisierung und Digitalisierung des Gesundheitswesens vorbereitet“ ist von *stimme nicht zu* (1) bis *stimme zu* (4), und dass Technik gern genutzt wird, wenn sie am Arbeitsplatz bereitgestellt wird von *stimme nicht zu* (1) bis *stimme zu* (4), sowie der Frage über die Sinnhaftigkeit des Technikeinsatzes in den Funktionen körperliche Unterstützung, soziale und emotionale Unterstützung, Monitoring und Dokumentation auf der Skala *nicht sinnvoll* (1) bis *sehr sinnvoll* (4). Der letzte Block widmete sich den vier Pflegebereichen körperliche Unterstützung, soziale und emotionale Unterstützung, Monitoring und Dokumentation. Insgesamt 13 Einstellungsfragen (z.B. „Technische Systeme [im Bereich X] in der Pflege stehen im Kontrast zum Berufsbild der Pflege.“) wurden auf einer Skala von *trifft gar nicht zu* (1) bis *trifft voll zu* (5) präsentiert, gefolgt von einer standardisierten Akzeptanzskala mit neun Items als semantisches Differential (z.B. „nützlich \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ nutzlos“) [36]. Den Abschluss bildeten die Aussage, dass der Fragebogen die „wesentlichen Themen zu Technik in der Pflege abgedeckt“ hat mit den

Antwortmöglichkeiten *stimme zu* (5) bis *stimme nicht zu* (1), ein Kommentarfeld für weitere Anmerkungen („Haben wir irgendetwas nicht bedacht? Wir freuen uns, wenn Sie Ihre Kommentare zum Einsatz von Technik in der Pflege ergänzen.“) und die Frage, ob an der Verlosung eines Tablets teilgenommen werden möchte (ja/nein). Die Bearbeitung des Fragebogens dauerte nach Ausschluss zweier Extremwerte (3999 min und 1033 min) im Median 14 Minuten ( $M = 16$  min;  $SD = 20$  min).

## 2.2. Skalen und Definitionen

Der Fragebogen zu selbstfahrenden Fahrzeugen enthielt latente Konstrukte zu den Einstellungen Akzeptanz, Vertrauen, wahrgenommene Sicherheit und Nutzungsintention, sowie zu den Emotionen Vergnügen, Angst, Überraschung und Langeweile. Die Definition aller Konstrukte findet sich in Tabelle 1.

Tabelle 1.

### *Definitions of the Eight Latent Constructs Applied in the Pilot-study*

<b>Concept</b>	<b>Definition</b>
Acceptance	Direct attitudes towards a system, i.e. predispositions to respond, or tendencies in terms of 'approach/avoidance' or 'favourable/unfavourable' [36 S.2]
Perceived safety	A subjective evaluation of the hazard for the physical condition of the passenger both generally and with consideration of attention/distraction [35 S. 51]
Trust	The belief that allows users to willingly become vulnerable to automated vehicles after having considered its characteristics [38 S. 106]
Intention to use	A person's location on a subjective probability dimension involving a relation between oneself and taking a ride in an automated vehicle [39 S. 288]
Amusement	The conscious experience of positive valence and high arousal belonging as a shade to the emotional family of joy [40, 41]
Fear	The conscious experience of negative valence and high arousal related to but more activating than distress with a high potential to trigger behavioural responses of 'fight or flight' [40]
Surprise	The conscious experience of high arousal triggered by misexpected (positive or negative) stimuli resulting in a short-lasting impetus for behaviour [40]
Boredom	The conscious experience of slightly negative valence and low arousal resulting from indifference and languidness [40, 41]

*Anmerkung.* Tabelle übernommen von Zoellick et al. [6, Tabelle 1, S. 4].

Der Fragebogen zu den Einstellungen der Pflegekräfte enthielt das Konstrukt Technikaffinität, definiert „als eine Persönlichkeitseigenschaft, die sich in einer positiven

Einstellung, in Begeisterung und Vertrauen einer Person gegenüber Technik ausdrückt“ [37 S. 194]. Dieses beinhaltete die vier Dimensionen Begeisterung, Kompetenz, positive Sicht auf technische Veränderungen und negative Sicht auf technische Veränderungen. Das verwendete Akzeptanzkonstrukt entsprach dem aus dem Fragebogen zu selbstfahrenden Fahrzeugen und zeigt die Gemeinsamkeit in der Einschätzung unterschiedlicher Aspekte der Technisierung und Digitalisierung. Alle anderen Fragen und Aussagen wurden nicht als definitionsbedürftige, eigenständige, latente Konstrukte etabliert, sondern auf einer manifesten Ebene analysiert. Hierzu zählen themenspezifische Einstellungen zu Aspekten der Technisierung und Digitalisierung wie z.B. das wirtschaftliche Interesse der Einführung solcher Anwendungen, eine Gefährdung für die Gepflegten oder den eigenen Arbeitsplatz, sowie der Verlust menschlicher Wärme in der professionellen Tätigkeit.

### **2.3. Vorgehen**

Die Befragung zu den selbstfahrenden Fahrzeugen wurde zur Langen Nacht der Wissenschaften am 05.06.2018 an den Charité Campi Mitte und Virchow-Klinikum von vier Mitarbeiter\*innen des Instituts für medizinische Soziologie und Rehabilitationswissenschaft durchgeführt. Dabei wurden die am stärksten frequentierten Haltestellen an beiden Campi identifiziert und aussteigende Fahrgäste von den Studienleiter\*innen angesprochen. Damit handelt es sich um eine Gelegenheitsstichprobe.

Der Online-Fragebogen zur Technik in der Pflege stand den Pflegekräften vom 20.08. bis 31.12.2018 zur Verfügung. Die Rekrutierung erfolgte mehrstufig; erstens über zwei Meldungen in der Mitgliederzeitschrift des Deutschen Pflegeverbands (DPV), zweitens über Social-Media-Aktivitäten des DPV und drittens über Kontakte zur Pflegeschule an der Charité – Universitätsmedizin Berlin. Auch hier wurde eine Gelegenheitsstichprobe verwendet.

### **2.4. Fallzahlplanung und Stichprobenbeschreibung**

Für beide Studien wurde eine Fallzahlplanung sowie eine Analyse der tatsächlich erreichten Teststärke mithilfe von G\*Power 3.1 [42] durchgeführt.

Bei den selbstfahrenden Fahrzeugen wurden für die Korrelationsanalysen (bivariate normal model, two-tailed) folgende Parameter gesetzt:  $\rho H1 = .20$ , alpha-level  $\alpha = .05$ , test power  $1-\beta = .80$  und  $\rho H0 = .00$ . Für die Regressionsanalyse wurden folgende Parameter gesetzt: effect size  $f^2 = 0.10$ , alpha-level  $\alpha = .05$ , test power  $1-\beta = .80$  und 5 Prädiktoren. Die Schätzung der Effektgrößen ( $\rho H1 = .20$  und  $f^2 = 0.10$ ) folgte der Überlegung, dass auch kleine Effekte mit einer hohen Wahrscheinlichkeit ( $1-\beta$ ) akkurat gefunden werden sollten. Damit wurde eine Stichprobengröße von  $N = 193$  angestrebt.

Zur Langen Nacht der Wissenschaften fuhren insgesamt  $N = 535$  Personen mit den selbstfahrenden Fahrzeugen. Es wurde eine Stichprobengröße von  $N = 125$  Personen erreicht (Rücklaufquote von 23%), von denen niemand ausgeschlossen wurde. Die Stichprobe hatte ein durchschnittliches Alter von 33.00 Jahren ( $SD = 16.35$  Jahre), bestand zu 50% aus Frauen und zu 69% aus Personen mit einem PKW-Führerschein. Die tatsächliche Stichprobengröße von final  $N = 125$  ergab eine erreichte Teststärke von  $1-\beta = .61$  für Korrelationen und  $1-\beta = .77$  für Regressionsanalysen, ceteris paribus.

Für die Berechnung der Stichprobengröße für Mittelwertvergleiche bei den Pflegekräften wurden für ANOVAs (repeated measures, within factors) folgende Parameter gesetzt: Effect size  $f = 0.10$ , Signifikanzniveau  $\alpha = .001$ , test power  $1-\beta = .80$ , Gruppenanzahl  $n = 1$ , Anzahl der Messungen = 4, Korrelation zwischen den Messungen  $r = .50$ , Nonsphäritätskorrektur  $e = 1$ . Für  $t$ -Tests (difference between two independent means) wurden folgende Parameter gesetzt: Effect size  $d = 0.40$ , Signifikanzniveau  $\alpha = .012$ , test power  $1-\beta = .80$  und Verhältnis der Gruppengrößen  $N_2/N_1 = 2$ . Die Schätzung der Effektgrößen ( $f = 0.10$  und  $d = 0.40$ ) folgte der Überlegung, dass auch kleine Effekte mit einer hohen Wahrscheinlichkeit ( $1-\beta$ ) akkurat gefunden werden sollten. Mit diesen Parametern wurde eine Stichprobengröße von  $N = 274$  angestrebt.

Insgesamt nahmen  $N = 502$  Personen an der Befragung teil. 128 Personen wurden aus der Datenanalyse ausgeschlossen, weil sie weniger als 50% des Fragebogens beantworteten. Zusätzliche 16 Personen fielen heraus, weil ihr Beruf außerhalb der pflegerischen Tätigkeit zu verorten war (z.B. Apotheker, Zahnarzt oder Lehrerin). Letztlich bestanden drei Personen nicht die üblichen Plausibilitätschecks (z.B. widersprüchliches Antwortverhalten oder unplausible Bearbeitungszeit). Nach Ausschluss verblieben  $N = 355$  Personen für die Analysen, deren soziodemographische Charakteristika in Tabelle 2 aufgelistet sind. Der typische Fall bestand in einer 41 Jahre alten Krankenpflegerin mit Berufsausbildung im Krankenhaus ohne Leitungsposition mit mehr als 5 Jahren Berufserfahrung ( $M = 22.22$  Jahre,  $SD = 11.21$  Jahre). Die tatsächliche Stichprobengröße von final  $N = 355$  ergab eine erreichte Teststärke von  $1-\beta = .93$  für die ANOVAs und  $1-\beta = .87$  für  $t$ -Tests mit unabhängigen Gruppen, ceteris paribus.

Tabelle 2.

*Strichprobenbeschreibung Datensatz Pflegekräfte*

<b>Variablen</b>	<b>Gesamt</b>	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>
Teilnehmer*innen	355	273 (78%)	79 (22%)
Alter (MW Jahre, SD)	40.94 (12.71)	41.33 (12.73)	39.30 (12.41)
Höchster Schulabschluss			
Volks- und Hauptschule	8 (2%)	7 (3%)	1 (1%)
Mittlere Reife / Realschule	132 (37%)	113 (41%)	18 (23%)
Fachhochschulreife	66 (19%)	41 (15%)	25 (32%)
Hochschulreife / Abitur	144 (41%)	108 (40%)	34 (43%)
Berufsbildender Abschluss			
Berufsausbildung	229 (65%)	173 (63%)	53 (67%)
Fachhochschulabschluss	70 (20%)	59 (22%)	11 (14%)
Hochschulabschluss	31 (9%)	19 (7%)	12 (15%)
Beruf			
Krankenpflegehelfer/in	11 (3%)	5 (2%)	6 (8%)
Altenpflegehelfer/in	14 (4%)	10 (4%)	3 (4%)
Krankenschwester/-pfleger	190 (54%)	148 (54%)	41 (52%)
Altenpfleger/in	47 (13%)	33 (12%)	13 (17%)
Kinderkrankenschwester/-pfleger	22 (6%)	20 (7%)	2 (3%)
In Ausbildung	10 (3%)	8 (3%)	2 (3%)
Andere	59 (17%)	47 (17%)	12 (15%)
Arbeitseinrichtung			
Krankenhaus	220 (62%)	165 (60%)	54 (68%)
Pflegeheim	51 (14%)	35 (13%)	15 (19%)
Arztpraxis	3 (1%)	3 (1%)	0 (0%)
Sozialstation / Pflegedienst	36 (10%)	31 (11%)	4 (5%)
Freiberuflich	10 (3%)	8 (3%)	2 (3%)
Reha-Einrichtung	9 (3%)	9 (3%)	0 (0%)
Andere	24 (7%)	20 (7%)	4 (5%)
Arbeitsfunktion			
Ohne Leitungsfunktion	181 (51%)	135 (50%)	44 (56%)
Mit Leitungsfunktion	106 (30%)	85 (31%)	20 (25%)
Einrichtungsleitung	16 (5%)	12 (4%)	4 (5%)
Andere	48 (14%)	37 (14%)	11 (14%)
Berufserfahrung			
Weniger als 1 Jahr	11 (3%)	8 (3%)	3 (4%)
1-3 Jahre	50 (14%)	40 (15%)	10 (13%)
3-5 Jahre	37 (10%)	25 (9%)	10 (13%)
5 Jahre oder länger	256 (72%)	199 (73%)	56 (71%)

*Anmerkung.* Drei Personen gaben kein Geschlecht an; mit Ausnahme der Zeile „Teilnehmer\*innen“ wurden Prozentangaben spaltenweise berechnet; fehlende Werte wurden ausgeschlossen.

## 2.5. Umgang mit fehlenden Werten

Das Vorgehen zum Umgang mit fehlenden Werten war in beiden Themenfeldern identisch. In beiden Datensätzen wurde zunächst die Anzahl der fehlenden Werte ermittelt und anschließend ihre Struktur mithilfe von Littles MCAR-Test nachvollzogen. Hierbei wird mithilfe eines Chi-Quadrat-Tests getestet, ob die fehlende Werte eine komplett zufällige Verteilung über die Variablen aufweisen ( $p > .05$ ) oder ob fehlende Werte sich bei bestimmten Variablen häufen, also nicht komplett zufällig verteilt sind ( $p \leq .05$ ). Hieran schloss sich ein Blick in die Daten an, insbesondere um eine etwaige Häufung fehlender Werte auf bestimmten Variablen zu erklären. Konnte der Mechanismus Missing at Random (MAR) angenommen werden, wurden die fehlenden Werte mithilfe des Expectation Maximisation Algorithmus' von SPSS 25.0 imputiert. Hierbei wird jeder fehlende Wert als Outcome einer linearen Regressionsgleichung mit den anderen Variablen des Datensatzes als Prädiktoren geschätzt. Dadurch liegt jeder geschätzte Wert auf der Regressionsgerade, was potentiell die Varianz der Variablen unterschätzt. Dennoch wird dieses Vorgehen bei geringen Anteilen von fehlenden Werten empfohlen [43]. Geschätzte Werte wurden anschließend außer beim Geschlecht nicht gerundet, auch wenn sie außerhalb des möglichen Antwortspektrums lagen, da ein Runden Schätzfehler verstärken würde. Daran schlossen sich für die Datensätze beider Studien Sensitivitätsanalysen an. Diese bestanden in  $t$ -Tests zwischen dem ursprünglichen Datensatz (paarweiser Fallausschluss) und dem imputierten auf allen Variablen mit mehr als 5% fehlenden Werten.

## 2.6. Analysen

Zunächst wurden die validierten Skalen mithilfe von Reliabilitäts- und explorativen Faktorenanalysen (EFAs) mit Hauptkomponentenextraktion unter obliquen Rotation (direct oblimin) auf ihre statistischen Eigenschaften überprüft. Dies stellte sicher, dass nicht fälschlicherweise heterogene Konstrukte verwendet wurden, die einen Zusammenhang unterschätzen würden. Dafür wurde zunächst der gesamte Datensatz verwendet, um die Datenstruktur zu verstehen. Anschließend wurde die Hauptkomponentenanalyse nebst Reliabilitätsanalyse separat für jede Skala durchgeführt. Für alle Skalen und einzelne Items, die sich nicht zu Skalen aggregierten, wurden statistischen Eigenschaften mithilfe deskriptiver Itemstatistiken ermittelt. Zusätzlich wurde mithilfe von  $t$ -Tests mit Bonferroni-Korrektur ermittelt, ob der Skalenmittelwert signifikant vom mathematischen Skalenmittel abweicht. Anschließend wurden je nach Fragestellung unterschiedliche Analysemethoden angewandt. Alle Analysen wurden mithilfe von SPSS 25.0 und der Erweiterung Amos für Strukturgleichungsmodelle durchgeführt. Die Analysen werden der Übersichtlichkeit getrennt nach Themenfeldern dargestellt, weil sie sich an den inhaltlich verschiedenen Hypothesen orientieren. Auf die Gemeinsamkeiten innerhalb der verbindenden Klammer Technisierung

und Digitalisierung in der gesundheitlichen Versorgung wird im Verlauf und in der Diskussion vertieft eingegangen.

**2.6.1. Selbstfahrende Fahrzeuge.** Die erste Hypothese zu der Höhe von Akzeptanz, wahrgenommener Sicherheit und Nutzungsintention, sowie des Vertrauens in selbstfahrende Fahrzeuge lässt sich mithilfe von deskriptiven Statistiken beschreiben und mit zweiseitigen *t*-Tests für eine Stichprobe gegen den neutralen Skalenmittelwert prüfen (korrigiertes Signifikanzniveau von  $\alpha = .01$ ).

Für die zweite Hypothese wurden Korrelationen nach Pearson *und* Spearman eingesetzt, da die Likert-Items ordinalskaliert waren und damit eine der grundlegenden Annahmen parametrischer Verfahren missachtet wurde [44]. Das Signifikanzniveau wurde auf  $\alpha = .05$  gesetzt.

Für die dritte Hypothese wurde der Datensatz im Median des Alters geteilt und insgesamt vier einseitige MANOVAs mit Alter und Geschlecht als Faktoren und Akzeptanz, Vertrauen, wahrgenommene Sicherheit und Nutzungsintention als Outcomes berechnet (korrigiertes Signifikanzniveau von  $\alpha = .001$ ).

Die vierte Hypothese wurde mithilfe hierarchischer linearer Regressionen beantwortet, in denen zunächst Alter und Geschlecht als Prädiktoren für die Nutzungsintention agierten, die anschließend schrittweise um Akzeptanz, Vertrauen und wahrgenommene Sicherheit ergänzt wurden (Signifikanzniveau von  $\alpha = .05$ ).

**2.6.2. Pflegekräfte.** Die erste Hypothese zur unterschiedlichen Wahrnehmung von Technikeinsatz in den vier Pflegefunktionsbereichen wurde mithilfe von insgesamt 14 ANOVAs mit Messwiederholung geprüft, bei denen Akzeptanz und die Einstellungsfragen als Outcomes dienten (korrigiertes Signifikanzniveau von  $\alpha = .001$ ).

Für die zweite Hypothese wurden insgesamt vier einseitige *t*-Tests für unabhängige Stichproben (Pflegekräfte und Führungskräfte als Gruppierung) mit der Akzeptanz als Outcome berechnet (korrigiertes Signifikanzniveau von  $\alpha = .012$ ).

Die dritte explorative Fragestellung wurde mithilfe von vier zweiseitigen *t*-Tests für eine Stichprobe gegen den neutralen Skalenmittelwert für jede der vier TA-EG-Dimensionen beantwortet (korrigiertes Signifikanzniveau von  $\alpha = .012$ ).

### 3. Ergebnisse

Die Ergebnisdarstellung erfolgt der Übersichtlichkeit halber getrennt nach Studien. Dies ist den themenspezifischen Fragestellungen geschuldet. Betont wird in der folgenden Diskussion jedoch, dass beide Themenfelder durch Charakteristika von Prozessen der Technisierung und

Digitalisierung eng verzahnt sind. Methodisch-analytische Gemeinsamkeiten treten allerdings bereits in diesem Kapitel in den Vordergrund.

Zunächst werden die Ergebnisse der Studie zu selbstfahrenden Fahrzeugen als infrastrukturelles Element des Universitätsklinikums Charité beschrieben. Anschließend wird dargelegt, wie die befragten professionellen Pflegekräfte und ihre Führungskräfte die Technisierung und Digitalisierung ihres Berufs wahrnehmen.

### **3.1. Selbstfahrende Fahrzeuge**

Insgesamt befanden sich im Datensatz 3% fehlende Werte. Der MCAR-Test nach Little war signifikant ( $\chi^2 = 573.164$ ,  $df = 496$ ,  $p = .009$ ). Bei näherer Betrachtung stellte sich heraus, dass 55% der fehlenden Werte auf vier Personen zurückzuführen war, die größtenteils keine Angabe auf der Rückseite des doppelseitigen Fragebogens gemacht hatten. Dabei lag die Vermutung nahe, dass die Rückseite übersehen wurde. Entsprechend wurde der Mechanismus Missing at Random (MAR) angenommen und die fehlenden Werte imputiert. Lediglich auf sechs Items fehlten mehr als 5% der Werte. Die zur Sensitivitätsanalyse verwendeten  $t$ -Tests waren ausnahmslos nicht signifikant ( $t(240) \leq 0.196$ ,  $p \geq .844$ ). Demnach ist die Gefahr einer Verzerrung der Ergebnisse durch die Imputation als gering einzuschätzen.

Die statistischen Eigenschaften der Skalen waren größtenteils zufriedenstellend (Artikel 1). Bei der Skala zur Akzeptanz entsprach die extrahierte Hauptkomponente dem theoretischen Konstrukt, d.h. alle Items luden gemäß der Skala ohne Crossloadings. Bei den Skalen zu Vertrauen und Nutzungsintention waren ebenfalls alle Items der Hauptkomponente zugeordnet, allerdings mit Crossloadings. Die Skala zur wahrgenommenen Sicherheit ergab keine einheitliche Hauptkomponente, sondern die Items verteilten sich als Crossloadings auf andere Konstrukte. Bei den anschließenden skalenspezifischen Reliabilitätsanalysen ergaben sich größtenteils zufriedenstellende Werte (tau-kongenerisches  $\alpha \geq .69$ ).

Tabelle 3 zeigt die statistischen Eigenschaften aller latenter Konstrukte inkl. Reliabilitätskoeffizienten und  $t$ -Werten. Sie beantwortet ebenfalls Hypothese 1, nach der die Mittelwerte der Skalen zur Akzeptanz, wahrgenommenen Sicherheit, Nutzungsintention und Vertrauen in selbstfahrende Fahrzeuge signifikant ( $\alpha \leq .01$ ) vom mathematischen, neutralen Skalenmittelwert abweichen. Bei allen vier Skalen liegt der empirische Mittelwert über dem mathematischen.

Tabelle 3.

*Deskriptive Statistiken, zweiseitige t-Test-Ergebnisse und Reliabilitätskoeffizienten für die Einstellungen.*

Variable	Spannweite	Median	M (SD)	Schiefe	Exzess	t	$\alpha$
Akzeptanz	+2 bis -2	1.22	1.18 (0.70)	-0.96	0.80	18.73**	.91
Wahrgenommene Sicherheit	1 bis 5	3.33	3.29 (1.03)	-0.16	-0.54	3.12*	.69
Nutzungsintention	1 bis 5	4.00	3.68 (1.05)	-0.47	-0.77	7.22**	.83
Vertrauen	1 bis 5	3.27	3.29 (0.81)	-0.08	0.51	3.97**	.77

*Anmerkung.* N = 125; M = Mittelwert; SD = Standardabweichung;  $\alpha$  = tau-äquivalente Reliabilität. \* $p < .006$ . \*\* $p < .001$ .

Tabelle übersetzt und gekürzt übernommen von Zoellick et al. [7, Tabelle 2], basierend auf Zoellick et al. [6, Tabellen 9 und 10].

Für die zweite Hypothese wurden parametrische und nicht-parametrische Korrelationen der Konstrukte Akzeptanz, wahrgenommene Sicherheit, Nutzungsintention und Vertrauen berechnet. Tabellen 4 und 5 zeigen die Ergebnisse der parametrischen und nicht-parametrischen Korrelationen. Hiernach kann Hypothese 2 nicht widerlegt werden, da alle Konstrukte signifikant positiv korrelieren ( $.55 \leq r \leq .71$ ,  $p < .01$ ;  $.51 \leq \rho \leq .67$ ,  $p < .01$ ). Ergebnisse der nicht-parametrischen Korrelationen waren in vier Fällen geringfügig niedriger und in einem Fall geringfügig höher als Ergebnisse parametrischer Korrelationen. Diese Unterschiede (maximal .04) waren jedoch nicht bedeutsam.

Tabelle 4.

*Parametrische Korrelationen (Pearson) zwischen vier latenten Konstrukten.*

Konstrukte	Akzeptanz	Wahrgenommene Sicherheit	Nutzungsintention	Vertrauen
Akzeptanz	-			
Wahrgenommene Sicherheit	.61**	-		
Nutzungsintention	.60**	.58**	-	
Vertrauen	.56**	.71**	.55**	-

*Anmerkung.* N = 125; \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

Tabelle übersetzt und gekürzt übernommen von Zoellick et al. [7, Tabelle 3, S. 73].

Tabelle 5.

*Nicht-parametrische Korrelationen (Spearman) zwischen vier latenten Konstrukten.*

Konstrukte	Akzeptanz	Wahrgenommene Sicherheit	Nutzungsintention	Vertrauen
Akzeptanz	-			
Wahrgenommene Sicherheit	.58**	-		
Nutzungsintention	.57**	.58**	-	
Vertrauen	.58**	.67**	.51**	-

*Anmerkung.*  $N = 125$ ; \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

Tabelle übersetzt und gekürzt übernommen von Zoellick et al. [7, Tabelle 4, S. 74].

Ergebnisse für die dritte Hypothese nach Alters- und Geschlechtseffekten auf den vier Konstrukten Akzeptanz, wahrgenommene Sicherheit, Nutzungsintention und Vertrauen sind in den Tabellen 6 bis 9 dargestellt. Die Gruppengrößen nach Mediansplit des Alters unterschieden sich zwischen alten Männern ( $N = 25$ ), jungen Männern ( $N = 37$ ), alten Frauen ( $N = 22$ ) und jungen Frauen ( $N = 41$ ). Aufgrund signifikanter Box- und Levene-Tests sowie Pillais Spur wurden heterogene Varianz-Kovarianz-Matrizen angenommen und entsprechend bei allen MANOVAs das Signifikanzniveau auf  $\alpha = .001$  gesetzt. Die MANOVAs deuten Geschlechtsunterschiede auf allen vier Outcomes an ( $p \leq .022$ ), auch wenn nach Korrektur des Signifikanzniveaus nur für wahrgenommene Sicherheit ein geringerer  $p$ -Wert gefunden wurde. Unterschiede zwischen den beiden Altersgruppen bei Mediansplit waren am ehesten für Nutzungsintention und Vertrauen zu finden ( $p \leq .025$ ), verfehlten jedoch in beiden Fällen den Schwellenwert von  $\alpha = .001$ . Interaktionseffekte von Geschlecht und Alter waren auf allen Outcomes nicht signifikant.

Tabelle 6

*MANOVA-Ergebnisse mit Akzeptanz als Outcome*

Prädiktor	Quadratsummen	df	F	$p$	$\eta$
Konstante	159.21	1	337.98*	.000	.736
Geschlecht	2.69	1	5.72	.018	.045
Alter	0.60	1	1.28	.261	.010
Geschlecht*Alter	0.52	1	1.11	.293	.041
Fehler	57.00	121			

*Anmerkung.*  $N = 125$ ; aufgrund nicht-homogener Varianz-Kovarianzmatrizen wurde das Signifikanzniveau auf  $\alpha < .001$  gesetzt. \* $p < .001$ .

Tabelle übersetzt übernommen von Zoellick et al. [7, Tabelle 5, S. 74].

Tabelle 7

*MANOVA-Ergebnisse mit wahrgenommener Sicherheit als Outcome*

<b>Prädiktor</b>	<b>Quadrat-summen</b>	<b>df</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>η</b>
Konstante	0.00	1	0.00	.981	.000
Geschlecht	15.95	1	18.34*	.000	.13
Alter	0.13	1	0.15	.699	.001
Geschlecht*Alter	0.40	1	0.45	.499	.004
Fehler	105.22	121			

*Anmerkung.*  $N = 125$ ; aufgrund nicht-homogener Varianz-Kovarianzmatrizen wurde das Signifikanzniveau auf  $\alpha < .001$  gesetzt.  $*p < .001$ .

Tabelle übersetzt übernommen von Zoellick et al. [7, Tabelle 6, S. 74].

Tabelle 8

*MANOVA-Ergebnisse mit Nutzungsintention als Outcome*

<b>Prädiktor</b>	<b>Quadrat-summen</b>	<b>df</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>η</b>
Konstante	0.35	1	0.40	.531	.003
Geschlecht	5.89	1	6.72	.011	.053
Alter	7.83	1	8.93	.003	.069
Geschlecht*Alter	2.33	1	2.66	.106	.022
Fehler	106.12	121			

*Anmerkung.*  $N = 125$ ; aufgrund nicht-homogener Varianz-Kovarianzmatrizen wurde das Signifikanzniveau auf  $\alpha < .001$  gesetzt.  $*p < .001$ .

Tabelle übersetzt übernommen von Zoellick et al. [7, Tabelle 7, S. 75].

Tabelle 9

*MANOVA-Ergebnisse mit Vertrauen als Outcome*

<b>Prädiktor</b>	<b>Quadrat-summen</b>	<b>df</b>	<b>F</b>	<b>p</b>	<b>η</b>
Konstante	0.20	1	0.22	.643	.002
Geschlecht	4.95	1	5.40	.022	.043
Alter	4.70	1	5.12	.025	.041
Geschlecht*Alter	1.80	1	1.96	.164	.016
Fehler	111.02	121			

*Anmerkung.*  $N = 125$ ; aufgrund nicht-homogener Varianz-Kovarianzmatrizen wurde das Signifikanzniveau auf  $\alpha < .001$  gesetzt.  $*p < .001$ .

Tabelle übersetzt übernommen von Zoellick et al. [7, Tabelle 8, S. 75].

Ergebnisse für die vierte Hypothese nach der prädiktiven Eigenschaft von Alter, Geschlecht, Akzeptanz, wahrgenommene Sicherheit und Vertrauen für die Nutzungsintention als Outcome sind in Tabelle 10 dargestellt. Entsprechend der Hypothese sind die soziodemographischen

Aspekte signifikante Prädiktoren im ersten Modell. Geschlecht verliert an prädiktivem Gewicht, sobald latente Konstrukte hinzugenommen werden. Entgegen der Hypothese bleibt Alter auch im letzten Modell als Prädiktor signifikant. Den stärksten prädiktiven Wert (beta) im letzten, vollständigen Modell zeigt Akzeptanz.

Tabelle 10

*Hierarchische Regression mit Nutzungsintention als Outcome und Alter, Geschlecht, Akzeptanz, Vertrauen und wahrgenommene Sicherheit als Prädiktoren.*

	B	SE	$\beta$	p	$\Delta F$	R <sup>2</sup>	$\Delta R^2$
Modell 1					9.46***	.13	.13
Konstante	0.29	0.20	-	.154			
Alter	-0.02	0.01	-0.27	.002**			
Geschlecht	0.51	0.17	0.26	.003**			
Modell 2					57.61***	.41	.28
Konstante	-0.60	0.21	-	.004**			
Alter	-0.01	0.00	-0.22	.002**			
Geschlecht	0.25	0.14	0.13	.078			
Akzeptanz	0.78	0.10	0.55	.000***			
Modell 2					9.17**	.46	.04
Konstante	-0.44	0.21	-	.036*			
Alter	-0.01	0.00	-0.18	.013*			
Geschlecht	0.20	0.14	0.10	.160			
Akzeptanz	0.59	0.12	0.41	.000***			
Vertrauen	0.25	0.08	0.25	.003**			
Modell 2					7.21**	.49	.03
Konstante	-0.16	0.23	-	.466			
Alter	-0.01	0.00	-0.22	.002**			
Geschlecht	0.09	0.14	0.04	.537			
Akzeptanz	0.47	0.12	0.33	.000***			
Vertrauen	0.10	0.10	0.10	.330			
Wahrgen. Sicherheit	0.29	0.11	0.29	.008**			

*Anmerkung.* N = 125; Geschlecht: 0 = weiblich, 1 = männlich; \*p < .05; \*\*p < .01, \*\*\*p < .001  
Tabelle übersetzt übernommen von Zoellick et al. [7, Tabelle 9, S. 75].

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen: Die N = 125 Passagiere der selbstfahrenden Fahrzeuge bei der Langen Nacht der Wissenschaften 2018 gaben hohe Akzeptanz, wahrgenommene Sicherheit und Nutzungsintention sowie hohes Vertrauen an. Diese Konstrukte hängen eng miteinander zusammen. Alters- und Geschlechtseffekte, die sich an den jeweiligen Stereotypen orientieren (junge Befragte und Männer sind besonders affin), zeigen jedoch nur geringe Evidenz.

### 3.2. Professionelle Pflegekräfte

Im Datensatz der  $N = 355$  eingeschlossenen Teilnehmer\*innen befanden sich insgesamt 11% fehlende Werte. Littles MCAR-Test war signifikant ( $\chi^2 = 13018.395$ ,  $df = 12711$ ,  $p = .028$ ). Die nähere Analyse des Datensatzes ergab eine Häufung der fehlenden Werte im hinteren Teil des Fragebogens, sodass Abbrüche im Verlauf des Fragebogens als Erklärung anzuführen waren. Entsprechend wurde der Mechanismus Missing at Random (MAR) angenommen und die fehlenden Werte imputiert. Dieser Datensatz wies auf 67 Variablen mehr als 5% fehlende Werte auf. Die zur Sensitivitätsanalyse verwendeten  $t$ -Tests waren ausnahmslos nicht signifikant ( $t(635) \leq 1.38$ ,  $p \geq .168$ ). Demnach ist auch in diesem Datensatz die Gefahr einer Verzerrung der Ergebnisse durch die Imputation als gering einzuschätzen.

Die EFA mit den Items der Technikaffinität und der Akzeptanzskala ergab acht Faktoren, die die vier Subskalen der Technikaffinität (Begeisterung, Kompetenz, positive und negative Sicht auf Technikfolgen) sowie das Konstrukt Akzeptanz in den vier Pflegefunktionen beschrieben. Anschließende Reliabilitätsanalysen ergaben zufriedenstellende Werte (taukongenerisches  $\alpha \geq .67$ ).

In Tabelle 11 finden sich Ergebnisse der 14 ANOVAs mit Messwiederholung zur Prüfung der ersten Hypothese nach unterschiedlichen Einschätzungen je nach Pflegefunktion. Alle Einstellungen und die Akzeptanzskala wiesen signifikant unterschiedliche Einschätzungen je nach Pflegefunktion auf; in 13 Fällen wurde Technikeinsatz zur sozialen und emotionalen Unterstützung am negativsten eingeschätzt.

Tabelle 11

*Ergebnisse der ANOVAs mit Einstellungen zum Technikeinsatz in den vier Pflegebereichen*

Item	df	F	p	$\eta$	Abweichung (+ / -)
Akzeptanz	3	150.670	.000	0.299	Mon / Soz
Technische Systeme [im Bereich X]...					
... sind in erster Linie durch wirtschaftliche Interessen motiviert.	3	16.641	.000	0.045	Kör / Soz
... helfen dem Personal nicht.	3	80.783	.000	0.186	Kör / Soz
... entlasten das Personal.	3	69.874	.000	0.165	Kör / Soz
... gefährden meinen Arbeitsplatz.	3	57.176	.000	0.139	Dok / Soz
... machen meinen Arbeitsplatz attraktiver für mich.	3	137.135	.000	0.279	Dok / Soz
... finde ich nützlich in meiner Arbeit.	3	176.452	.000	0.333	Mon / Soz
... verbessern meine Arbeitsleistung.	3	117.242	.000	0.249	Mon / Soz
... ermöglichen mir, meine Aufgaben schneller zu erfüllen.	3	87.357	.000	0.198	Mon / Soz
... führen zum Verlust menschlicher Wärme.	3	160.599	.000	0.312	Dok / Soz
... stehen im Kontrast zum Berufsbild der Pflege.	3	121.363	.000	0.255	Dok / Soz
... erleichtern das Leben von Menschen mit Pflegebedarf.	3	69.099	.000	0.163	Kör / Dok
... beschränken die Freiheit von Menschen mit Pflegebedarf.	3	72.962	.000	0.171	Dok / Soz
... stellen eine Gefahr für Menschen mit Pflegebedarf dar.	3	61.675	.000	0.148	Dok / Soz

*Anmerkung.*  $N = 355$ ; die Spalte Abweichung benennt diejenigen Pflegefunktionen, deren Mittelwerte am stärksten inhaltlich positiv / negativ vom Gesamtmittelwert abweichen. Kör = körperliche Unterstützung; Soz = soziale und emotionale Unterstützung; Mon = Monitoring; Dok = Dokumentation.

Tabelle übernommen von Zöllick et al. [8, Tabelle 2, S. 23].

Die zweite Hypothese zu Unterschieden in der Akzeptanz von Technik in unterschiedlichen Pflegefunktionen zwischen Pflege- und Führungskräften ergab signifikante Ergebnisse für die soziale und emotionale Unterstützung, in der Führungskräfte den Technikeinsatz stärker akzeptierten ( $t(301) = -3.14$ ;  $p = .002$ ). Die anderen Pflegefunktionen zeigten keine signifikanten Unterschiede ( $t(301) \leq 1.11$ ;  $p \geq .269$ ).

Die dritte explorative Fragestellung untersuchte die Technikaffinität der Pflegekräfte. Tabelle 12 zeigt, dass die Pflegekräfte auf allen vier Dimensionen des TA-EG hohe

Technikaffinität aufweisen. Lediglich bei der Begeisterung verfehlte der  $p$ -Wert nach Bonferroni-Korrektur das Signifikanzniveau ( $t(301) = 2.10$ ;  $p = .037$ ). Die befragten Pflegekräfte können also als technikaffin charakterisiert werden.

Tabelle 12

*Deskriptive Statistiken, t-Test Ergebnisse und Reliabilitätskoeffizienten der TA-EG-Dimensionen*

Variable	Spannweite	Median	M (SD)	Schiefe	Exzess	t	$\alpha$
Begeisterung	1 bis 5	3.00	3.10 (0.90)	0.11	-0.65	2.10	.82
Kompetenz	1 bis 5	3.75	3.75 (0.75)	-0.32	-0.37	18.84**	.71
Pos. Sicht	1 bis 5	3.60	3.62 (0.61)	0.03	-0.03	19.30**	.71
Neg. Sicht	1 bis 5	2.75	2.86 (0.65)	-0.01	0.34	4.09**	.67

*Anmerkungen.*  $N = 355$ ; M = Mittelwert; SD = Standardabweichung;  $t$  = t-Wert;  $\alpha$  = tau-äquivalente Reliabilität.

Bonferroni-korrigiertes Signifikanzniveau bei \* $p < .012$ ; \*\* $p < .002$ .

Tabelle gekürzt übernommen von Zöllick et al. [8, Tabelle 1, S. 23].

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Technikeinsatz in der Pflegefunktion soziale und emotionale Unterstützung kritischer bewertet wird als Technikeinsatz in anderen Funktionen der Pflege. Hier unterschieden sich Pflegekräfte mit geringerer Akzeptanz zudem von ihren Vorgesetzten – im Kontrast zu den drei anderen Pflegefunktionen, in denen keine Unterschiede deutlich wurden. Pflegekräfte können jedoch insgesamt als eher technikaffine Gruppe betrachtet werden.

#### 4. Diskussion

Die vorliegende Promotionsschrift besteht aus Artikeln zu zwei Themenfeldern mit Bezug zur gesundheitlichen Versorgung (Infrastruktur eines Universitätsklinikums und pflegerische Tätigkeit), die sich durch Prozesse der Technisierung und Digitalisierung im Wandel befinden. In zwei Studien wurden mittels Fragebögen die Einstellungen von  $N = 125$  Passagieren zu selbstfahrenden Fahrzeugen auf dem Klinikgelände und die von  $N = 355$  professionellen Pflegekräften zur Digitalisierung und Technisierung in der Pflege erhoben. Ziel der vorgestellten Studien war es, die Wahrnehmung und Einstellungen gegenüber diesen Prozessen zu ermitteln, um Möglichkeiten und Grenzen technischer Entwicklungen aufzuzeigen. Möglichkeiten bieten sich für selbstfahrende Fahrzeuge durch die positiven Bewertungen in Bezug auf Akzeptanz, wahrgenommene Sicherheit, Nutzungsintention und Vertrauen – wesentliche Voraussetzungen für einen gewinnbringenden Einsatz als Campus-

spezifische Wegeleitsysteme, mobile Informations- und Kommunikationswerkzeuge für die Patientenversorgung und Transportmittel zur Klinik. Für die Pflegekräfte zeigten sich die Möglichkeiten vor allem in den Pflegefunktionen körperliche Unterstützung, Monitoring und Dokumentation, in denen (digitale) Technik als positive Ergänzungen ihrer vielschichtigen Arbeit bewertet wurde. Damit erscheinen die Prozesse der Digitalisierung und Technisierung in beiden Anwendungsbeispielen geeignet, ökonomische und soziale Potentiale auszuschöpfen und damit eine bessere Versorgungsstruktur zu fördern. Die wesentliche Grenze bei den Pflegekräften besteht vor allem im Technikeinsatz zur sozialen und emotionalen Unterstützung. Dieser stehe stärker im Kontrast zum Berufsbild der Pflege, führe eher zum Verlust menschlicher Wärme und sei wenig nützlich und entlastend in der eigenen Tätigkeit. Im Kontrast zu Technik in den anderen drei Funktionsbereichen, deren Mehrwert den Pflegekräften offensichtlich ist, handelt es sich bei sozialer und emotionaler Unterstützung um einen als nicht sinnvoll erachteten Technikeinsatz. Für die selbstfahrenden Fahrzeuge bestehen die Grenzen in dem untersuchten Setting. Ihre Rolle als Wegeleitsystem speziell für Patient\*innen auf dem Klinikgelände bedarf noch weiterer Forschung, ebenso wie die differenzierte Aufschlüsselung der Anforderungen von Patient\*innen und Mitarbeiter\*innen des Klinikums. Die Übertragung der vorliegenden Ergebnisse auf selbstfahrende Fahrzeuge im öffentlichen Straßenverkehr ist ebenfalls begrenzt. Aussagen in Bezug auf diese Anwendungsgebiete und Zielgruppen sind eingeschränkt und die hiesigen Grenzen lassen sich durch weitere Forschung näher benennen.

Die hier vorgestellten Studien reihen sich in die Literatur um Prozesse der Digitalisierung und Technisierung ein. Das Bundesministerium für Gesundheit und die Kassenärztliche Bundesvereinigung sind sich einig, dass (digitale) Technik wesentliche Vorteile für die Arbeit im klinisch-pflegerischen Setting bringt, indem Versorgungsstrukturen z.B. durch Tele-Medizin und -Pflege optimiert und Kompetenzen der Fachkräfte besser genutzt werden können [4, 5]. Digitalisierung wird dabei weit gefasst als „die Art und Weise, wie viele Bereiche des sozialen Lebens durch digitale Kommunikation und Medieninfrastrukturen umstrukturiert werden“ [2 S. 5 (Übersetzt durch den Autor)] und steht synonym für die große Erzählung vom technikgestützten Fortschritt [3]. Die selbstfahrenden Fahrzeuge stehen damit als spezifisches Beispiel einer (digitalen) Technik, die die Passagiere nach direktem physischem Erleben bewerten können; die Pflegekräfte hingegen konnten in ihrem Fragebogen allgemeine Einschätzungen zu unterschiedlichen (digitalen) Technologien angeben.

Die Ergebnisse der Passagierbefragung lassen sich einerseits mit den Studien vergleichen, in denen selbstfahrende Fahrzeuge direkt erlebbar waren [19-21]. Da hier ein ähnliches Setting und ähnlicher Erlebnishorizont der direkten Erfahrung vorherrschten, sind diese Studien ähnlich extern valide. Alle vier Studien nutzten Gelegenheitsstichproben, die mit

bestimmten Verzerrungen im Vergleich zu Zufallsstichproben einhergehen (z.B. Selbstselektion der Technikaffinen). Die hier präsentierte Stichprobe war mit N = 125 Personen jedoch nur halb bis ein Drittel so groß wie die anderen. Basierend auf der statistischen Power-Analyse und vor dem Hintergrund der starken Effekte z.B. bei den Korrelationen ist dieser Umstand als geringe Limitation einzuschätzen. Leistungserwartung (performance expectancy) und Valenz waren in den Studien von Bernhard et al. [19] und Madigan et al. [20] die stärksten Prädiktoren der Nutzungsintention. Die Items der Skala zu Leistungserwartungen (z.B. „I would find the system useful in my job“ oder „using the system increases my productivity“ [22 S. 460]) entstammen jedoch dem ökonomisch-industriellen Kontext und sind mit Begriffen wie Arbeit oder Produktivität nur bedingt auf automatisierte Technik sowie die Rolle als Passagier bzw. Kunde umzuformulieren. Daher fiel die Entscheidung in der vorliegenden Studie gegen diese Skala aus. Valenz ist jedoch ein zentrales Element der Akzeptanzskala, deren prädiktive Wirkung hier repliziert wurde. Die Studie von Nordhoff et al. [21] nutzte dieselbe Akzeptanzskala [36] und kam zu ähnlich hohen Ergebnissen. Damit fügt sich die vorliegende Studie zu selbstfahrenden Fahrzeugen lückenlos in die bestehende Literatur mit vergleichbarer externer Validität.

Andererseits erweitert die vorliegende Studie die Literatur an hypothetischen Szenarien und Simulationen. Die hohen Korrelationen der latenten Konstrukte Akzeptanz, Vertrauen, wahrgenommene Sicherheit und Nutzungsintention aus anderen Studien konnten auch mit höherer externer Validität repliziert werden [15, 16]. Effekte des Geschlechts auf die Nutzungsintention wurden in der vorliegenden Studie durch latente Konstrukte nivelliert. Dies stützt Befunde von Rödel et al. [18], widerspricht jedoch denen von Hohenberger et al. [16]. Das Alter blieb als negativer Prädiktor auch bei Berücksichtigung der latenten Konstrukte bestehen. Dies legt nahe, dass junge Menschen selbstfahrende Fahrzeuge eher auch künftig nutzen würden als ältere, was bereits von Nordhoff et al. [17] vermutet und von Hohenberger et al. [16] empirisch gezeigt wurde.

Selbstfahrende Fahrzeuge als spezifisches Beispiel digitaler Technik stellen realistische Möglichkeiten für eine effektive und effiziente Infrastruktur an einem Universitätsklinikum dar. Forschungsbedarf besteht bspw. in der differenzierten Aufschlüsselung der Anforderungen von Patient\*innen und Mitarbeiter\*innen des Klinikums und im öffentlichen Straßenverkehr. Das Setting auf dem Privatgelände mit einer anwesenden Begleitperson und Geschwindigkeitsbegrenzung von 12 km/h kann in weiterer Forschung ersetzt werden durch eine vollautomatisierte Fahrt auf öffentlichen Hauptstraßen.

Für die Pflegekräfte gibt die hier vorgestellte Studie deutliche Hinweise, dass es sich um eine technikaffine Berufsgruppe handelt. Die Studien von der BGW [26] und O'Sullivan et al. [27] legten dies bereits nahe, letztere ebenso mit dem TA-EG [37], der auch in dieser Studie

verwendet wurde. Diesen steht die Studie von Dockweiler et al. [28] gegenüber, die bei ambulanten Pflegekräften zu telematischen Anwendungen geringere Selbstzuschreibungen der technischen Kompetenz berichteten. Dieser Widerspruch könnte einerseits in unterschiedlicher Wahl der Methodik liegen, andererseits bei dem spezifischen Fokus von Dockweiler et al. [28] verglichen mit der allgemeinen Technikaffinität, die in der vorliegenden Studie erfragt wurde.

Die restlichen Befunde der Studie fügen sich in das Mosaik bisheriger Forschung ein. Wie Savela et al. [29] herausarbeiteten, bewerteten auch die hiesigen Pflegekräfte (digitale) Technik zur körperlichen Unterstützung, Dokumentation und zum Monitoring positiv; Technik zur sozialen und emotionalen Unterstützung wurde jedoch signifikant geringer akzeptiert. Besonders die Antworten auf die 13 Einstellungsfragen (z.B. zum Verlust menschlicher Wärme oder der Vereinbarkeit mit dem Berufsbild) decken sich mit qualitativen [30] und quantitativen Vorarbeiten [31], in denen die Kühle und „Entmenschlichung“ durch Technik kritisiert wurde. Doch gerade die menschliche Nähe und Zuwendung werden als zentrale Elemente der professionellen Selbstwahrnehmung und des Berufsbilds der Pflege gesehen. Entsprechend einfacher ist es, Hebehilfen und digitale Dokumentationsverfahren mit diesem Bild zu verbinden; soziale Roboter scheinen dem Bild folgend hier eher als (minderwertiger) Ersatz von Menschlichkeit. Technik zur sozialen und emotionalen Unterstützung sollte daher in enger Absprache mit den Pflegekräften entwickelt und eingeführt werden, sonst droht aufgrund des Verlusts an Menschlichkeit die Attraktivität des Berufs stark zu sinken.

#### **4.1. Limitationen**

Als Limitation lässt sich in diesem Fall, wie auch bei den selbstfahrenden Fahrzeugen, der Zugang via Gelegenheitsstichprobe anführen. Zufallsstichproben oder randomisierte Experimente im direkten Umgang mit (digitaler) Technik wären weniger stark den Verzerrungen durch Selbstselektion ausgesetzt. Diese Selbstselektion würde bspw. die höhere Technikaffinität bei den Pflegekräften erklären – wenig technisch Interessierte würden womöglich gar nicht erst an einer Studie zu dieser Thematik teilnehmen. Auf der anderen Seite hieße das, dass *selbst die Technikaffinen* bestimmten Einsatz von (digitaler) Technik – zur sozialen und emotionalen Unterstützung – eher ablehnen. Folgt man dem Argument der Selbstselektion, sollte diese Skepsis in der Gesamtpopulation der Pflegekräfte nur noch stärker ausgeprägt sein.

Zur Methodenwahl lässt sich limitierend anführen, dass beide Fragebögen annehmen, die Proband\*innen seien in der Lage, reflexiv auf ihr Empfinden und ihre Einstellungen gegenüber den Themen zuzugreifen. Hier würden qualitativ interpretierende Zugänge die bestehenden Befunde um eine weitere analytische Ebene ergänzen. Ob sich die selbsteingeschätzte Nutzungsintention der Passagiere und die hoch ausgeprägte selbsteingeschätzte

Technikaffinität der Pflegekräfte in tatsächliches (routiniertes) Handeln übersetzt, vermögen die vorliegenden Studien durch die gewählte Methodik nicht zu sagen. Ein Methodenmix qualitativer und quantitativer Methoden scheint hier die beste Wahl.

Bei den Pflegekräften im Vergleich zu den Passagieren kam es vermehrt zum Auftreten von fehlenden Werten (11% und 3%). Dies könnte einerseits mit der Länge der jeweiligen Fragebögen zusammenhängen (134 Fragen und 36 Fragen), andererseits mit den Formaten Online- und papierbasierte Befragung, da in einer Onlinebefragung weitere Abbruchgründe (z.B. schlechte Internetverbindung) hinzukommen. Hieraus zeigt sich, dass in der empirischen Sozialforschung fehlende Werte unumgänglich sind. Der in beiden Fällen gewählte Umgang – Little's MCAR, Imputation via EM-Algorithmus, Sensitivitätstests – antwortet jedoch adäquat auf das Fehlen der Werte und führte zu keinen signifikanten Verzerrungen in den Daten. Nichtsdestotrotz lässt sich aus dem Vergleich der beiden Studien der Schluss ziehen, dass die Fragebogenökonomie eine berechnigte Rolle bei der Gestaltung von Befragungen spielt.

## 5. Literaturverzeichnis

1. Oxford Learner's Dictionary. Digitalization. Oxford: Oxford University Press; 2020 [Abgerufen am 10.02.2020 von <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/digitalization?q=digitalization>
2. Brennen JS, Kreiss D. Digitalization. The International Encyclopedia of Communication Theory and Philosophy. 2016:1-11. doi:10.1002/9781118766804.wbiect111
3. Dander V. Ideologische Aspekte von „Digitalisierung“. Eine Kritik des bildungspolitischen Diskurses um das KMK-Strategiepapier „Bildung in der digitalen Welt“. In: Leineweber C, de Witt C, (Hrsg.). Digitale Transformation im Diskurs. Hagen: Fernuniversität Hagen; 2017. p. 252-279.
4. BMG. E-Health – Digitalisierung im Gesundheitswesen. Berlin: Bundesministerium für Gesundheit (BMG); 2019 [Abgerufen am 10.10.2019 von <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/e-health-initiative.html#c2846>
5. KBV. KBV-Positionen zur Digitalisierung in der Gesundheitsversorgung. Berlin: Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV); 2017. Abgerufen am 10.02.2020 von <https://www.kbv.de/html/31187.php>
6. Zoellick JC, Kuhlmeiy A, Schenk L, Schindel D, Blüher S. Assessing acceptance of electric automated vehicles after exposure in a realistic traffic environment. PLOS ONE. 2019;14(5):e0215969. doi:10.1371/journal.pone.0215969
7. Zoellick JC, Kuhlmeiy A, Schenk L, Schindel D, Blüher S. Amused, accepted, and used? Attitudes and emotions towards automated vehicles, their relationships, and predictive value for usage intention. Transportation Research: Part F. 2019;65:68-78. doi:10.1016/j.trf.2019.07.009
8. Zöllick J, Kuhlmeiy A, Nordheim J, Blüher S. Akzeptanz von Technik in unterschiedlichen Funktionsbereichen der professionellen Pflege. Monitor Pflege. 2020;6(1):21-25.
9. Halling T, Görge A. Raumanalyse und Krankenhausgeschichte – traditionelle und neuere Perspektiven auf die stationäre Krankenversorgung. In: Halling T, Görge A, (Hrsg.). Verortungen des Krankenhauses. Wiesbaden: Franz Steiner Verlag; 2014. p. 13-38.
10. Fischer EP. Die Charité. Ein Krankenhaus in Berlin - 1710 bis heute. München: Siedler; 2009.
11. GB IT. IT Rahmenkonzept der Charité 2008 bis 2013. Berlin: Geschäftsbereich IT der Charité - Universitätsmedizin Berlin; 2012. Abgerufen am von [https://intranet.charite.de/it/it\\_serviceueberblick/dokumente/allgemeine\\_dokumente\\_und\\_richtlinien/](https://intranet.charite.de/it/it_serviceueberblick/dokumente/allgemeine_dokumente_und_richtlinien/)
12. NHTSA. Automated driving systems 2.0: A vision for safety. [Internet]. National Highway Traffic Safety Administration; 2017 [September]. Abgerufen am 29.11.2017 von [https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/documents/13069a-ads2.0\\_090617\\_v9a\\_tag.pdf](https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/documents/13069a-ads2.0_090617_v9a_tag.pdf)
13. Greenblatt JB, Saxena S. Autonomous taxis could greatly reduce greenhouse-gas emissions of US light-duty vehicles. Nature Climate Change. 2015;5(9):860-863. doi:10.1038/nclimate2685

14. Luttrell K, Weaver M, Harris M. The effect of autonomous vehicles on trauma and health care. *Journal of Trauma & Acute Care Surgery*. 2015;79(4):678-682. doi:10.1097/TA.0000000000000816
15. Choi JK, Ji YG. Investigating the importance of trust on adopting an autonomous vehicle. *International Journal of Human-Computer Interaction*. 2015;31(10):692-702. doi:10.1080/10447318.2015.1070549
16. Hohenberger C, Spörrle M, Welpel IM. Not fearless, but self-enhanced: The effects of anxiety on the willingness to use autonomous cars depend on individual levels of self-enhancement. *Technological Forecasting and Social Change*. 2017;116:40-52. doi:10.1016/j.techfore.2016.11.011
17. Nordhoff S, van Arem B, Happee R. Conceptual model to explain, predict, and improve user acceptance of driverless podlike vehicles. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2016;2602:60-67. doi:10.3141/2602-08
18. Rödel C, Stadler S, Meschtscherjakov A, Tscheligi M. Towards autonomous cars: The effect of autonomy levels on acceptance and user experience. *Proceedings of the 6th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*. New York: Association for Computing Machinery; 2014. p. 1-8. doi:10.1145/2667317.2667330
19. Bernhard C, Oberfeld D, Hoffmann C, Weismüller D, Hecht H. User acceptance of automated public transport: Valence of an autonomous minibus experience. *Transportation Research: Part F*. 2020;70:109-123. doi:10.1016/j.trf.2020.02.008
20. Madigan R, Louw T, Wilbrink M, Schieben A, Merat N. What influences the decision to use automated public transport? Using UTAUT to understand public acceptance of automated road transport systems. *Transportation Research: Part F*. 2017;50:55-64. doi:10.1016/j.trf.2017.07.007
21. Nordhoff S, de Winter JCF, Madigan R, Merat N, van Arem B, Happee R. User acceptance of automated shuttles in Berlin-Schöneberg: A questionnaire study. *Transportation Research: Part F*. 2018;58:843-854. doi:10.1016/j.trf.2018.06.024
22. Venkatesh V, Morris MG, Davis GB, Davis FD. User acceptance of information technology: Toward a unified view. *Management Information Systems Quarterly*. 2003;27(3):425-478. doi:10.2307/30036540
23. Wingenfeld K, Büscher A. Strukturierung und Beschreibung pflegerischer Aufgaben auf der Grundlage des neuen Pflegebedürftigkeitsbegriffs. Berlin & Osnabrück: Universität Bielefeld, Hochschule Osnabrück; 2017. Abgerufen am von [https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/5\\_Publikationen/Pflege/Berichte/Fachbericht\\_Pflege.pdf](https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/5_Publikationen/Pflege/Berichte/Fachbericht_Pflege.pdf)
24. Broadbent E, Stafford R, MacDonald B. Acceptance of healthcare robots for the older population: Review and future directions. *International Journal of Social Robotics*. 2009;1(4):319-330. doi:10.1007/s12369-009-0030-6
25. Klein B, Graf B, Schlömer IF, Roßberg H, Röhrich K, Baumgarten S. Robotik in der Gesundheitswirtschaft. Einsatzfelder und Potentiale. Münch S, editor. Heidelberg: medhochzwei Verlag GmbH; 2018.
26. BGW. Pflege 4.0 – Einsatz moderner Technologien aus der Sicht professionell Pfleger. Forschungsbericht. Hamburg: Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und

Wohlfahrtspflege (BGW); 2017. Abgerufen am von <https://www.bgw-online.de/DE/Medien-Service/Medien-Center/Medientypen/BGW-Broschueren/BGW09-14-002-Pflege-4-0-Einsatz-moderner-Technologien.html>

27. O'Sullivan JL, Gellert P, Hesse B, Jordan L-M, Möller S, Voigt-Antons J-N, Nordheim J. Exploring attitudes of healthcare professionals towards ICT-based interventions for nursing home residents with dementia: A mixed-methods approach. *Contemporary nurse*. 2018;54(1):13-25. doi:10.1080/10376178.2017.1421087
28. Dockweiler C, Diedrich L, Palmdorf S, Beier D, Ilic J, Kibbert M, Kirsch J, Hannemann N, Prissett F, Schmitke V, Schmidt C, Spindeler T, Sommer L, Sommer S, Stark AL, Steinkühler C, Stolte J, Hornberg C. Telematische Anwendungen in der ambulanten Pflege: Die Perspektive von Pflegekräften. *Pflege*. 2019;32(2):87-96. doi:10.1024/1012-5302/a000648
29. Savela N, Turja T, Oksanen A. Social acceptance of robots in different occupational fields: A systematic literature review. *International Journal of Social Robotics*. 2017. doi:10.1007/s12369-017-0452-5
30. Saborowski M, Kollak I. "How do you care for technology?" – Care professionals' experiences with assistive technology in care of the elderly. *Technological Forecasting and Social Change*. 2015;93:133-140. doi:10.1016/j.techfore.2014.05.006
31. Kristoffersson A, Coradeschi S, Loutfi A, Severinson-Eklundh K. An exploratory study of health professionals' attitudes about robotic telepresence technology. *Journal of Technology in Human Services*. 2011;29(4):263-283. doi:10.1080/15228835.2011.639509
32. Döring N, Bortz J. *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. 5. ed. Berlin & Heidelberg: Springer; 2016.
33. Merten J, Krause R. *DAS (Differentielle Affekt Skala): Arbeiten der Fachrichtung Psychologie, Universität des Saarlandes, Nr. 173*. Saarbrücken: Universität des Saarlandes; 1993.
34. Renaud D, Unz D. Die M-DAS - eine modifizierte Version der Differentiellen Affekt Skala zur Erfassung von Emotionen bei der Mediennutzung. *Zeitschrift für Medienpsychologie*. 2006;18(2):70-75. doi:10.1026/1617-6383.18.2.70
35. Osswald S, Wurhofer D, Trösterer S, Beck E, Tscheligi M. Predicting information technology usage in the car: Towards a car technology acceptance model. *Proceedings of the 4th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*. New York: Association for Computing Machinery; 2012. p. 51-58. doi:10.1145/2390256.2390264
36. Van der Laan JD, Heino A, de Waard D. A simple procedure for the assessment of acceptance of advanced transport telematics. *Transportation Research: Part C*. 1997;5(1):1-10. doi:10.1016/S0968-090X(96)00025-3
37. Karrer K, Glaser C, Clemens C, Bruder C. Technikaffinität erfassen – der Fragebogen TA-EG. *Der Mensch im Mittelpunkt technischer Systeme*. 2009;8:196-201.
38. Pavlou PA. Consumer acceptance of electronic commerce: Integrating trust and risk with the technology acceptance model. *International Journal of Electronic Commerce*. 2003;7(3):101-134. doi:10.1080/10864415.2003.11044275
39. Fishbein M, Ajzen I. *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, MA: Addison-Wesley; 1975.

40. Izard CE. Human emotions. New York: Springer Science+Business Media; 1977.
41. Scherer KR. What are emotions? And how can they be measured? *Social Science Information*. 2005;44(4):695-729. doi:10.1177/0539018405058216
42. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang A-G. Statistical power analyses using G\* Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. *Behavior Research Methods*. 2009;41(4):1149-1160. doi:10.3758/BRM.41.4.1149
43. Graham JW. Missing data analysis: Making it work in the real world. *Annual Review of Psychology*. 2009;60:549-576. doi:10.1146/annurev.psych.58.110405.085530
44. Norman G. Likert scales, levels of measurement and the “laws” of statistics. *Advances in Health Sciences Education*. 2010;15(5):625-632. doi:10.1007/s10459-010-9222-y

## Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Jan Zöllick, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: Technik und Digitalisierung in Gesundheitsberufen (Technology and digitalisation in health occupations) selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren/innen beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) werden von mir verantwortet.

Ich versichere ferner, dass ich die in Zusammenarbeit mit anderen Personen generierten Daten, Datenauswertungen und Schlussfolgerungen korrekt gekennzeichnet und meinen eigenen Beitrag sowie die Beiträge anderer Personen korrekt kenntlich gemacht habe (siehe Anteilserklärung). Texte oder Textteile, die gemeinsam mit anderen erstellt oder verwendet wurden, habe ich korrekt kenntlich gemacht.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem/der Erstbetreuer/in, angegeben sind. Für sämtliche im Rahmen der Dissertation entstandenen Publikationen wurden die Richtlinien des ICMJE (International Committee of Medical Journal Editors; [www.icmje.org](http://www.icmje.org)) zur Autorenschaft eingehalten. Ich erkläre ferner, dass ich mich zur Einhaltung der Satzung der Charité – Universitätsmedizin Berlin zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis verpflichte.

Weiterhin versichere ich, dass ich diese Dissertation weder in gleicher noch in ähnlicher Form bereits an einer anderen Fakultät eingereicht habe.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§§156, 161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

## Anteilserklärung an den erfolgten Publikationen

Jan Zöllick hatte folgenden Anteil an den folgenden Publikationen:

Publikation 1: Zoellick, J. C., Kuhlmeiy, A., Schenk, L., Schindel, D., & Blüher, S., Assessing acceptance of electric automated vehicles after exposure in a realistic traffic environment, PLOS ONE, 2019.

Beitrag im Einzelnen: Konzeptualisierung und Entscheidung über die Erhebungsinstrumente, Verfassen der Prä-Registrierung, Literaturrecherche, Datenerhebung von N = 50 Personen am Charité Campus Mitte, Aufbereitung der Daten mit SPSS 25, statistische Datenanalyse, Erstellung der Tabellen, Erstellung der Abbildungen, Autorenschaft erster Entwurf, Bearbeitung der Revisionen, Ansprechperson für alle Interaktionen mit der Zeitschrift

Publikation 2: Zoellick, J. C., Kuhlmeiy, A., Schenk, L., Schindel, D., & Blüher, S., Amused, accepted, and used? Attitudes and emotions towards automated vehicles, their relationships, and predictive value for usage intention, Transportation Research Part F, 2019.

Beitrag im Einzelnen: Konzeptualisierung und Entscheidung über die Erhebungsinstrumente, Verfassen der Prä-Registrierung, Literaturrecherche, Datenerhebung von N = 50 Personen am Charité Campus Mitte, Aufbereitung der Daten mit SPSS 25, statistische Datenanalyse, Erstellung der Tabellen, Erstellung der Abbildungen, Autorenschaft erster Entwurf, Bearbeitung der Revisionen, Ansprechperson für alle Interaktionen mit der Zeitschrift

Publikation 3: Zöllick, J. C., Kuhlmeiy, A., Nordheim, J., & Blüher, S., Akzeptanz von Technik in unterschiedlichen Funktionsbereichen der professionellen Pflege, Monitor Pflege, 2020.

Beitrag im Einzelnen: Konzeptualisierung und Entscheidung über die Erhebungsinstrumente, Entscheidung über Design und Aufbau des Online-Fragebogens, Literaturrecherche, Aufbereitung der Daten mit SPSS 25, statistische Datenanalyse, Erstellung der Tabellen, Erstellung der Abbildungen, Autorenschaft 1. Entwurf, Bearbeitung der Revisionen

---

Unterschrift, Datum und Stempel des/der erstbetreuenden Hochschullehrers/in

---

Unterschrift des Doktoranden/der Doktorandin

Journal Data Filtered By: **Selected JCR Year: 2017** Selected Editions: SCIE,SSCI  
 Selected Categories: **"MULTIDISCIPLINARY SCIENCES"** Selected Category  
 Scheme: WoS

**Gesamtanzahl: 64 Journale**

Rank	Full Journal Title	Total Cites	Journal Impact Factor	Eigenfactor Score
1	NATURE	710,766	41.577	1.355810
2	SCIENCE	645,132	41.058	1.127160
3	Nature Communications	178,348	12.353	0.926560
4	Science Advances	10,194	11.511	0.057080
5	PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE UNITED STATES OF AMERICA	637,268	9.504	1.108220
6	National Science Review	952	9.408	0.004340
7	GigaScience	1,694	7.267	0.011030
8	Scientific Data	1,567	5.305	0.008550
9	Journal of Advanced Research	1,843	4.327	0.003820
10	Annals of the New York Academy of Sciences	46,160	4.277	0.033270
11	Science Bulletin	1,952	4.136	0.005900
12	Scientific Reports	192,841	4.122	0.718960
13	Journal of the Royal Society Interface	11,357	3.355	0.030960
14	Research Synthesis Methods	1,374	3.218	0.006030
15	PLoS One	582,877	2.766	1.862350
16	PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY A-MATHEMATICAL PHYSICAL AND ENGINEERING SCIENCES	17,807	2.746	0.028220
17	Royal Society Open Science	2,145	2.504	0.009260
18	PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY A-MATHEMATICAL PHYSICAL AND ENGINEERING SCIENCES	17,157	2.410	0.018270
19	PeerJ	7,377	2.118	0.031600
20	NPJ Microgravity	94	2.000	0.000350
21	SCIENCE AND ENGINEERING ETHICS	1,496	1.859	0.002520
22	COMPLEXITY	1,369	1.829	0.002380
23	Science of Nature	324	1.789	0.001260

Rank	Full Journal Title	Total Cites	Journal Impact Factor	Eigenfactor Score
24	PROCEEDINGS OF THE JAPAN ACADEMY SERIES B-PHYSICAL AND BIOLOGICAL SCIENCES	1,355	1.771	0.001950
25	Proceedings of the Romanian Academy Series A-Mathematics Physics Technical Sciences Information Science	375	1.752	0.000940
26	FRACTALS-COMPLEX GEOMETRY PATTERNS AND SCALING IN NATURE AND SOCIETY	1,077	1.629	0.000870
27	SCIENTIFIC AMERICAN	6,410	1.579	0.003880
28	INTERNATIONAL JOURNAL OF BIFURCATION AND CHAOS	6,094	1.501	0.007220
29	Symmetry-Basel	777	1.256	0.001630
30	SOUTH AFRICAN JOURNAL OF SCIENCE	2,332	1.191	0.001950
31	Jove-Journal of Visualized Experiments	10,616	1.184	0.034680
32	JOURNAL OF THE INDIAN INSTITUTE OF SCIENCE	375	1.151	0.000640
33	JOURNAL OF THE ROYAL SOCIETY OF NEW ZEALAND	682	1.147	0.000380
34	Mathematical Modelling of Natural Phenomena	627	1.101	0.002110
35	SCIENCE PROGRESS	458	1.098	0.000410
36	ARABIAN JOURNAL FOR SCIENCE AND ENGINEERING	2,678	1.092	0.005250
37	ISSUES IN SCIENCE AND TECHNOLOGY	400	1.030	0.000860
38	RENDICONTI LINCEI-SCIENZE FISICHE E NATURALI	549	0.986	0.001220
39	ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIENCIAS	2,362	0.956	0.003040
40	Frontiers in Life Science	125	0.907	0.000310
41	CURRENT SCIENCE	10,146	0.883	0.007220
42	Proceedings of the Estonian Academy of Sciences	534	0.843	0.000540
43	ADVANCES IN COMPLEX SYSTEMS	614	0.769	0.000760
44	DISCRETE DYNAMICS IN NATURE AND SOCIETY	1,726	0.757	0.003940
44	Iranian Journal of Science and Technology Transaction A-Science	313	0.757	0.000470

Rank	Full Journal Title	Total Cites	Journal Impact Factor	Eigenfactor Score
46	PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES INDIA SECTION A-PHYSICAL SCIENCES	226	0.754	0.000550
47	Kuwait Journal of Science	118	0.693	0.000170
48	Sains Malaysiana	1,216	0.565	0.001510
49	SCIENTIST	247	0.537	0.000520
50	AMERICAN SCIENTIST	2,360	0.525	0.001360
51	NATIONAL ACADEMY SCIENCE LETTERS-INDIA	390	0.519	0.000780
52	DEFENCE SCIENCE JOURNAL	837	0.510	0.000610
53	ENDEAVOUR	479	0.500	0.000460
53	TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF SOUTH AUSTRALIA	414	0.500	0.000110
55	HERALD OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES	314	0.472	0.000330
56	Maejo International Journal of Science and Technology	183	0.469	0.000270
57	SCIENCEASIA	536	0.447	0.000590
58	Chiang Mai Journal of Science	455	0.409	0.000570
59	NEW SCIENTIST	917	0.386	0.001120
60	INTERDISCIPLINARY SCIENCE REVIEWS	238	0.311	0.000080
61	JOURNAL OF THE NATIONAL SCIENCE FOUNDATION OF SRI LANKA	213	0.305	0.000240
62	COMPTES RENDUS DE L ACADEMIE BULGARE DES SCIENCES	570	0.270	0.000410
63	ACTA SCIENTIARUM-TECHNOLOGY	246	0.231	0.000400
64	R&D MAGAZINE	19	0.109	0.000000

Copyright © 2018 Clarivate Analytics

## RESEARCH ARTICLE

## Assessing acceptance of electric automated vehicles after exposure in a realistic traffic environment

Jan C. Zoellick<sup>1\*</sup>, Adelheid Kuhlmeiy, Liane Schenk, Daniel Schindel, Stefan Blüher

Charité – Universitätsmedizin Berlin, corporate member of Freie Universität Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, and Berlin Institute of Health, Institute of Medical Sociology and Rehabilitation Science, Berlin, Germany

\* [jan.zoellick@charite.de](mailto:jan.zoellick@charite.de)

## Abstract

After years of hypothetical surveys and simulator studies, automated vehicles (AVs) are now being tested in realistic traffic environments adding validity to knowledge about their acceptance. We present data from a pilot test with participants ( $n = 125$ ) after experiencing a ride in an electric AV on a large clinic area in Berlin, Germany. As a first contribution, we bridge the gap between missing definitions of key constructs, confusion about their operationalisations, and a rigorous test of their statistical properties and data structure by examining scales on acceptance, trust, perceived safety, intention to use, and—for the first time applied to AVs—the emotions amusement, fear, surprise, and boredom. Tests of reliability and normality were satisfying for almost all constructs (Cronbach's alphas  $\geq .69$ ; six of eight scales normally distributed). The vehicles were accepted ( $M = 1.22$ ;  $SD = 0.70$ ; range -2 to 2), trusted ( $M = 3.29$ ;  $SD = 0.81$ ; range 1 to 5), and perceived as safe ( $M = 3.29$ ;  $SD = 1.03$ ; range 1 to 5). However, factor analyses did not reflect the hypothesised data structure, and validity concerns question the suitability of some constructs for attitude assessment of electric AVs. Our open item for comments added valuable insights in qualitative aspects of user attitudes towards electric AVs regarding driving style, technical features, and (unsettling) audio-visual feedback. We thus argue for broader conceptualisations of key constructs based on interdisciplinary exchange and multi-methodical study designs.

## OPEN ACCESS

**Citation:** Zoellick JC, Kuhlmeiy A, Schenk L, Schindel D, Blüher S (2019) Assessing acceptance of electric automated vehicles after exposure in a realistic traffic environment. PLoS ONE 14(5): e0215969. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215969>

**Editor:** Yan Ge, Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, CHINA

**Received:** October 15, 2018

**Accepted:** April 11, 2019

**Published:** May 2, 2019

**Copyright:** © 2019 Zoellick et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

**Data Availability Statement:** All relevant data are within the paper, its Supporting Information files, or on OSF at DOI: [10.17605/OSF.IO/38U7D](https://doi.org/10.17605/OSF.IO/38U7D).

**Funding:** The research was funded by the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (<https://www.bmu.de/en/>) under the grant number 16EM3157-2. The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

## Introduction

The development of automated vehicles (AVs) presents a caesura in mobility [1–3] revolutionising travel particularly for people in old age and with disabilities [4, 5]. In this paper, we understand AVs to be shared, electrically powered, and to feature automation above SAE level 4 being able to perform at least “all driving functions under certain conditions” [6]. These vehicles are pod-like, equipped with window fronts on all sides and opposing seats, and exhibit no obvious front and rear setting them apart from both passenger cars and public transport

**Competing interests:** The authors have declared that no competing interests exist.

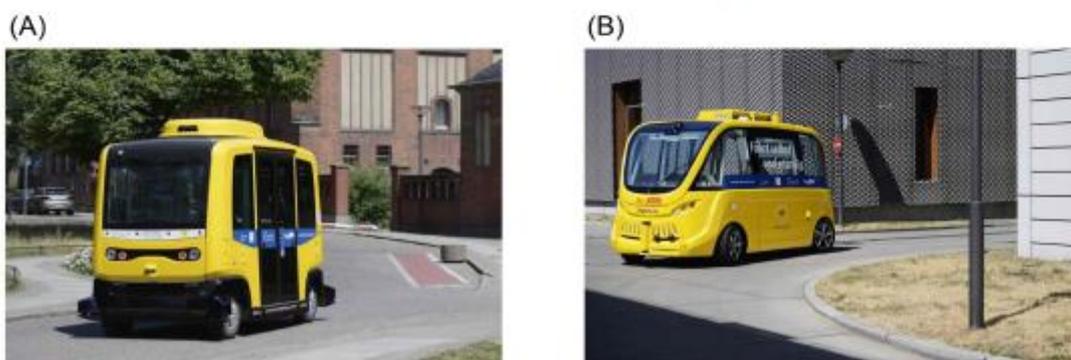
vehicles [7]. Fig 1 presents a picture of the AV used in this study. With these alterations, it is unclear how people will react in encounters as co-habitants or as potential users. Research has identified several attitudes relevant for the user assessment of AVs [7, 8]. However, a variety of definitions and operationalisations [9, 10] combined with hypothetical study designs [11, 12] and rather descriptive analyses [13, 14] lead to uncertainty and confusion about people's attitudes towards AVs.

With this article, we propose a standardised procedure to approach the topic of AV attitude research including (1) transparency of definitions and operationalisations, (2) availability of all data and questionnaires, (3) rigorous reporting of data structure, reliability, and statistical properties, (4) critically evaluating the own approach, and (5) positioning the findings within the corpus of existing research. This is our major contribution. It supports researchers in the field to improve their instruments. Secondly, we contribute to research methods by demonstrating how open items can add value in an otherwise quantitative survey opening the gate to a deeper understanding of key attitudes.

### Literature review

Several authors have modelled (the relationships between) attitudes towards AVs [7, 8, 16]. They borrowed from the literature on general technology acceptance (e.g., TAM [17, 18] or UTAUT [19]) enriching them with psychological constructs (e.g., locus of control [20] or trust [21, 22]) and mobility focus. The most comprehensive AV attitude models to our knowledge [7, 8] feature outcome variables such as behavioural intentions, usefulness, satisfaction, social acceptability, or willingness to pay and multiple predictors such as socio-demographics, trust, perceived safety, pleasure, and arousal. While some articles on AV attitudes apply and test these models [23, 24], many others develop ad hoc models of their own [25–28] or do not provide models or conceptualisations of their measures at all [13, 14, 29, 30]. Theoretical perspectives on attitudes towards AVs thus have not diffused properly into the discourse. Yet, without adequate models, hypothesis testing and comparisons of effect estimates between studies become difficult and studies remain descriptive. This is a first limitation of the body of work on AV attitudes.

A second limitation emerges from the physical inaccessibility of AVs—inviting people to paint blossoming landscapes of cities without congestion, parking, and accidents in the new era



**Fig 1. Electric, shared AVs at the Charité campuses.** (A) EasyMile EZ10 at Charité Campus Mitte. (B) Navya Arma at Charité Virchow Klinikum. Republished from [15] under a CC BY license, with permission from Charité – Universitätsmedizin Berlin, original copyright 2018.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215969.g001>

of sustainable mobility [3] with more inclusion particularly for people of old age and with disabilities [5]. Consequently, empirical research has relied on hypothetical scenarios [11, 12] or simulator studies [16, 31] with consequences for the validity of their findings. Having conducted a stated choice experiment with costs and waiting times for automated rides Krueger et al. [12] suspect “a hypothetical bias may be present in the data due to the hypothetical nature of the stated choice experiment, i.e. the results obtained in this study might be of limited value in realistic settings”. Does the willingness to pay US\$5,857 for adding level 4 automation [11] translate into behaviour once the system is available? “As [...] more technological experiences start spilling into the public domain, these perceptions, and potential behavioral responses are apt to change” [11]. With knowledge about AVs being rather abstract, data from current surveys on attitudes are “possibly of only limited validity, for the object of the survey is not yet clearly defined, as people have hardly encountered it” [32]. Thus, the level of experience made in an experimental setting influences the validity of results [33]. This is important when comparing studies offering actual rides with those offering nothing but a definition of AVs next to a picture.

As a third limitation, studies differ in their definitions of concepts and their operationalisations. For acceptance alone, Adell [9] identified four categories of definitions ranging from attitudes like satisfaction or usefulness to actual system use. Different definitions then lead to different measurement approaches. Accordingly, Adell [9] categorised acceptance measures into eight different groups with 22 sub-groups clearly complicating comparisons between studies. Unfortunately, for other concepts the picture looks similar. Two meta-analyses on trust in human-machine interaction and automation did not even attempt to define the concept—yet both calculated effect sizes for outcomes of trust and their moderators [34, 35]. With uncertainty about trust as a concept, its measurement also varies. Choi and Ji [24] measured trust in AVs with three items retrieved from a study on trust in e-commerce [21], whereas Verberne et al. [31] used twelve “Likert-type items” of unreported origin for their trust measurement. This story of missing definitions and diverse measurements repeats for perceived safety and perceived risk [8, 16, 24].

This diversity in methods, however, creates uncertainty and confusion, unless researchers make the process of data conduction, analysis, and reporting as transparent as possible. In line with Adell et al., we argue for clear study protocols and reporting of methodological approaches and measurements [10]. This is the most promising way to enable comparisons between studies and build a shared basis for understanding peoples’ assessment of AVs. The present study contributes to this base by defining each construct and providing detailed accounts of all measures. It is a pre-registered pilot test [36] with a clear methodological focus (registration link <https://osf.io/92pv5/>).

## Methods

The Charité data protection bureau (written vote 598/17/ST3) and the Charité ethics committee (written vote EA2/188/17) have approved of the study. The data security bureau and ethics committee waived the need for written consent, because obtaining written consent would have rescinded anonymity. Therefore, we only obtained verbal consent with parents/guardians verbally consenting for minors. Consent was informed based on an information sheet clarifying the topics of voluntariness, anonymity, and data processing for scientific purposes.

## Definitions

Based on theoretical models for AV attitudes [7, 8], we investigated the following latent constructs: acceptance, perceived safety, intention to use, trust, and the emotions amusement, fear, surprise, and boredom. Those attitudes are employed most commonly in the literature

Table 1. Definitions of the eight latent constructs applied in the pilot study.

Concept	Definition
Acceptance	Direct attitudes towards a system, i.e. predispositions to respond, or tendencies in terms of 'approach/avoidance' or 'favourable/unfavourable' [38]
Perceived safety	A subjective evaluation of the hazard for the physical condition of the passenger both generally and with consideration of attention/distraction [8]
Trust	The belief that allows users to willingly become vulnerable to automated vehicles after having considered its characteristics [21]
Intention to use	A person's location on a subjective probability dimension involving a relation between oneself and taking a ride in an automated vehicle [39]
Amusement	The conscious experience of positive valence and high arousal belonging as a shade to the emotional family of joy [37, 40]
Fear	The conscious experience of negative valence and high arousal related to but more activating than distress with a high potential to trigger behavioural responses of 'fight or flight' [37]
Surprise	The conscious experience of high arousal triggered by misexpected (positive or negative) stimuli resulting in a short-lasting impetus for behaviour [37]
Boredom	The conscious experience of slightly negative valence and low arousal resulting from indifference and languidness [37, 40]

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215969.t001>

and—as part of the models—can be used for hypothesis testing following this pilot study. We decided against constructs from other models (e.g., *perceived ease of use* from TAM [17] or *effort expectancy* from UTAUT [19]), because they cannot be applied easily to automated technology. Table 1 provides the definitions of all eight constructs used in this study. Note that any emotion depicts a “complex phenomenon having neurophysiological, motor-expressive, and experiential components” [37]. We only assess the experiential component. We advise particular caution regarding acceptance as researchers define this concept very differently [10]. In fact, Adell proposes acceptance to be “the degree to which an individual intends to use a system and, when available, to incorporate the system in his/her driving” [9]. For comparisons of our results, it is important to note that her acceptance measure corresponds to our intention to use measure, *not our acceptance measure*. We chose particularly concepts close to experience rather than imagination. Willingness to pay, for example, assumes availability, pricing mechanisms, and scenarios of possible usage, whereas intention to use only assumes the latter.

## Measures

Our two-paged pilot test questionnaire contained 36 items. The used German questionnaire (S1 Appendix) as well as an English version (S2 Appendix) can be found in the supplementary material. Next to questions regarding age, gender, driver's license, and an open item for comments on the project and the vehicles, we measured the following latent constructs:

- *Acceptance of AV* measured using the “simple procedure”—a five-point semantic differential from colleagues [38]
- *Perceived safety* measured using four out of six items from colleagues [8]. We exclude two items beforehand, because they could not be adapted to AVs in a sensible way.
- *Trust* measured using three adapted items from colleagues [21] to fit the context of AVs [24]
- *Intention to use* measured using three items from colleagues [8]
- *Emotions* associated with AVs (particularly *surprise* and *fear*) measured using the DAS (the German translation of the DES [41]) by colleagues [42] and *boredom* and *amusement* using the M-DAS (the modified version of the DAS) by colleagues [43]

For each word pair of the acceptance measure, we used a scale from +2 to -2, reversing items 3, 6, and 8 as proposed by the authors [38]. For measuring perceived safety, intention to use, and trust we used a 5-point Likert scale with the range *disagree*, *somewhat disagree*, *neither agree nor disagree*, *somewhat agree*, and *agree*. We coded the scale from 1 (*disagree*) to 5 (*agree*). Items 1 and 2 from the perceived safety scale were reversed.

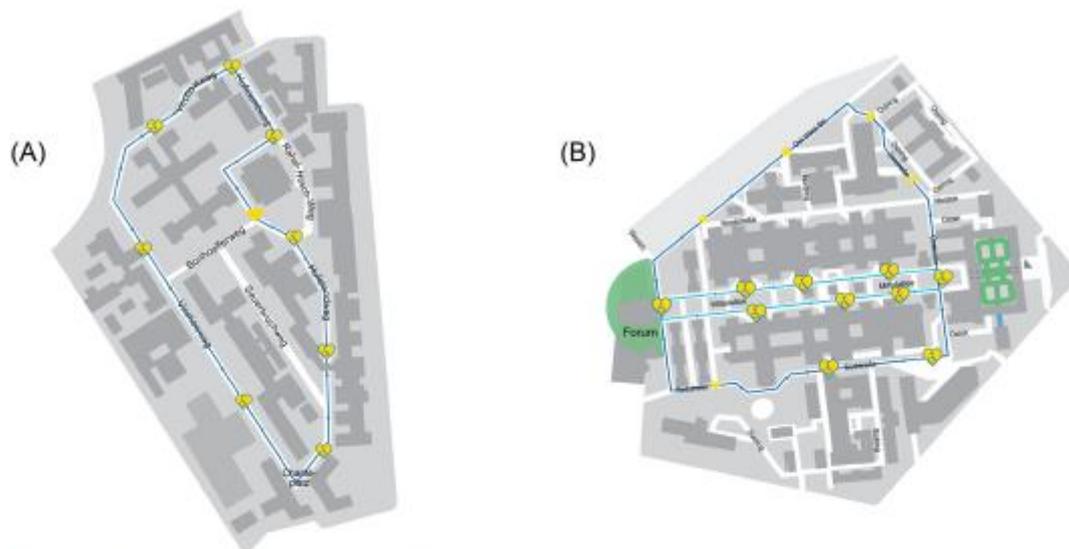
For the emotions measures in the pilot test, we deviated from the AsPredicted Preregistration in two ways. First, we used the emotion amusement from the M-DAS [43] instead of joy from the original DAS [42]. This was because in Renaud and Unz's [43] two reliability studies, amusement had Cronbach's alphas of .90 and .86 compared to .87 and .88 of joy. We wanted to see, whether we could replicate findings for this less well-researched emotion and compare our findings to those of other studies. The four emotions represented different levels of valence (amusement and fear) and different levels of activation (boredom and surprise) [40]. Second, we used a five-point Likert scale ranging from *very weak* to *very strong* answering the question "How did you feel on the ride with the electric automated bus? Please give your evaluation for the following terms". This deviates from the applications of colleagues [43, 44] who used an asymmetric scale ranging from *not at all* to *very much* answering the questions "I felt... angry" or "I experienced... joy". We opted for the Likert scale because of assumed equidistance reaching interval scale levels instead of ordinal levels in asymmetric scales enabling us to perform parametric calculations. This also aligns with guidelines for scale construction by colleagues [45].

Lastly, we measured general perceived safety with the question "How safe did you feel on the ride with the electric automated bus?" on a five-point Likert scale with the range *very unsafe*, *unsafe*, *neutral*, *safe*, and *very safe*. We coded the scale from 1 (*very unsafe*) to 5 (*very safe*).

## Procedure

In accordance with our pre-registration (registration link <https://osf.io/92pv5/>), we performed a pilot test investigating latent constructs during the so-called Long Night of the Sciences at the Charité campuses Virchow-Klinikum (CVK) and Mitte (CCM) on 9 June 2018.

The Long Night of the Sciences is a special event with more than 70 participating universities, museums, and other institutions in Berlin and Potsdam providing knowledge and entertainment for more than 28,000 visitors ([https://www.langenachtderwissenschaften.de/index.php?article\\_id=534](https://www.langenachtderwissenschaften.de/index.php?article_id=534)). Visitors could also take a ride with one automated vehicle (AV) along a round course on each campus. Even though situated on private land with a speed limit of 20 km/h, both courses were set in a realistic environment with asphalt grounding, intersections, the necessity to perform turns, occupied parking spaces and greening at the road sides, pedestrian crossings, and pedestrians, cars, and cyclists as road users. The course at CCM additionally exhibited a level crossing communicating with the AV via radio-frequency identification (RFID). The course at CVK was 0.85 km long and had eight hop-on-hop-off stations; the course at CCM was 1.20 km long and had nine hop-on-hop-off stations. One round lasted 10 to 15 minutes. Fig 2 presents the campuses with highlighted round courses. The Navya Arma drove at CVK, and the Easymile EZ10 drove at CCM. Both AVs were electrically powered, navigated through LIDAR sensors and GPS signals, and had a maximum speed of 12 km/h. They performed all driving functions (e.g., accelerating, braking, or opening doors) automatically alongside the programmed routes. A so-called operator, i.e. a person able to navigate the vehicle with a remote control, supported each AV at all times. The operator also provided information on the technology and the project. Project partners included the Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) and the Berlin Senate Department for the Environment, Transport and Climate Protection.



**Fig 2. Maps of the campus areas with AV routes marked in blue.** Hop-on-hop-off stations depicted as yellow hearts; wheelchairs symbolise stations equipped for the disabled. (A) Charité Campus Mitte with AVs driving counter clockwise. (B) Charité Virchow Klinikum with AVs driving counter clockwise; route of the AVs used in the pilot study in light blue, route additionally used in the project in dark blue. Republished from [36] under a CC BY license, with permission from Charité – Universitätsmedizin Berlin, original copyright 2017.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215969.g002>

We approached people exiting the AVs at the two most frequently used stations on each campus inviting them to participate in a short questionnaire study without codified criteria who to ask. After explaining the conditions for participation (e.g., voluntariness, anonymity, and data processing for scientific purposes all presented on an information sheet), we handed them a clipboard with the two-page questionnaire. Participants received no material compensation.

### Sample

535 people took a ride with an AV. Of those, 125 people participated in our pilot-study (23% participation rate). With four data collectors and seventeen hop-off stations on both campuses combined, we were unable to ask every passenger for their participation in our study. We did not use codified criteria which passenger to approach and did not exclude anyone from participation. 62 participants were male. On average, participants were 33.00 years old ( $SD = 16.35$ ). 69% had a driver's license. Of those without a driver's license, 56% were under 17 years old, i.e. the age to obtain a license in Germany. 61% participated at CCM and 39% at CVK. [Table 2](#) shows sample characteristics for both campuses.

### Analysis

Before imputing data, it is necessary to check the missing data distribution. Imputing data missing not at random produces biased estimates [47]. Little's MCAR test is a first step that analyses if data is missing completely at random (MCAR). If significant, the MCAR hypothesis

Table 2. Sample characteristics split between campuses.

	CCM	CVK
Participants, n (%)	76 (61%)	49 (39%)
Age in years, <i>M</i> ( <i>SD</i> )	36.45 (17.23)	28.12 (12.90)
Male participants, n (%)	41 (54%)	21 (43%)
Underage participants, n (%)	12 (16%)	11 (22%)
Participants without driver's license, n (%)	21 (27%)	18 (37%)

*N* = 125; CCM, Charité Campus Mitte; CVK, Charité Virchow Klinikum.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215989.t002>

has to be rejected and further investigation is necessary to explain the structure behind missing data. Unfortunately, to our knowledge there is no test for checking if data is missing at random or not at random. Assuming one or the other with probable cause and estimating the introduced bias seems to be the only option [47]. Accordingly, we performed Little's MCAR test using SPSS 25.0 [48] on the raw data to understand the structure of missing data. Our data set contained 3.44% missing values. Little's MCAR test was significant ( $\chi^2 = 573.164$ ,  $df = 496$ ,  $p = .009$ ) meaning data were not missing completely at random. 6 out of 36 items had more than 5% missing values. They belonged to the constructs acceptance (2), trust (2), perceived safety (1), and the emotion fear (1). Further investigations revealed that four participants (0% men,  $M = 29.75$  years,  $SD = 19.72$  years, 50% driver's license) accounted for 55% of all missing values—most of them answered no item on the entire second page, presumably because they did not turn the paper. Re-calculating Little's MCAR test with those participants excluded who did not answer the second page at all, we still obtained significant results ( $\chi^2 = 532.950$ ,  $df = 470$ ,  $p = .023$ ). However, no item had more than 5% missing. We thus assumed data to be missing at random and imputed missing values using the expectation maximisation (EM) algorithm in SPSS version 25.0. EM estimates missing values based on a linear regression with all other data as predictors [47]. Thus, all imputed data using EM lie on a linear graph narrowing the data's variance. Nonetheless, this procedure is suggested with less than 5% missing values [47]. We used naïve rounding for gender, but refrained from further use leaving imputed data as they are even if they did not fit into answer categories of the (Likert) scales [49]. We did not exclude any quantitative data.

To understand the data structure, we performed an exploratory factor analysis (EFA) with principal component extraction on all constructs simultaneously as a measure of construct validity. We applied oblique rotation (direct oblimin) and set an Eigenvalue of 1 and visual examination of the scree plot as criteria for extraction [36, 50]. We expected to find nine factors representing the nine latent constructs (acceptance being separated into the two subscales usefulness and satisfying). We also modelled two confirmatory factor analyses (CFAs) in SPSS Amos using expectation maximisation with items loading on the corresponding variable and correlations between all latent variables. The first CFA split acceptance in its subscales usefulness and satisfying whereas the second CFA had acceptance as one latent variable with all items loading. A visualisation of the first model (S1 Model) can be found in the supplementary material. For interpretation we applied cut-offs proposed by colleagues [51]. With that, we could identify whether acceptance, perceived safety, intention to use, trust, and the four emotions are indeed separate constructs.

We then analysed each scale individually calculating EFAs, CFAs (where applicable), Cronbach's alphas as reliability measures, item statistics (difficulty and item-scale correlations) and descriptive statistics. We considered item-scale correlations  $r_{it} > .50$  as high and difficulties between .20 and .80 as satisfying [52]. We applied skew and excess kurtosis measures as

indicators for normal distribution. Garson [53] suggests normality if both skewness and excess kurtosis fall in the range between +2 and -2. Lastly, we calculated means for all scales and tested if they differed significantly from the neutral middle of the scale using t-tests with Bonferroni-corrected alpha levels ( $\alpha = .05 / 7 = .007$ ).

We analysed data from the open comment item based on Kuckartz's [54] qualitative content analysis. Using MAXQDA version 11.0 [55], two members of our research team (both male,  $M = 23.5$  years, one with prior experience using the method and software, the other trained for this project) independently formed categories inductively and consolidated them based on consensus. Two other team members (both female,  $M = 22.5$  years, one with prior experience using the method and software, the other trained for this project) independently assigned the comments to the identified categories using one-to-many classification. We calculated agreement percentages and fuzzy kappa as a measure of interrater reliability [56]. The two coders discussed conflicting tags in one meeting and recoded the material.

## Results

### Data structure

We expected to find nine factors in our EFA representing the scales usefulness (acceptance subscale), satisfying (acceptance subscale), trust, perceived safety, intention to use, amusement, fear, surprise, and boredom. However, only seven factors presented Eigenvalues  $\geq 1$  (namely 8.72, 3.86, 2.85, 1.87, 1.59, 1.41, and 1.16) explaining 28%, 12%, 9%, 6%, 5%, 4%, and 3% of variance, respectively. Factor loadings can be found in the supplementary material (Table A in [S1 Text](#)). Items from the scales for acceptance (factor 1), fear (factor 3), and surprise (factor 6) loaded on respective factors without crossloadings. All items for trust (factor 4), intention to use (factor 5) and amusement (factor 2) loaded on one factor, respectively. However, all three had crossloadings with items from other scales. These crossloadings came from the scales perceived safety (factors 4 and 5) and boredom (factor 2). Factor 7 included two items from boredom. This data structure suggests that perceived safety was difficult to distinguish from other concepts (namely trust and intention to use), and that the boredom scale did not create a uniform construct. Additionally, we were unable to replicate the two-factor solution for acceptance proposed by [38]. In contrast to the Eigenvalue criterion, the scree plot suggested retrieving three additional factors with Eigenvalues of 0.93, 0.85, and 0.82 (Fig in [S1 Text](#)). In this 10-factor solution items from the scales for amusement (factor 2), fear (factor 3), trust (factor 5), and surprise (factor 6) formed unique factors. Only six items from the acceptance scale loaded on factor 1 while the other three items loaded weakly on multiple factors. The scales for boredom and perceived safety were split across multiple factors as in the 7-factor solution. Factor 9 had no item with an acceptable factor score [36], but multiple crossloadings  $\geq .32$  with other factors [57] from items belonging to three different scales. The pattern matrix can be found in the supplementary material (Table B in [S1 Text](#)). However, factors with Eigenvalues  $< 1$  yield less explanatory power than a single item questioning the usefulness of retrieving them instead of using the item for further analysis [58]. Thus, the 10-factor solution did not provide additional information of practical use for further analysis.

Our first CFA ( $n = 125$ , no missing data) with nine correlated latent variables (acceptance split into usefulness and satisfying) resulted in poor model fits ( $\chi^2 = 767.173$ ,  $df = 398$ ,  $p < .001$ ; CFI = .82; TLI = .80; and RMSEA = .09). Model fits did not increase when we combined the two acceptance sub-scales to one latent variable. This means acceptance was not the main reason for poor model fit.

In summary, the hypothesised data structure did not adequately represent the empirical data—supposedly because of the scales perceived safety and boredom found in the EFA to load

Table 3. Pattern matrix with oblique rotation for the acceptance scale.

Item	Factor 1
Useful—useless	.84
Pleasant—unpleasant	.83
Bad—good	.81
Undesirable—desirable	.80
Assisting—worthless	.78
Effective—superfluous	.78
Irritating—likeable	.75
Nice—annoying	.72
Raising alertness—sleep-inducing	.57

Items bad—good, irritating—likeable, and undesirable—desirable were reversed.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215969.t003>

unexpectedly. The next sections provide further insights into each individual scale to explore their characteristics and quality.

### Measure statistics

**Acceptance.** Van der Laan et al. propose their scale to result in a two-factor structure with the items 1, 3, 5, 7, and 9 loading on the first factor named *usefulness*, and the items 2, 4, 6, and 8 loading on the second factor named *satisfying* [38].

The EPA with oblique rotation resulted in one factor with an Eigenvalue of 5.29 explaining 59% of variance. The factor loadings for every item are listed in Table 3. The scree plot clearly suggested a single-factor solution (S1 Fig).

In our CFA ( $n = 125$ , no missing data), we first modelled two correlated latent variables (*usefulness* and *satisfying*) as described above resulting in poor model fits ( $\chi^2 = 75.800$ ,  $df = 26$ ,  $p < .001$ ; CFI = .92; TLI = .89; and RMSEA = .12). We then modelled one single latent variable with all items loading resulting in similarly poor model fits ( $\chi^2 = 81.684$ ,  $df = 27$ ,  $p < .001$ ; CFI = .91; TLI = .88; and RMSEA = .13). Thus, we were unable to find the two-factor structure proposed by colleagues [38] in both factor analyses.

Reliability analyses for the two sub-scales revealed Cronbach's alphas of .84 for usefulness and .84 for satisfying. Cronbach's alpha for the entire scale was .91—unsurprisingly larger than for the subscales, because more items were included in the calculation. Descriptive statistics of each item are displayed in Table 4. Van der Laan et al. [38] and many applicants of the scale assume interval scale level enabling the calculation of means [59, 60]. For those, we are reporting mean and standard deviation. However, this might result in overestimation of significance since “[v]iolations of data level assumptions mean that actual standard error will be greater than the computed standard error” [53]. For those convinced of the scale's ordinal nature we also report the median. Items 1 and 7 exceeded the range of excess kurtosis. All other items were normally distributed. The difficulties of items 1, 2, 3, 6, 7, and 8 exceeded the preferable range [52], meaning that they most participants answered with high values. All item-scale correlations except for item 9 were high. Contrary to Van der Laan et al. [38] we have found their acceptance scale to be a narrow construct [52].

In summary, we could not replicate the two-factor structure of the acceptance scale and thus support the one-factor solution reported by colleagues [61, 62]. Acceptance seems to a narrow construct. Reliability of the scale was satisfying. Agreement with all items was high resulting in large and positive acceptance for electric AVs.

Table 4. Descriptive statistics of the acceptance scale.

Item	Median	Mean (SE)	SD	Skew (SE)	KU (SE)	Difficulty	Item-scale correlation
Useful—useless	2.00	1.37 (0.08)	0.92	-1.84 (0.22)	3.54 (0.48)	.84	.77
Pleasant—unpleasant	1.00	1.18 (0.08)	0.93	-1.05 (0.22)	0.52 (0.43)	.80	.76
Bad—good	1.00	1.24 (0.08)	0.84	-0.90 (0.22)	0.55 (0.48)	.81	.74
Nice—annoying	1.00	1.09 (0.08)	0.91	-0.78 (0.22)	0.08 (0.48)	.77	.65
Effective—superfluous	1.00	1.10 (0.09)	1.02	-1.12 (0.22)	1.13 (0.43)	.78	.70
Irritating—likeable	1.54	1.33 (0.07)	0.78	-1.00 (0.22)	0.37 (0.43)	.83	.67
Assisting—worthless	2.00	1.27 (0.09)	0.99	-1.57 (0.22)	2.29 (0.43)	.82	.72
Undesirable—desirable	1.00	1.23 (0.08)	0.90	-1.32 (0.22)	1.84 (0.48)	.81	.72
Raising alertness—deep—inducing	1.00	0.81 (0.09)	1.04	-0.53 (0.22)	-0.35 (0.43)	.70	.49

N = 125; SE, standard error; SD, standard deviation; KU, excess kurtosis; scale range -2 to 2; items 3, 6, and 8 were recoded.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215969.t004>

**Perceived safety.** The EFA with oblique rotation resulted in one factor with an Eigenvalue of 2.02 explaining 73% of variance. Factor loadings for items 1, 2, 3, and 4 were .83, .77, .68, and .53, respectively. The scree plot indicated a single-factor solution (Fig A in S2 Text). For further exploratory purposes, we added our self-constructed item for general safety to the EFA and extracted two factors with Eigenvalues of 2.17 and 1.10 explaining 43% and 22% of variance, respectively. The scree plot suggested a two-factor solution. Factor loadings (Table in S2 Text) and scree plot (Fig B in S2 Text) can be found in the supplementary material. In our CFA, we modelled one single latent variable with all four items loading and uncorrelated variances. This resulted in an acceptable model fit ( $\chi^2 = 1.445$ ,  $df = 2$ ,  $p = .49$ , TLI = 1.02, CFI = 1.00, and RMSEA = .00).

Reliability analysis resulted in a Cronbach's alpha of .64. The reliability increased to .69, if we dropped item 2. Adding our self-constructed fifth item did not increase Cronbach's alpha above .64. In line with our EFA and reliability results, we dropped item 2. We recalculated the EFA with oblique rotation and three items resulting in one factor with an Eigenvalue of 1.86 explaining 62% of variance. Descriptive statistics of the perceived safety scale can be found in Table 5.

Data for all items on the perceived safety scale was normally distributed. Difficulty for all scale items was satisfying. Item-scale correlations for items 2 and 3 was rather low. Our self-constructed item displayed an excess kurtosis outside the boundaries of assumed normality.

Table 5. Descriptive statistics of the perceived safety scale and self-constructed item.

Item	Median	Mean (SE)	SD	Skew (SE)	KU (SE)	Difficulty	Item-scale correlation
I believe using AVs is dangerous. (item 1)	4.00	3.90 (.08)	0.92	-0.44 (.22)	-0.36 (.43)	.73	.58
Using AVs requires increased attention. (item 2)	3.00	3.22 (.12)	1.28	-0.28 (.22)	-0.97 (.43)	.56	.29
I feel safe when using AVs. (item 3)	4.00	3.64 (.10)	1.06	-0.34 (.22)	-0.43 (.43)	.66	.38
Using AVs decreases the accident risk. (item 4)	3.00	3.51 (.09)	1.01	0.02 (.22)	-0.32 (.43)	.63	.49
How safe did you feel on the ride? (self-constructed)	4.00	4.42 (.08)	0.89	-1.40 (.22)	2.50 (.43)	.81	—

N = 125; SE, standard error; SD, standard deviation; KU, excess kurtosis; scale range 1 (disagree) to 5 (agree). Items 1 and 2 are reversed. Item 2 was dropped from further analyses.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215969.t005>

**Table 6. Descriptive statistics of the intention to use scale.**

Item	Median	Mean (SE)	SD	Skew (SE)	KU (SE)	Difficulty	Item-scale correlation
Assuming I had access to an AV, I intend to use it (item 1)	4.00	3.96 (.10)	1.12	-0.77 (.22)	-0.54 (.43)	.74	.67
Given I had access to AV, I predict that I would use it (item 2)	4.00	3.66 (.11)	1.20	-0.65 (.22)	-0.50 (.43)	.66	.73
If AVs are available, I plan to use one in the next months (item 3)	3.72	3.42 (.12)	1.32	-0.32 (.22)	-1.06 (.43)	.60	.69

N = 125; SE, standard error; SD, standard deviation; KU, excess kurtosis; scale range 1 (disagree) to 5 (agree).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215969.t006>

Its difficulty was outside the satisfying range meaning that participants were too inclined to answer affirmatively.

In summary, the perceived safety scale did not perform as expected since item 2 was weakly connected to the rest of the scale. Focusing on attention rather than safety this disconnect is also understandable regarding the content of the items. After excluding item 2, we interpreted the factor as 'perceived safety'. The internal consistency was on the lower boundary of acceptability. Thus, perceived safety might be a broader concept, particularly compared to the others in this article. Our self-constructed item was impractical for further statistical analyses since it was non-normally distributed, easy (difficulty > .80), and weakly connected with the scale supposedly measuring something similar. We thus cannot promote this self-constructed item for statistical analyses.

**Intention to use.** The EFA with oblique rotation resulted in one factor with an Eigenvalue of 2.26 explaining 75% of variance. The factor loadings for the items 1, 2, and 3 were 0.85, 0.89, and 0.86, respectively. The scree plot suggested a single-factor solution (S2 Fig). Reliability analysis resulted in Cronbach's alpha of .83. Descriptive statistics of the intention to use scale can be found in Table 6. Data on the intention to use scale was normally distributed. The difficulty was within satisfying range for all items and all item-scale correlations were high.

In summary, the intention to use scale produces a narrow construct with one factor in the EFA and high Cronbach's alpha and item-scale correlations. Being normally distributed and reliable, we consider it adequate for further analyses.

**Trust.** We expected all three items measuring trust to load on a single factor. The EFA with oblique rotation resulted in one factor with an Eigenvalue of 2.08 explaining 69% of variance. The factor loadings for items 1, 2, and 3 were 0.86, 0.82, and 0.82, respectively. The scree plot suggested a single-factor solution (S3 Fig).

Reliability analysis of the scale resulted in Cronbach's alpha of .77. Descriptive statistics of the trust scale can be found in Table 7. Data on the intention to use scale was normally distributed. The difficulty of all items was within satisfying range and all item-scale correlations were high.

**Table 7. Descriptive statistics of the trust scale.**

Item	Median	Mean (SE)	SD	Skew (SE)	KU (SE)	Difficulty	Item-scale correlation
AVs are trustworthy. (item 1)	3.00	3.40 (.08)	0.88	-0.19 (.22)	0.25 (.43)	.60	.65
AVs keep promises and commitments. (item 2)	3.00	3.25 (.08)	0.89	-0.03 (.22)	0.29 (.43)	.56	.59
I trust AVs, because they keep my best interests in mind. (item 3)	3.00	3.21 (.10)	1.15	-0.31 (.22)	-0.28 (.43)	.55	.59

N = 125; SE, standard error; SD, standard deviation; KU, excess kurtosis; scale range 1 (disagree) to 5 (agree).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215969.t007>

**Table 8. Pattern matrix with oblique rotation for the emotions surprise, fear, and amusement.**

Item	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Amazed	<b>0.93</b>	0.08	0.12
Astonished	<b>0.87</b>	0.16	0.23
Surprised	<b>0.81</b>	0.11	0.02
Fearful	0.06	<b>0.90</b>	-0.03
Scared	0.12	<b>0.82</b>	0.01
Afraid	0.14	<b>0.81</b>	-0.10
Amused	0.07	-0.04	<b>0.85</b>
Silly	0.15	-0.12	<b>0.81</b>
Fun-loving	0.09	0.04	<b>0.80</b>

Item loadings with an absolute value above .50 are displayed in bold.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215969.t008>

In summary, the trust scale produces a narrow construct with one factor in the EFA and high Cronbach’s alpha and item-scale correlations. Being normally distributed and reliable, we consider it adequate for further analyses.

**Emotions.** We expected four factors each with three items loading exclusively on the respective factor. The EFA with oblique rotation resulted in three factors Eigenvalues of 3.50, 2.80, 1.41, explaining 29%, 23%, and 12% of variance, respectively. The pattern matrix can be found in the supplementary material (Table A in [S3 Text](#)). The first factor had loadings of amusement (positive) and boredom (negative), and the other two represented fear and surprise. However, the scree plot (Fig in [S3 Text](#)) suggested a five-factor solution. The additional factors had Eigenvalues of 0.95 and 0.90 explaining 8% and 7% of variance, respectively. We re-calculated the EFA with a lower Eigenvalue threshold to explore the two additional factors. Factor loadings of the five factors can be found in the supplementary material (Table B in [S3 Text](#)). The first three factors represented amusement, fear, and negative surprise. The boredom items split between factors four (“bored” and “bored stiff”) and five (“uninvolved”).

Reliability analyses of the proposed emotions resulted in Cronbach’s alphas of .77 (amusement), .86 (surprise), .81 (fear), and .63 (boredom). Because of reliability concerns and the results from the EFAs, we dropped the boredom scale and re-calculated the EFA with oblique rotation. We extracted three factors with Eigenvalues of 2.97, 2.31, and 1.37 explaining 33%, 26%, and 15% of variance, respectively. Their factor loadings are displayed in [Table 8](#).

We calculated sum scores for amusement, surprise and fear by adding the responses for the respective items resulting in a scale range from 3 to 15. Descriptive statistics of amusement, surprise, and fear can be found in [Table 9](#). The scales for amusement and surprise were normally distributed. However, fear was highly skewed and spiky. Results from t-tests indicate that participants interpreted the electric AVs as amusing, surprising, and not fear inducing.

**Table 9. Descriptive statistics of the emotions scale.**

Variable	Median	Mean (SE)	SD	Skew (SE)	KU (SE)	t-Value
Amusement	12.00	11.66 (.20)	2.24	-0.43 (.21)	-0.06 (.43)	13.31**
Surprise	10.00	9.86 (.28)	3.08	-0.16 (.21)	-0.54 (.43)	3.12*
Fear	3.00	3.87 (.15)	1.72	2.39 (.21)	6.87 (.43)	-33.40**

N = 125; SE, standard error; SD, standard deviation; KU, excess kurtosis; scale range 3 (very weak) to 15 (very strong);  $\alpha = .007$  (Bonferroni-corrected).

\*p < .007;

\*\*p < .001.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215969.t009>

Table 10. Descriptive statistics and differences from neutral middle of all constructs.

Item	Median	Mean (SE)	SD	Skew (SE)	KU (SE)	t-Value
Acceptance <sup>a</sup>	1.22	1.18 (0.06)	0.70	-0.96 (0.22)	0.80 (0.43)	18.73**
Perceived safety <sup>b</sup> (excluding item 2)	3.33	3.29 (0.07)	1.03	-0.16 (0.22)	-0.54	3.12*
Intention to use <sup>b</sup>	4.00	3.68 (0.09)	1.05	-0.47 (0.22)	-0.77	7.22**
Trust <sup>b</sup>	3.27	3.29 (0.07)	0.81	-0.08 (0.22)	0.51	3.97**

N = 125; SE, standard error; SD, standard deviation; KU, excess kurtosis;  $\alpha = .007$  (Bonferroni-corrected).

\*p < .007.

\*\*p < .001.

<sup>a</sup>scale range -2 to 2.

<sup>b</sup>scale range 1 to 5.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215969.t010>

In summary, we were unable to retrieve the four emotions as expected. Particularly the boredom scale was internally inconsistent and did not produce a unique factor. We thus cannot recommend the use of this scale in analyses. The other scales produced unique factors with high Cronbach's alphas suggesting narrow constructs. Amusement and surprise were normally distributed; fear was skewed and spiky. Thus, we recommend caution interpreting this result of fear of AVs in (inferential) statistical analyses. Fear might be too drastic to describe the experience of riding an AV supervised by an operator with 12km/h maximum speed on private land adequately.

**Summary.** All attitude scales were normally distributed and they produced satisfying Cronbach's alphas comparable to reliability coefficients reported in previous studies. Table 10 provides descriptive statistics of all attitude measures together with analyses of mean deviations from the neutral scale middle. Accordingly, participants accepted and trusted the electric AVs, perceived them as safe, and intended to use one in the future. Similar positive assessments were reported in the emotions measure. Participants were amused, surprised, and not afraid after the ride with an electric AV. Low values on the attitudes and emotions would create a barrier for usage and a disincentive for car manufacturers. Even though marketability of street-legal AVs might still be a decade away [1, 3, 63], our findings are promising for further development of automated urban mobility.

### Comments

30 participants (24%) answered the open comment item "Did we leave something out? Please give us your comments about the project or the vehicles." Using inductive category formation, two team members independently identified the six categories *AV driving characteristics*, *application scenarios for AVs*, *equipment*, *operator*, *survey method*, and *others*. The category 'others' was included to make the list exhaustive and to ensure that each comment was assigned to at least one category. The team members also excluded six comments bereft of much content from further analyses (e.g., "thank you" or "best project"). Two other team members assigned the remaining 24 comments to the six identified categories using one-to-many classification. This resulted in 31 and 33 tags, respectively. Setting segment agreement at 90% both coders assigned the same tag in 84% of cases. This resulted in an interrater reliability of fuzzy kappa = .77. The two coders discussed conflicting tags in one meeting and recoded the material. This resulted in 99% agreement (fuzzy kappa = .97). Table 11 provides an overview of categories and number of entries in each category after conflict resolving.

According to answers for AV driving characteristics, braking "because of relatively far away targets does not make the ride so pleasant" (M89) and "is very jerky" (F24). One person

**Table 11.** Categories and number of entries for answers for the open question.

Category	Number of entries
AV driving characteristics	7.5
Equipment	7
Operator	5
Survey method	5
Other	5
Application scenarios for AVs	4

The half entry (0.5) in AV driving characteristics represents the remaining unresolved conflict of only one coder assigning the category.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215969.t011>

“cannot evaluate braking” and raised the question “what happens in normal traffic?” (F81). The comments “slow” (M37) and “maiden trip?;-)” (F21) additionally indicated that AVs were not perceived as a valuable addition to mobility services (yet). This stands in contrast to the high median ratings on each intention to use item. No comment lauded AV driving characteristics, but all criticised various facets of the AVs’ behaviours.

For equipment, a major topic was temperature in the EasyMile AVs. Three participants complained about its coldness, but none raised the topic at CVK where the Navya AV drove. Other limitations included hard seats (“more comfortable seats would be preferable” (M73)), loud sounds (“warning signals are too loud when ‘heard’ daily at work” (F98)), and limited sight (“windows in manual mode do not ensure the best view” (F3)). One participant presumably wanted a “tele at the ceiling” (F60).

Participants perceived the two operators differently. The only comment at CVK—“more telling during the ride” (M39)—indicated that the operator should be more talkative. In contrast, one participant at CCM—“assessing the ride today, the operator was a decisive factor—she gabbed a lot though much moonshine” (F77)—found *this* operator to be too talkative. Two other comments lauded the CCM operator as “very, very good” (M107) and the “major reason” for the “grand driving experience” (F112). A last participant stated disappointedly “it’s a shame that an operator is necessary” (F117). These comments underscore the impact of an operator in AV assessment. They might explain to some extent the differences found in AV acceptance and intention to use between the two campuses.

Comments about the survey method underscored our own validity concerns about AV attitude research. One participant identified the operator as a confounding variable limiting the validity of AV assessment (F77). Another participant wished for “I don’t know as a possible choice” (F25) indicating that some (hypothetical) questions about AVs might not be answerable. This missing knowledge base for accurately assessing AVs was the topic of another comment—“I have to gain more passenger car experience with automated technology” (M26). These comments indicate that some participants have difficulties to assess their own attitudes accurately—even after having experienced AVs directly. This questions the informative value of hypothetical surveys even further. A last participant missed a question about her motivation to ride an AV (F36). We will add this question for the following main measurement point.

Scenarios for AV applications differed. One participant “would only drive on private land” (F72), whereas another could not wait for licenses for public roads—“because the legislator unfortunately has not agreed, I hope that it is possible to make on public land as well” (F92). A third participant assessed AVs “for the campus ideal” (M38). Participants did not raise often-cited application scenarios of urban vs. rural areas or shared vs. privately owned AVs by themselves.

The category 'other' included comments with various topical foci. Most of them were assigned to another category, i.e. "maiden trip?;-)" (F21) to *AV driving characteristics*; "this was a grand driving experience and the operator was the major reason for this" (F112) to *operator*; "I have to gain more passenger car experience with automated technology" (M26) to *survey method*; and "because the legislator unfortunately has not agreed, I hope that it is possible to make on public land as well" (F92) to *application scenarios*. Lastly, one comment was assigned only to the 'other' category demanding "it should be faster! (the development generally!)" (M124).

## Discussion

With our analyses, we tested various statistical properties (e.g., normality and reliability) of multiple scales regularly used to assess attitudes towards automated vehicles. These include acceptance, perceived safety, trust, and intention to use as well as four emotions with differing levels of valence and activation. This pilot test was necessary, because AV attitude research operates with a variety of definitions and measures predominantly in hypothetical study designs focusing on rather descriptive analyses. These factors lead to uncertainty and confusion about people's attitudes towards AVs with inconsistent results. With all participants having experienced a ride in an AV directly prior answering our survey, our design differed from that of previous studies [12, 25, 32]. Given the direct experience with AVs in our study, we expect our data to have higher validity than designs with hypothetical scenarios and simulated rides.

Our main results include positive evaluations of electric AVs by 125 participants evident in high ratings for acceptance, perceived safety, trust, and intention to use. Participants were amused, surprised, and not afraid after their experience. These results stand in contrast to critical comments addressing uncomfortable interior, slow driving combined with abrupt braking or the operator as a polarising figure. Our major contribution to the AV attitude research is a template of reporting that includes (1) transparency of definitions and operationalisations, (2) availability of all data and questionnaires, (3) rigorous reporting of data structure, reliability, and statistical properties, (4) critically evaluating the own approach, and (5) positioning the findings within the corpus of existing research. In this section, we focus on the last two points.

With a promising design regarding validity, we found mixed results. Poor model fits in our CFAs indicate that the hypothesised structure is not a good approximation of the data. More nuanced EFA results suggest that some constructs represent the data quite well. Particularly items from the acceptance, surprise, fear, intention to use, and trust scale loaded on individual factors as predicted. Acceptance, perceived safety, trust, and intention to use were normally distributed and exhibited satisfying Cronbach's alphas (only perceived safety was slightly low with .69) comparable to reliability coefficients reported in previous studies (see pre-registration).

## Critical evaluation and reflexions

However, some difficulties cast a cloud over ingenuous applications of the scales. Statistically, we were unable to replicate the two-factor solution for the acceptance scale—an assumption most applications of the scale do not test [59, 60, 64]. Yet more worrisome are validity concerns. As a semantic differential, the acceptance scale consists of opposites as broad and basic as good—bad. Their informative value about the specific applications might therefore be quite low. Some pairs, such as nice—annoying or assisting—worthless, are arguably not even opposites. This calls into question at least the interval level of the scale if not the interpretation of any given answer.

Similar concerns exist for the other scales. The intention to use scale consists of three almost identical items easily reaching the highest Cronbach's alpha with the fewest items. However, applied to AVs as an emerging technology all of them linger in the realm of future possibilities. Even though the case at the Charité campuses provides an application scenario, the wording of the items remains vague questioning the validity of the findings. The case of vagueness applies also to the trust measure. "My best interests" that the AV supposedly keeps in mind are not specified—nor are the "promises and commitments" it makes. These wordings make sense in their development context, namely assessing consumer trust in salespeople who have their own interests and make (potentially exaggerated) promises about their commodities [22]. However, particularly inexperienced laypeople might not be able to assess accurately any promises, commitments, or interests of the AVs.

These findings are particularly troublesome, since they are widely used in AV attitude research. With reliability and validity concerns in an arguably more promising design, our findings question the knowledge produced by AV attitude research so far. Further replication, validations, and refinement of scales is needed to assess the appropriateness of these measures and the quality of knowledge in the discourse. We hope, our approach to the topic supports other researchers in their research projects.

Several options exist for overcoming these limitations, e.g. the use of different scales. Instead of defining and operationalising acceptance following Van der Laan et al. [38], researchers could use *performance expectancy* from the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) [19] or *perceived usefulness* from the Technology Acceptance Model (TAM) [17]. However, this means 'losing' a satisfaction dimension present in [38] limiting compatibility of results. In addition, UTAUT and TAM have been developed in a labour-related context with particular interpretations of performance and productivity. It is questionable whether they could be adopted easily to users of automated technology. Substitutes for trust and perceived safety might be anxiety [8, 16, 19] and perceived risk [21, 24], respectively, as they can be interpreted as polar opposites. An option for handling duplications (e.g., in the case of intention to use) might be to eliminate items. However, this approach reduces Cronbach's alphas resulting in potentially unreliable scales. For example, Cronbach's alpha of our 3-item perceived safety scale (.69) was smaller than the .86 from Osswald et al.'s [8] 6-item scale.

The emotions measures did not work as anticipated. First, we only extracted three unique factors with *boredom* as the most difficult case. Given low reliability ratings in the present study and previous literature [43], we recommend not to use the M-DAS for the measurement of *boredom*. Second, participants independently expressed humour and surprise about the entire scale. Particularly, the German term for "bored stiff" is rather archaic and—as in English—difficult to distinguish from "bored". Some participants remarked the perceived repetition of terms similar to the intention to use items. Third, particularly the emotion fear might be unfit for our research context. Both AVs drove at maximum speed of 12 km/h on private land with a trained operator on board making the experience of fear quite unlikely—represented by the highly skewed and spiky distribution of fear values. This scenario does not resemble recent deadly accidents with high automation criticised in the media [65]. Thus, conducting more subtle emotions of the same family, e.g. anxiety, might provide more insights in this case study. One promising alternative to the M-DAS might be the Geneva Emotions Wheel (GEW) [40] that has convincing reliability and validity analyses [66].

Regarding our sample, in contrast to other AV studies only surveying valid drivers [16, 67], we included a broader age resulting in 18% of participants being below the age to obtain a driver's license. One could argue that people who have never driven a car portray fundamentally different approaches towards driving than those who have. It remains an open question (for

now) whether these are valuable insights for AV acceptance or not. Additionally, people below a certain age might not include relevant criteria in their assessment of AVs or might not be able to understand the question in the way adults do. This applies particularly to our outliers of 9 years old. However, a mean age below 35 years is a common sample characteristic in AV attitude research [23, 29, 68–70]. Additionally, our (non-randomised) sample consists of people interested in sciences and new technologies. High ratings on our acceptance and trust scales and low ratings on our fear scale thus reflect opinions of a very particular population of people. Even if we had no concerns regarding the instruments, we would advise caution generalising from this sample. For further research designs, we advise comparisons between drivers and non-drivers, collecting data in regular operations opposed to single measurement points such as the Long Night of the Sciences, and samples outside the technically interested visitors of these special events.

Lastly, the operator might undermine expectations resulting from the term ‘automated vehicles’ that suggests a process completely detached from human interference. Strictly speaking, we did not investigate automated driving in its ideal form, but according to current technological advancements necessitating a human to oversee the machine. As apparent from the comments, these humans differ leaving us to consider the operator as a confounding variable in further analyses.

### Positioning findings and further research agenda

Our research project includes electric AVs enabling users to experience this technology immediately and physically. Our results are similar to those provided by studies using the same design [23, 29]. In the EU CityMobil2 project, Madigan et al. [23] applied the UTAUT variables to AVs using a sample with the same age mean and comparable gender distribution. Their almost identical intention to use scale yielded a higher Cronbach’s alpha (.90) than in our study (.83). In their EFA with varimax rotation, the scale produced a unique factor as in our EFA with oblique rotation. Madigan et al.’s [23] hedonic motivation measure can be compared to our amusement measure. It, too, produced a unique factor, but higher internal consistency ( $\alpha = .87$  compared to  $\alpha = .77$  in our study). The EU CityMobil2 projects offers a promising evaluation framework [71] well aligned with the approach presented in this article. Nordhoff et al. [29] reported similar ratings on the Van der Laan et al. [38] acceptance scale. However, in their principal component analysis the acceptance scale was split with items loading on the component ‘intention to use’ (items 1, 3, 5, and 8) and on unreported components (items 2, 4, 6, 7, and 9) [29]. This indicates uncertainty about the data structure created by this scale. Participants in Nordhoff et al. [29] critically assessed the slow speed of their AVs in a closed item mirrored by our analysis of our open item. Both Madigan et al. [23] and Nordhoff et al. [29] report generally positive attitudes towards AVs replicated in our study with slightly different methods. Other projects with physical experience of shared AVs have not provided reliable data yet [72, 73].

Comparisons with hypothetical surveys are difficult, because many studies provide scenarios different from ours, e.g. automation in privately owned cars bearing little resemblance with the shared, electric AVs in our study [16, 74]. Some studies do not specify an application scenario, but speak of AVs generally [13, 14, 24]. Those hypothetical surveys focusing on shared AVs use different measures, e.g. contextual acceptability and impaired driving [67], driving enjoyment and environmental concerns [75], or economic measures such as willingness to pay [11, 25, 26, 69]. Lastly, some studies model adoption rates based on model specifications of particular regions [76, 77]. Thus, our article—together with the two applications by Madigan et al. [23] and Nordhoff et al. [29]—addresses different questions than previous hypothetical studies limiting their comparability.

Lastly, we stress the open item's valuable contribution to generating knowledge. The answers have not only improved our questionnaire for the main survey, but also enlightened us about qualitative aspects regarding experience on the ride with an AV. With the help of the comments, we identified the operator as a relevant confounder in acceptance of an AV. We also learnt more about driving style, technical features, and (unsettling) audio-visual feedback too specific to address with pre-built, scaled questionnaire items. Additionally, insights from the open item caution us to interpret the positive answers regarding acceptance, trust, perceived safety, and intention to use overcredulously. Thus, we agree with colleagues who have demonstrated the benefits of analysing open items in synergy with quantitative analyses [78], and promote the use of (more extensive) qualitative data collection in further research projects beyond simple classification and quantitative analysis [79, 80]. Such an approach might reformulate (narrow) definitions of constructs. Usefulness of and satisfaction with a system as sub-categories of acceptance, for example, make sense within a framework that puts individual immediate experience with a system to the fore. This is even more the case when acceptance equates usage. From a sociological perspective, acceptance also comprises the social conditions surrounding the system in question—seeing technology not as a neutral force of change, but as a socio-technical arrangement of mutual influence. In our use case, AVs are the mobility version of digitalisation and automation substituting human labour and agency with machines and algorithms. These broader perspectives are arguably as important to acceptance as immediate contact with a system—if acceptance is defined and measured accordingly. Recognising with the present study that narrow definitions of attitudes only produce parts of what is needed for an informed debate about emerging technologies, we urge researchers to go beyond these technical views and embrace an interdisciplinary, mixed-methods approach towards AV research comparable to those in other fields [81, 82].

## Supporting information

**S1 Appendix. German questionnaire used in data conduction.**

(PDF)

**S2 Appendix. English questionnaire translated from German original.**

(PDF)

**S1 Model. Visual representation of the confirmatory factor analysis with nine latent variables.**

(PDF)

**S1 Text. Pattern matrices from Explorative factor analysis with oblique rotation for 31 items on nine scales with 7 factors and with 10 factors and corresponding Screeplot.**

(PDF)

**S2 Text. Screeplots from factor analyses with 4-item perceived safety scale (plus self-constructed general perceived safety item) and oblique rotation and corresponding pattern matrix.**

(PDF)

**S3 Text. Pattern matrices with oblique rotation for 12 emotions items and three and five retrieved factors and corresponding Screeplot.**

(PDF)

**S1 Fig. Screeplot for 9-item acceptance scale from EFA with oblique rotation.**

(PDF)

**S2 Fig. Screeplot for 3-item intention to use scale from EFA with oblique rotation.**  
(PDF)

**S3 Fig. Screeplot for 3-item trust scale from EFA with oblique rotation.**  
(PDF)

## Acknowledgments

The authors thank the four student assistants Bent Fuhlrott, Lina Kluy, Lisa Paduch, and Janek Wilhelm (alphabetical order) for their contributions to this research project. The authors would also like to thank the two anonymous reviewers and the editor in charge for their constructive comments improving the manuscript.

## Author Contributions

**Conceptualization:** Jan C. Zoellick, Adelheid Kuhlmeier, Liane Schenk, Daniel Schindel, Stefan Blüher.

**Data curation:** Jan C. Zoellick.

**Formal analysis:** Jan C. Zoellick.

**Funding acquisition:** Adelheid Kuhlmeier, Liane Schenk, Daniel Schindel, Stefan Blüher.

**Investigation:** Jan C. Zoellick.

**Methodology:** Jan C. Zoellick, Stefan Blüher.

**Project administration:** Stefan Blüher.

**Resources:** Jan C. Zoellick, Adelheid Kuhlmeier, Liane Schenk, Daniel Schindel, Stefan Blüher.

**Software:** Jan C. Zoellick.

**Supervision:** Adelheid Kuhlmeier, Liane Schenk, Stefan Blüher.

**Validation:** Jan C. Zoellick, Daniel Schindel.

**Visualization:** Jan C. Zoellick.

**Writing – original draft:** Jan C. Zoellick, Adelheid Kuhlmeier, Liane Schenk, Daniel Schindel, Stefan Blüher.

**Writing – review & editing:** Jan C. Zoellick, Adelheid Kuhlmeier, Liane Schenk, Daniel Schindel, Stefan Blüher.

## References

1. Waldrop MM. Autonomous vehicles: No drivers required. *Nature*. 2015; 518(7537):20–3. <https://doi.org/10.1038/518020a> PMID: 25652478
2. Henderson J, Spencer J. Autonomous vehicles and commercial real estate. *Cornell Real Estate Rev*. 2016; 14(1):44–55.
3. Bagbee SA, Tavara M, Asadi M, Oliver T. Autonomous vehicles: Challenges, opportunities, and future implications for transportation policies. *J Mod Transp*. 2016; 24(4):284–303.
4. Moorthy A, De Kleine R, Keoleian G, Good J, Lewis G. Shared autonomous vehicles as a sustainable solution to the last mile problem: A case study of Ann Arbor-Detroit area. *SAE Int J Passeng Cars Electron Electr Syst*. 2017; 10(2):54–62. <https://doi.org/10.4271/2017-01-1276>
5. Pettigrew S. Why public health should embrace the autonomous car. *Aust N Z J Public Health*. 2017; 41(1):5–7. <https://doi.org/10.1111/1753-6405.12588> PMID: 27774760

6. NHTSA. Automated driving systems 2.0: A vision for safety [Internet]. National Highway Traffic Safety Administration; 2017 [29 November 2017]. [https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/documents/13069a-ads2.0\\_090617\\_v9a\\_taq.pdf](https://www.nhtsa.gov/sites/nhtsa.dot.gov/files/documents/13069a-ads2.0_090617_v9a_taq.pdf).
7. Nordhoff S, van Arem B, Happee R. Conceptual model to explain, predict, and improve user acceptance of driverless podlike vehicles. *Transport Res Rec*. 2016; 2602:60–7. <https://doi.org/10.3141/2602-08>
8. Osswald S, Wurhofer D, Trösterer S, Beck E, Tscheligi M. Predicting information technology usage in the car: Towards a car technology acceptance model. *Proceedings of the 4th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications: ACM*; 2012. p. 51–8.
9. Adell E. Driver experience and acceptance of driver support systems—a case of speed adaptation Lund: Lund University; 2009.
10. Adell E, Várhelyi A, Nilsson L. The definition of acceptance and acceptability. In: Regan MA, Horberry T, Stevens A, editors. *Driver acceptance of new technology*. Surrey, UK: Ashgate Publishing Limited; 2014. p. 31–42.
11. Bansal P, Kockelman KM. Forecasting Americans' long-term adoption of connected and autonomous vehicle technologies. *Transp Res A Policy Pract*. 2017; 95:49–63. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.10.013>
12. Krueger R, Rashidi TH, Rose JM. Preferences for shared autonomous vehicles. *Transp Res C Emer*. 2016; 69:343–55. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.06.015>
13. König M, Neumayr L. Users' resistance towards radical innovations: The case of the self-driving car. *Transportation Research: Part F*. 2017; 44:42–52.
14. Schoettle B, Sivak M. A survey of public opinion about autonomous and self-driving vehicles in the US, the UK, and Australia. 2014.
15. Charité—Universitätsmedizin Berlin. Without title. Berlin: Charité—Universitätsmedizin Berlin; 2018. [https://www.wir-fahren-zukunft.de/en/pictures/#lightbox/gallery\\_image\\_1716](https://www.wir-fahren-zukunft.de/en/pictures/#lightbox/gallery_image_1716) and [https://www.wir-fahren-zukunft.de/en/pictures/#lightbox/gallery\\_image\\_1736](https://www.wir-fahren-zukunft.de/en/pictures/#lightbox/gallery_image_1736).
16. Cho Y, Park J, Park S, Jung ES. Technology acceptance modeling based on user experience for autonomous vehicles. *J Ergon Soc Korea*. 2017; 36(2):87–108. <https://doi.org/10.5143/JESK.2017.36.2.87>
17. Davis FD, Bagozzi RP, Warshaw PR. User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *ManSci*. 1989; 35(8):982–1003.
18. Chuttur MY. Overview of the technology acceptance model: Origins, developments and future directions. *Working Papers on Information Systems*. 2009; 9(37):9–37.
19. Venkatesh V, Morris MG, Davis GB, Davis FD. User acceptance of information technology: Toward a unified view. *Manag Inf Sys Q*. 2003; 27(3):425–78.
20. Rotter JB. Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. *Psychol Monogr—Gen A*. 1966; 80(1):1–28. <https://doi.org/10.1037/h0092976>
21. Pavlou PA. Consumer acceptance of electronic commerce: Integrating trust and risk with the technology acceptance model. *Int J Electron Comm*. 2003; 7(3):101–34. <https://doi.org/10.1080/10964415.2003.11044275>
22. Doney PM, Cannon JP. An examination of the nature of trust in buyer-seller relationships. *J Mark*. 1997; 35–51.
23. Madigan R, Louw T, Wilbrink M, Schieben A, Merat N. What influences the decision to use automated public transport? Using UTAUT to understand public acceptance of automated road transport systems. *Transportation Research: Part F*. 2017; 50:55–64. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.07.007>
24. Choi JK, Ji YG. Investigating the importance of trust on adopting an autonomous vehicle. *Int J Hum Comput Int*. 2015; 31(10):692–702. <https://doi.org/10.1080/10447318.2015.1070549>
25. Bansal P, Kockelman KM. Are we ready to embrace connected and self-driving vehicles? A case study of Texans. *Transportation*. 2016; 45(2):1–35. <https://doi.org/10.1007/s11116-016-9745-z>
26. Bansal P, Kockelman KM, Singh A. Assessing public opinions of and interest in new vehicle technologies: An Austin perspective. *Transp Res C Emer*. 2016; 67:1–14. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.01.019>
27. Shabanpour R, Mousavi S, Golshani N, Auld J, Mohammadian A, editors. *Consumer preferences of electric and automated vehicles. Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS)*, 2017 5th IEEE International Conference on; 2017: IEEE.
28. Lavieri PS, Garikapati VM, Bhat CR, Pendyala RM, Astroza S, Dias FF. Modeling individual preferences for ownership and sharing of autonomous vehicle technologies. *Transport Res Rec*. 2017;(2665):1–10. <https://doi.org/10.3141/2665-01>
29. Nordhoff S, de Winter J, Madigan R, Merat N, van Arem B, Happee R. User acceptance of automated shuttles in Berlin-Schöneberg: A questionnaire study. *Transportation Research: Part F*. 2018; 58:843–54. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.06.024>

30. Hulbe LM, Xie H, Galea ER. Perceptions of autonomous vehicles: Relationships with road users, risk, gender and age. *Saf Sci*. 2018; 102:1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.001>
31. Verbeke FMF, Ham J, Midden CJH. Trusting a virtual driver that looks, acts, and thinks like you. *Hum Factors*. 2015; 57(5):895–909. <https://doi.org/10.1177/0018720815580749> PMID: 25921302
32. Fraedrich E, Lenz B. Societal and individual acceptance of autonomous driving. In: Maurer M, Gerdes JC, Lenz B, Winner H, editors. *Autonomous driving Technical, legal and social aspects*. Berlin & Heidelberg: Springer; 2016. p. 621–40.
33. Schmalz B, Mülh K, Krems JF. Direct experience with battery electric vehicles (BEVs) matters when evaluating vehicle attributes, attitude and purchase intention. *Transportation Research: Part F*. 2017; 46:47–69. <https://doi.org/10.1016/j.tf.2017.01.004>
34. Schaefer KE, Chen JY, Szalma JL, Hancock PA. A meta-analysis of factors influencing the development of trust in automation: Implications for understanding autonomy in future systems *Hum Factors*. 2016; 58(3):377–400. <https://doi.org/10.1177/0018720816634228>
35. Hancock PA, Billings DR, Schaefer KE, Chen JY, De Visser EJ, Parasuraman R. A meta-analysis of factors affecting trust in human-robot interaction. *Hum Factors*. 2011; 53(5):517–27. <https://doi.org/10.1177/0018720811417254> PMID: 22046724
36. Kim YM. Validation of psychometric research instruments: The case of information science. *J Assoc Inf Sci Technol*. 2009; 60(6):1178–91. <https://doi.org/10.1002/asi.21088>
37. Izard CE. *Human emotions*. New York: Springer Science+Business Media; 1977.
38. Van der Laan JD, Heino A, De Waard D. A simple procedure for the assessment of acceptance of advanced transport telematics. *Transp Res C Emer*. 1997; 5(1):1–10. [https://doi.org/10.1016/S0969-090X\(96\)00025-3](https://doi.org/10.1016/S0969-090X(96)00025-3)
39. Fishbein M, Ajzen I. *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to the theory and research*. Reading, MA: Addison-Wesley; 1975.
40. Scheier KR. What are emotions? And how can they be measured? *Soc Sci Inf*. 2005; 44(4):695–729. <https://doi.org/10.1177/0539018405058216>
41. Izard CE. *Measuring emotions in infants and children*. Cambridge, UK: Cambridge University Press; 1982.
42. Merten J, Krause R. DAS (Differenzielle Affekt Skala): Arbeiten der Fachrichtung Psychologie, Universität des Saarlandes, Nr. 173. Saarbrücken; 1993.
43. Renaud D, Urz D. Die M-DAS—eine modifizierte Version der Differentiellen Affekt Skala zur Erfassung von Emotionen bei der Medienutzung. *Zeitschrift für Medienpsychologie*. 2006; 18(2):70–5. <https://doi.org/10.1026/1617-6383.18.2.70>
44. Bartsch A, Appel M, Storch D. Predicting emotions and meta-emotions at the movies: The role of the need for affect in audiences' experience of horror and drama. *Commun Res*. 2010; 37(2):167–90. <https://doi.org/10.1177/0093650209356441>
45. Menold N, Bogner K. Gestaltung von Ratingskalen in Fragebögen (Version 1.0). Mannheim: GESIS—Leibniz Institut für Sozialwissenschaften; 2014.
46. Charité—Universitätsmedizin Berlin. Without title. Berlin: Charité—Universitätsmedizin Berlin; 2017. <https://www.wir-fahren-zukunft.de/en/the-routes/>.
47. Graham JW. Missing data analysis: Making it work in the real world. *Annu Rev Psychol*. 2009; 60:549–76. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.58.11.0405.085530> PMID: 18652544
48. IBM Corp. IBM SPSS Statistics for Windows. 25.0 ed. Armonk, NY: IBM Corp.; 2017.
49. Wu W, Jia F, Enders C. A comparison of imputation strategies for ordinal missing data on Likert scale variables. *Multivariate Behav Res*. 2015; 50(5):484–503. <https://doi.org/10.1080/00273171.2015.1022644> PMID: 26610248
50. Kaiser HF. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*. 1958; 23(3):187–200. <https://doi.org/10.1007/BF02289233>
51. Schreiber JB, Nora A, Stage FK, Barlow EA, King J. Reporting structural equation modeling and confirmatory factor analysis results: A review. *J Educ Res*. 2006; 99(6):323–38. <https://doi.org/10.3200/JOER.99.6.323-338>
52. Döring N, Bortz J. *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. 5. ed. Berlin & Heidelberg: Springer; 2016.
53. Garson GD. *Testing statistical assumptions*. Asheboro, NC: Statistical Associates Publishing; 2012.
54. Kuckartz U. *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. 3. ed. Weinheim und Basel: Beltz Juventa; 2016.
55. VERBI Software. MAXQDA Analytics Pro 11.0. Berlin: VERBI; 2017.

56. Kirilenko AP, Stepchenkova S. Inter-coder agreement in one-to-many classification: fuzzy kappa. *PLoS One*. 2016; 11(3):e0149787. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149787> PMID: 26933956
57. Yong AG, Pearce S. A beginner's guide to factor analysis: Focusing on exploratory factor analysis. *Tutorials in quantitative methods for psychology*. 2013; 9(2):79–94. <https://doi.org/10.20982/tqmp.09.2.p079>
58. Girden ER, Kabacoff R. *Evaluating research articles from start to finish*. Sage; 2010.
59. Bühler F, Cocron P, Neumann I, Franke T, Krems JF. Is EV experience related to EV acceptance? Results from a German field study. *Transportation Research: Part F*. 2014; 25:34–49. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.05.002>
60. Birmacher K, Nöcker G, Huff M. The role of system description for conditionally automated vehicles. *Transportation Research: Part F*. 2018; 54:159–70. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.01.010>
61. Beggiano M, Pereira M, Petzold T, Krems J. Learning and development of trust, acceptance and the mental model of ACC. A longitudinal on-road study. *Transportation Research: Part F*. 2015; 35:75–84. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.10.005>
62. Hartwich F, Beggiano M, Krems JF. Driving comfort, enjoyment and acceptance of automated driving—effects of drivers' age and driving style familiarity. *Ergonomics*. 2018; 1–16. <https://doi.org/10.1080/00140139.2018.1441448>
63. Surden H, Williams M-A. Technological opacity, predictability, and self-driving cars. *Cardozo L Rev*. 2016; 38:121.
64. de Waard D, Dijksterhuis C, Brookhuis KA. Merging into heavy motorway traffic by young and elderly drivers. *Accid Anal Prev*. 2009; 41(3):588–97. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.02.011> PMID: 19393811
65. Boudette NE. Fatal Tesla crash raises new questions about autopilot system. *New York Times*; 2018 [updated 31 March; retrieved 7 August 2018]. <http://www.nytimes.com/2018/03/31/business/tesla-crash-autopilot-musk.html>
66. Scherer KR, Shuman V, Fontaine JFR, Soriano C. The GRID meets the Wheel: Assessing emotional feeling via self-report. In: Fontaine JFR, Scherer KR, Soriano C, editors. *Components of emotional meaning: A sourcebook*. Oxford: Oxford University Press; 2013.
67. Payne W, Cestac J, Delhomme P. Intention to use a fully automated car: Attitudes and a priori acceptability. *Transportation Research: Part F*. 2014; 27:252–63. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.04.009>
68. Northoff S, de Winter J, Kyriakidis M, van Arem B, Happee R. Acceptance of driverless vehicles: Results from a large cross-national questionnaire study. *Journal of Advanced Transportation*. 2018; 2018(Article ID 5382192):22 Pages. <https://doi.org/10.1155/2018/5382192>
69. Kyriakidis M, Happee R, de Winter JCF. Public opinion on automated driving: Results of an international questionnaire among 5000 respondents. *Transportation Research: Part F*. 2015; 32:127–40. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.04.014>
70. Lee J-G, Kim KJ, Lee S, Shin D-H. Can autonomous vehicles be safe and trustworthy? Effects of appearance and autonomy of unmanned driving systems. *Int J Hum Comput Int*. 2015; 31(10):682–91. <https://doi.org/10.1080/10447318.2015.1070547>
71. McDonald M, Delle Site P, Stam D, Salucci MV. CityMobil2 evaluation framework. In: Alessandrini A, editor. *Implementing Automated Road Transport Systems in Urban Settings*. Amsterdam: Elsevier; 2017. p. 84–107.
72. Eden G, Nanchen B, Ramsayer R, Evéquo F, editors. On the road with an autonomous passenger shuttle: Integration in public spaces. *Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*; 2017: ACM.
73. Piao J, McDonald M, Hounsell N, Graindorge M, Graindorge T, Mathene N. Public views towards implementation of automated vehicles in urban areas. *Transp Res Procedia*. 2016; 14:2169–77. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.232>
74. Rödel C, Stadler S, Meschtscherjakov A, Tscheligi M. Towards autonomous cars: The effect of autonomy levels on acceptance and user experience. *Proceedings of the 6th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications*: ACM; 2014. p. 1–8.
75. Haboucha CJ, Ishaq R, Shifan Y. User preferences regarding autonomous vehicles. *Transp Res C Emer*. 2017; 78:37–49. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.01.010>
76. Martínez LM, Viegas JM. Assessing the impacts of deploying a shared self-driving urban mobility system: An agent-based model applied to the city of Lisbon, Portugal. *International Journal of Transportation Science and Technology*. 2017; 6(1):13–27.
77. Fagnant DJ, Kockelman KM. The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios. *Transp Res C Emer*. 2014; 40:1–13. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2013.12.001>

78. Bazilinskyy P, Kyriakidis M, de Winter JCF. An international crowdsourcing study into people's statements on fully automated driving. *Procedia Manufacturing*. 2015; 3:2534–42.
79. Lu Z, Du R, Dunham-Jones E, Park H, Crittenden J. Data-enabled public preferences inform integration of autonomous vehicles with transit-oriented development in Atlanta. *Cities*. 2017; 63:118–27. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.01.004>
80. Fraedrich E, Lenz B. Gesellschaftliche und individuelle Akzeptanz des autonomen Fahrens. *Autonomes Fahren*: Springer; 2015. p. 639–60.
81. Hoffmann M, Graff A, Kramer S, Kuttler T, Hendzlik M, Scheif C, et al. Bewertung integrierter Mobilitätsdienste mit Elektrofahrzeugen aus Nutzerperspektive. Ergebnisse der Begleitforschung im Projekt BeMobility—Berlin elektroMobil. Berlin: inno—Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel, 2012.
82. Dettner J, Birzle-Harder B, Hefer T, Götz K. Elektrofahrzeuge in betrieblichen Fahrzeugflotten—Akzeptanz, Attraktivität und Nutzungsverhalten. Ergebnisbericht im Rahmen des Projekts Future Fleet. Frankfurt am Main: Institut für sozial-ökologische Forschung, 2012.

Journal Data Filtered By: **Selected JCR Year: 2017** Selected Editions: SCIE,SSCI  
 Selected Categories: **"PSYCHOLOGY, APPLIED"** Selected Category  
 Scheme: WoS

**Gesamtanzahl: 82 Journale**

Rank	Full Journal Title	Total Cites	Journal Impact Factor	Eigenfactor Score
1	Industrial and Organizational Psychology-Perspectives on Science and Practice	1,123	16.375	0.002630
2	JOURNAL OF MANAGEMENT	18,808	8.080	0.021180
3	Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior	606	5.775	0.003550
4	PERSONNEL PSYCHOLOGY	7,323	5.523	0.005670
5	ORGANIZATIONAL RESEARCH METHODS	5,091	4.918	0.006670
6	JOURNAL OF APPLIED PSYCHOLOGY	35,771	4.643	0.019290
7	JOURNAL OF ORGANIZATIONAL BEHAVIOR	10,192	4.229	0.010340
8	Journal of Occupational Health Psychology	3,320	3.766	0.004650
9	JOURNAL OF COUNSELING PSYCHOLOGY	7,303	3.344	0.006060
10	LEADERSHIP QUARTERLY	8,497	3.307	0.007280
11	Research in Organizational Behavior	3,469	3.238	0.001290
12	WORK AND STRESS	2,643	3.140	0.002340
13	Organizational Psychology Review	364	3.067	0.001700
14	JOURNAL OF VOCATIONAL BEHAVIOR	8,893	3.052	0.006800
15	JOURNAL OF OCCUPATIONAL AND ORGANIZATIONAL PSYCHOLOGY	3,953	2.892	0.003250
16	PSYCHOLOGY OF SPORT AND EXERCISE	3,891	2.878	0.005380
17	JOURNAL OF CONSUMER PSYCHOLOGY	4,388	2.809	0.007390
18	European Journal of Work and Organizational Psychology	2,590	2.638	0.003420
19	GROUP & ORGANIZATION MANAGEMENT	2,226	2.627	0.001660
20	JOURNAL OF BUSINESS AND PSYCHOLOGY	2,615	2.576	0.004120
21	MEDIA PSYCHOLOGY	1,460	2.574	0.001520
22	APPLIED PSYCHOLOGY-AN INTERNATIONAL REVIEW-PSYCHOLOGIE APPLIQUEE-REVUE INTERNATIONALE	3,312	2.490	0.002130
23	HUMAN RESOURCE MANAGEMENT	3,093	2.474	0.002690
24	JOURNAL OF INTERPERSONAL VIOLENCE	6,529	2.443	0.009160

Rank	Full Journal Title	Total Cites	Journal Impact Factor	Eigenfactor Score
25	APPLIED ERGONOMICS	5,702	2.435	0.006660
26	JOURNAL OF SPORT & EXERCISE PSYCHOLOGY	3,846	2.410	0.003030
27	International Review of Sport and Exercise Psychology	578	2.391	0.000920
28	HUMAN FACTORS	5,362	2.371	0.004430
29	Applied Psychology-Health and Well Being	603	2.351	0.001380
30	RESEARCH QUARTERLY FOR EXERCISE AND SPORT	4,136	2.268	0.002630
31	ORGANIZATIONAL BEHAVIOR AND HUMAN DECISION PROCESSES	10,099	2.259	0.007720
32	JOURNAL OF APPLIED SPORT PSYCHOLOGY	1,922	2.092	0.001000
33	PSYCHOLOGY & MARKETING	4,767	2.023	0.003350
34	ERGONOMICS	7,273	2.019	0.005960
35	EUROPEAN JOURNAL OF PSYCHOLOGICAL ASSESSMENT	1,591	1.985	0.001880
36	INTERNATIONAL JOURNAL OF STRESS MANAGEMENT	1,192	1.949	0.000800
37	TRANSPORTATION RESEARCH PART F-TRAFFIC PSYCHOLOGY AND BEHAVIOUR	3,301	1.935	0.006510
38	Human Resource Development Quarterly	1,268	1.875	0.000550
39	JOURNAL OF BEHAVIORAL DECISION MAKING	2,374	1.788	0.003980
40	Career Development International	1,596	1.725	0.001370
41	JOURNAL OF EXPERIMENTAL PSYCHOLOGY-APPLIED	2,057	1.718	0.002720
42	Sport Exercise and Performance Psychology	293	1.714	0.000890
43	STRESS AND HEALTH	1,421	1.661	0.002560
44	JOURNAL OF CAREER ASSESSMENT	1,279	1.626	0.001770
45	Journal of Managerial Psychology	2,852	1.547	0.002160
46	CAREER DEVELOPMENT QUARTERLY	848	1.500	0.000740
47	JOURNAL OF CAREER DEVELOPMENT	772	1.473	0.001120
48	INTERNATIONAL JOURNAL OF OFFENDER THERAPY AND COMPARATIVE CRIMINOLOGY	1,696	1.452	0.002400
49	JOURNAL OF ORGANIZATIONAL BEHAVIOR MANAGEMENT	345	1.419	0.000080
50	PERSONNEL REVIEW	1,766	1.395	0.001020
51	JOURNAL OF APPLIED BEHAVIORAL SCIENCE	1,513	1.368	0.000770
52	JOURNAL OF COUNSELING AND DEVELOPMENT	2,249	1.356	0.001240
53	SPORT PSYCHOLOGIST	1,731	1.354	0.000800

Rank	Full Journal Title	Total Cites	Journal Impact Factor	Eigenfactor Score
54	COUNSELING PSYCHOLOGIST	2,570	1.348	0.001710
55	International Journal for Educational and Vocational Guidance	237	1.306	0.000240
56	Psychology of Music	1,521	1.275	0.001660
57	Journal of Work and Organizational Psychology-Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones	246	1.186	0.000270
58	Journal of Clinical Sport Psychology	314	1.175	0.000440
59	SMALL GROUP RESEARCH	1,433	1.163	0.001090
60	Journal of Personnel Psychology	382	1.146	0.000900
61	HUMAN PERFORMANCE	1,500	1.128	0.001090
62	ORGANIZATIONAL DYNAMICS	2,156	1.111	0.000890
63	MEASUREMENT AND EVALUATION IN COUNSELING AND DEVELOPMENT	910	1.098	0.000520
64	Negotiation and Conflict Management Research	259	1.086	0.000460
65	BEHAVIORAL SCIENCES & THE LAW	1,829	1.059	0.002170
66	INTERNATIONAL JOURNAL OF SELECTION AND ASSESSMENT	1,350	1.031	0.001410
67	JOURNAL OF COLLEGE STUDENT DEVELOPMENT	2,594	0.952	0.001450
68	JOURNAL OF EDUCATIONAL MEASUREMENT	1,463	0.936	0.001700
69	Revista de Psicología del Deporte	714	0.922	0.000480
70	BRITISH JOURNAL OF GUIDANCE & COUNSELLING	699	0.907	0.000340
71	Zeitschrift für Sportpsychologie	71	0.905	0.000080
72	Journal of Investigative Psychology and Offender Profiling	293	0.882	0.000450
73	TRAVAIL HUMAIN	217	0.879	0.000060
74	International Journal of Sports Science & Coaching	881	0.856	0.000960
75	INTERNATIONAL JOURNAL OF AVIATION PSYCHOLOGY	611	0.824	0.000130
76	JOURNAL OF EMPLOYMENT COUNSELING	272	0.793	0.000260
77	JOURNAL OF MULTICULTURAL COUNSELING AND DEVELOPMENT	493	0.737	0.000300
78	Zeitschrift für Personalforschung	127	0.615	0.000200
79	ZEITSCHRIFT FÜR ARBEITS-UND ORGANISATIONSPSYCHOLOGIE	163	0.519	0.000070

Rank	Full Journal Title	Total Cites	Journal Impact Factor	Eigenfactor Score
80	EUROPEAN REVIEW OF APPLIED PSYCHOLOGY-REVUE EUROPEENNE DE PSYCHOLOGIE APPLIQUEE	481	0.515	0.000700
81	Gedrag & Organisatie	117	0.303	0.000090
82	German Journal of Human Resource Management-Zeitschrift fur Personalforschung	4	0.133	0.000010

Copyright © 2018 Clarivate Analytics

Zoellick, J. C., Kuhlmeier, A., Schenk, L., Schindel, D., & Blüher, S. (2019). Amused, accepted, and used? Attitudes and emotions towards automated vehicles, their relationships, and predictive value for usage intention. *Transportation Research Part F*, 65, 68-78, doi: 10.1016/j.trf.2019.07.009

<https://doi.org/10.1016/j.trf.2019.07.009>

Das Journal Monitor Pflege ist nicht gelistet. Daher ist für die Publikation *Zöllick, J. C., Kuhlmeier, A., Nordheim, J., & Blüher, S. (2020). Akzeptanz von Technik in unterschiedlichen Funktionsbereichen der professionellen Pflege. Monitor Pflege, 6(1), 21-25* kein Auszug aus den Journal Citation Reports 2018, Editions SCIE, SSCI zu finden.

Zöllick, J. C., Kuhlmeier, A., Nordheim, J., & Blüher, S. (2020). Akzeptanz von Technik in unterschiedlichen Funktionsbereichen der professionellen Pflege. *Monitor Pflege*, 6(1), 21-25

[https://www.monitor-pflege.de/archiv/ausgaben-2020/mopf\\_1\\_2020](https://www.monitor-pflege.de/archiv/ausgaben-2020/mopf_1_2020)

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht

## Publikationsliste

### Peer-reviewed articles

Zöllick, J. C., Kuhlmei, A., Nordheim, J., & Blüher, S. (2020). Akzeptanz von Technik in unterschiedlichen Funktionsbereichen der professionellen Pflege. *Monitor Pflege*, 6(1), 21-25.

Zoellick, J. C., Kuhlmei, A., Schenk, L., Schindel, D., & Blüher, S. (2019a). Amused, accepted, and used? Attitudes and emotions towards automated vehicles, their relationships, and predictive value for usage intention. *Transportation Research Part F*, 65, 68-78.

Zoellick, J. C., Kuhlmei, A., Schenk, L., Schindel, D., & Blüher, S. (2019b). Assessing acceptance of electric automated vehicles after exposure in a realistic traffic environment. *PLOS ONE*, 14(5), e0215969.

Cyron, T., Zoellick, J. C. (2018). Business development in post-growth economies: Challenging assumptions in the existing business growth literature. *Management Revue*, 29(3): 206-29.

Zoellick, J. C., & Bisht, A. (2018). It's not (all) about efficiency: Powering and organizing technology from a degrowth perspective. *Journal of Cleaner Production*, 197(2), 1787-99.

Zoellick, J. C. (2018). Lock them up! Lock them up? A critique of the prison mosaic. *Futures*, 101, 1-9.

Zoellick, J. C. (2015). Reply to Dong et al., 2014, JCLEPRO, 84, 59-69. *Journal of Cleaner Production*, 107, 317-23.

### Reports

Kuhlmei, A., Blüher, S., Nordheim, J., Zöllick, J. (2019). Technik in der Pflege – Einstellungen von professionell Pflegenden zu Chancen und Risiken neuer Technologien und technischer Assistenzsysteme. Abschlussbericht für das Zentrum für Qualität in der Pflege (ZQP). Berlin, Zentrum für Qualität in der Pflege (ZQP). Abgerufen am 03.02.2020 von <https://www.zqp.de/wp-content/uploads/ZQP-Bericht-Technik-profPflege.pdf>

Kuhlmei, A., Blüher, S., Zöllick, J., & Witte, J. (2019). Mobilitätsbefragung unter Zugehörigen der Charité –Universitätsmedizin Berlin im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie zur Erfüllung der Klimaschutzvereinbarung. Berlin, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Institut für Medizinische Soziologie und Rehabilitationswissenschaft. Abgerufen am 03.02.2020 von [https://intranet.charite.de/fileadmin/user\\_upload/microsites/beauftragte/umweltschutz/Mobilit%C3%A4t/Abschlussberichtaktuell\\_Mobilit%C3%A4t.pdf](https://intranet.charite.de/fileadmin/user_upload/microsites/beauftragte/umweltschutz/Mobilit%C3%A4t/Abschlussberichtaktuell_Mobilit%C3%A4t.pdf)

## Book chapters and non-peer-reviewed articles

Kluy, L., Blüher, S., & Zöllick, J. C. (2020). Fährt selbst und ständig: Empirische Nutzeranalysen eines automatisierten Mobilitätsangebotes an einem Großklinikum und im ÖPNV. In H. Ahler et al. (Hrsg.), *Von Menschen und Maschinen. Interdisziplinäre Perspektiven auf das Verhältnis von Gesellschaft und Technik in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Proceedings der 3. Tagung des Nachwuchsnetzwerks „INSIST“ 05.-07. Oktober 2018, Karlsruhe.* (S. 1-14). Karlsruhe: Selbstverlag.

Zöllick, J. C., Kuhlmeier, A., Nordheim, J., & Blüher, S. (2020). Technik und Pflege – eine ambivalente Beziehung. *PflegeZeitschrift*, 20(3), 50-52.

Kluy, L., Blüher, S., & Zöllick, J. (2019). Mit Blick in die Zukunft: Akzeptanzforschung zu einem automatisierten Mobilitätsangebot. *Technik & Mensch*, 2019(2), 6-7.

Zöllick, J. C., Kuhlmeier, A., Suhr, R., Eggert, S., & Blüher, S. (2019) *Akzeptanz von Technikeinsatz in der Pflege. Zwischenergebnisse einer Befragung unter professionell Pflegenden.* In K. Jacobs et al. (Hrsg.) *Pflege-Report 2019.* Wiesbaden: Springer, S. 211-218.

## **Danksagung**

Mein Dank geht an die diejenigen Personen, die mich konkret in den Projekten und den Veröffentlichungen im Rahmen der Dissertation unterstützt haben und an diejenigen, die mich darüber hinaus auf meinem akademischen Werdegang begleitet und in meiner persönlichen Entwicklung geprägt haben.

Ich danke Frau Prof. Dr. Adelheid Kuhlmeier und Herrn Dr. Stefan Blüher für die stets wertschätzende, unterstützende und sehr konstruktive Zusammenarbeit, die mich fachlich und persönlich bereichert hat.

Ich danke den studentischen Mitarbeiter\*innen (alphabetisch): Constanze Czimmeck, Bent Fuhlrott, Lina Kluy, Marie Lencer, Lisa Paduch, Susanna Rössle, Janek Wilhelm und Janne Witte, deren stete Rückmeldungen eine Bereicherung für den Forschungsprozess darstellten und deren Arbeit eine große Unterstützung für meine Projekte war und ist.

Ich danke den anonymen Reviewer\*innen der veröffentlichten Artikel, die die Qualität der Forschungsdokumentation und der Analysen verbessert haben.

Letztlich danke ich meiner Partnerin Ju für ihren fachlichen und persönlichen Rat, meinen Freunden und Freundinnen für ein erfülltes Leben neben der Arbeit, sowie meinen Eltern, die mich stets in meinem Werdegang unterstützt haben.