



Universität Potsdam

Humanwissenschaftliche Fakultät Department Psychologie
Emotions- und Biopsychologie

x

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
Institut für Verkehrsforschung

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
„Master of Science“ im Fach Psychologie

Das Stresserleben älterer Personen bei der Nutzung eines bedarfsorientierten Shuttledienstes – eine Feldstudie

Verfasserin: Nele Kelpin (815638)
Erstbegutachter: Prof. Dr. Mathias Weymar
Zweitgutachter: Dr. Jan Grippenkoven

Abgabedatum: 05.07.2024

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis	6
Zusammenfassung	7
1. Einleitung	8
2. Theoretischer Hintergrund	11
2.1 Demografischer Wandel & Besonderheiten im Alter	11
2.2 Die Bedeutung von außerhäuslicher Mobilität im Alter	13
2.2.1 Altersspezifische Mobilitätsbedürfnisse	15
2.2.2 Umsetzung eines bedarfsorientierten Shuttledienstes	18
2.3 Stress	19
2.3.1 Stresstheoretische Modelle	20
2.3.2 Physiologische Stressreaktion	22
2.3.3 Psychologische Stressreaktion	23
2.3.4 Coping im Alter	24
2.4 Messmethoden für die Erfassung von Stress.....	25
2.4.1 Physiologische Messmethoden	25
2.4.2 Subjektive Daten	27
2.5 Akzeptanz	29
3. Fragestellungen und Hypothesen	32
3.1 H1: Vergleich eigenes Auto und bedarfsorientiertes Shuttle	33
3.2 H2: Vergleich Shuttle bekannte und unbekannte Umgebung.....	34
3.3 H3: Zusammenhang Stresserleben und Akzeptanz	35
4. Methoden	37
4.1 Stichprobe.....	37
4.2 Datenerhebung: Rahmenbedingungen & Studiendesign.....	38
4.3 Variablen und Versuchsmaterial	39
4.3.1 Unabhängige Variablen: Bedingungen	39
4.3.2 Abhängige Variable: Physiologisches Stresslevel (HRV)	40
4.3.3 Abhängige Variable: Wahrgenommene Anspannung (STAI)	40
4.3.4 Abhängige Variable: Akzeptanz (TAM)	42
4.3.5 Sonstige erhobene Daten	44

4.4	Versuchsablauf.....	45
4.5	Datenanalyse	48
4.5.1	<i>Physiologisches Stresslevel (HRV)</i>	48
4.5.2	<i>Wahrgenommene Anspannung (STAI)</i>	49
4.5.3	<i>Akzeptanz (TAM)</i>	49
5.	Ergebnisse	51
5.1	Variablenübersicht	51
5.2	H1: Vergleich eigenes Auto und bedarfsorientiertes Shuttle	52
5.3	H2: Vergleich Shuttle bekannte und unbekannte Umgebung.....	53
5.4	H3: Zusammenhang Stresserleben und Akzeptanz	55
5.5	Explorative Analysen	57
5.5.1	<i>Explorative Analyse 1: Vergleich physiologisches Stressniveau (HRV) und wahrgenommene Anspannung (STAI)</i>	57
5.5.2	<i>Explorative Analyse 2: Geschlechtereffekte</i>	58
6.	Diskussion.....	62
6.1	Kurzzusammenfassung der Ergebnisse	62
6.1.1	<i>H1: Vergleich eigenes Auto und bedarfsorientiertes Shuttle</i>	62
6.1.2	<i>H2: Vergleich Shuttle bekannte und unbekannte Umgebung</i>	65
6.1.3	<i>H3: Zusammenhang Stresserleben und Akzeptanz</i>	66
6.1.4	<i>Explorative Analyse 1: Vergleich physiologisches Stressniveau (HRV) und wahrgenommene Anspannung (STAI)</i>	69
6.1.5	<i>Explorative Analyse 2: Geschlechtereffekte</i>	72
6.2	Limitationen	74
6.3	Fazit und Implikationen.....	75
	Literaturverzeichnis.....	77
	Anhang A.....	87
	Anhang B.....	88

Abkürzungsverzeichnis

DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
KoKoVi	Koordinierter kooperativer Verkehr mit verteilter, lernender Intelligenz
HRV	Herzratenvariabilität
RMSSD	Root Mean Square of Successive Differences
STAI	State-Trait-Anxiety-Inventory
TAM	Technology-Acceptance-Model
EKG	Elektrokardiogramm
EEG	Elektroenzephalogramm
EDA	Elektrodermale Aktivität
BBI	Beat-to-Beat-Intervall
HR	Herzfrequenz
VP	Versuchsperson

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Soziodemografische Daten der Stichprobe	37
Tabelle 2. Akzeptanz-Items nach TAM.....	42
Tabelle 3. Korrelationsmatrix der Facetten des TAM.....	44
Tabelle 4. Darstellung der erfassten Variablen	51
Tabelle 5. Pearson Korrelationen zwischen den Stressmaßen.	57
Tabelle 6. Darstellung der Variablen nach Geschlecht	59
Tabelle 7. Geschlechtervergleich mittels T-Test für unabhängige Stichproben.....	60

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Technology Acceptance Model (TAM).....	30
Abbildung 2. Schematische Darstellung der Versuchsbedingungen.....	40
Abbildung 3. STAI – Kurzform State Fragebogen.....	41
Abbildung 4. TAM-Fragebogen.....	43
Abbildung 5. Schematischer Versuchsaufbau	45
Abbildung 6. Visualisierung virtuelle Haltestelle	46
Abbildung 7. Boxplot der HRV nach Bedingungen (Hypothese 1)	52
Abbildung 8. Boxplot des STAI nach Bedingungen (Hypothese 1)	53
Abbildung 9. Boxplot der HRV nach Bedingungen (Hypothese 2)	54
Abbildung 10. Boxplot des STAI nach Bedingungen (Hypothese 2)	55
Abbildung 11. Boxplot für HRV nach Bedingung und Geschlecht	59
Abbildung 12. Boxplot für STAI nach Bedingung und Geschlecht.....	59
Abbildung 13. Boxplot für Akzeptanz (TAM) nach Zeitpunkt und Geschlecht	60

Zusammenfassung

Im Rahmen der Studie wurde ein alternatives Mobilitätsangebot im ländlichen Raum erprobt und dabei untersucht, wie ältere Personen die Nutzung dieser Angebote erleben. Insbesondere wurde dabei auf psychologische Komponenten der Nutzung eines bedarfsorientierten Shuttles eingegangen, indem das Stresserleben der Teilnehmenden im Feld untersucht wurde. Die Erfassung des Stressniveaus fand durch die Herzratenvariabilität (HRV) und den State-Trait-Anxiety-Inventory (STAI) statt. Zusätzlich wurde die Akzeptanz des Mobilitätsangebots vor und nach der Nutzung mit dem Technology-Acceptance-Model (TAM) erfasst. Die Umsetzung fand mit einer Stichprobe von 18 Personen ab 65 Jahren in der Mittelstadt Neustrelitz statt. Die Proband*innen durchliefen dabei drei Bedingungen im Kontext ihres alltäglichen Mobilitätsverhaltens: eine Fahrt im eigenen Auto, eine Shuttlefahrt in bekannter Umgebung und eine Shuttlefahrt in unbekannter Umgebung. Die Ergebnisse zeigten dabei größtenteils keine signifikanten Unterschiede im Stresserleben zwischen den Bedingungen. Ein signifikanter Unterschied trat zwischen der Nutzung des eigenen Autos und der Shuttlefahrt in bekannter Umgebung auf, wobei hier das physiologische Stressniveau (HRV) im eigenen Auto höher war. Zusammenhänge zwischen dem Stresserleben während der Shuttlenutzung und den Akzeptanzwerten konnten nicht nachgewiesen werden. Explorative Analysen zeigten zudem, dass die beiden erfassten Stressmaße keinen Zusammenhang aufwiesen, jedoch wurden teilweise Geschlechtereffekte im Stresserleben festgestellt. Dabei zeigten weibliche Versuchspersonen höhere Stresswerte als männliche Probanden. Es konnten erste Erkenntnisse über das Mobilitätsverhalten älterer Personen gesammelt und damit Grundlagen für die Implementierung bedarfsorientierter Beförderungsangebote in ländlichen Regionen abgeleitet werden.

Schlüsselwörter: bedarfsorientierter Shuttledienst, ältere Personen, ländlicher Raum, Herzratenvariabilität, State-Trait-Anxiety-Inventory, Technology-Acceptance-Model

1. Einleitung

Der demografische Wandel zeigt, dass ältere Personen einen immer größeren Teil in unserer Gesellschaft ausmachen. In den letzten 30 Jahren stieg der Bevölkerungsanteil der über 65-Jährigen von 15% auf 22% (Statistisches Bundesamt, o. D.). Dadurch rückt die Gruppe der über 65-Jährigen zunehmend in den Forschungsfokus. Ziele der Altersforschung sind hierbei unter anderem, Bedürfnisse der Unabhängigkeit und Selbstständigkeit und die gesellschaftliche Teilhabe bis ins hohe Alter beizubehalten (Achter Altersbericht, 2020). Zur Erfüllung dieser Ziele sollte der Erhalt der außerhäuslichen Mobilität sichergestellt werden. Mobilität ist ein menschliches Grundbedürfnis, sich frei zwischen den wichtigen Funktionsräumen in der Gesellschaft bewegen zu können (Hefter & Götz, 2013). Im Alter sind bedeutende Mobilitätsaspekte vor allem der Zugang zu Geschäften, Dienstleistungen und medizinischer Versorgung sowie der direkte Kontakt zu anderen Menschen (Musselwhite, 2019). Funktionale, sensorische und kognitive Alterungsprozesse können jedoch zu einer eingeschränkten Mobilität führen, sodass Personen teilweise nicht mehr in der Lage sind, eigenständig Auto zu fahren oder eine höhere Anfälligkeit für Unfälle aufweisen, und auch die Fortbewegung zu Fuß zunehmend schwerer wird (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2013). Es besteht das dringende Anliegen, den Bewegungsradius älterer Personen trotz körperlicher Einschränkungen beizubehalten (Achter Altersbericht, 2020). Diese Problematik verstärkt sich insbesondere in dezentralen, nicht städtischen Gebieten. Das Leben älterer Menschen in ländlichen Regionen stellt in Bezug auf außerhäusliche Mobilität eine regelrechte Doppelbelastung dar, denn in dünn besiedelten Regionen bestehen größere Entfernungen zwischen Funktionsräumen und darüber hinaus eine höhere generelle Unzufriedenheit mit dem öffentlichen Nahverkehrsangebot (Mollenkopf et al., 2007; Oswald et al., 2003; Zeitler & Buys, 2015). Personen sind deshalb stärker auf den Individualverkehr angewiesen als in städtischen Gebieten. Wenn die außerhäusliche Mobilität nicht mehr selbstständig gestaltet werden kann, sind Bedürfnisse der Unabhängigkeit und Teilhabe gefährdet. Ein fortschreitender Rückzug aus dem gesellschaftlichen Leben erhöht das Risiko der sozialen Isolation und Einsamkeit (Walters et al., 2004; Zeitler & Buys, 2015), was das Auftreten psychischer Störungen im Alter begünstigen kann.

Gleichzeitig führen technische Fortschritte dazu, dass neue Mobilitätsdienste entwickelt werden, die stärker auf den individuellen Bedarf von Personen ausgerichtet sind. Ein Wandel der Mobilitätsangebote hin zu individuellen Beförderungsangeboten kann große Chancen mit sich bringen bspw. für die Alltagserleichterung bei körperlichen Einschränkungen oder

generellen Unzufriedenheiten mit dem gegenwärtigen Angebot an Verkehrsmitteln. Jedoch bestehen auch gewisse Risiken bei der Nutzung innovativer Systeme, wenn nicht alle Personen in der Lage sind, diese zu nutzen. Eine eingeschränkte Zugänglichkeit und Exklusivität durch unterschiedliche Kompetenzen, ein Angebot nutzen zu können, kann gleichermaßen Ungleichheiten verstärken. Um eine zielgruppengerechte Gestaltung zu ermöglichen, muss deshalb der Umgang mit entsprechenden Angeboten im realen Umfeld erprobt werden. So können alternative Mobilitätsangebote v.a. in ländlichen Regionen weiterentwickelt und auf das Erleben und Verhalten älterer Personen angepasst werden (Achter Altersbericht, 2020).

Der Achte Altersbericht (2020) definiert hierfür das generelle Bestreben, bundesweit individuelle Beförderungsangebote in ländlichen Regionen auszuweiten, um die Anbindung und Teilhabe von älteren Menschen zu verbessern. Hierbei sollen Projekte gefördert werden, welche zu einer besseren Versorgung der Bevölkerung mit niederschweligen, bezahlbaren und individualisierten Mobilitätsleistungen führen. In diesem Themenkomplex liegt einer der Forschungsschwerpunkte des Instituts für Verkehrsforschung am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt. Zielsetzung des Instituts für Verkehrsforschung ist es hierbei, Mobilität zu verstehen und zu verbessern, indem Daten gesammelt, Trends abgebildet und Ansatzpunkte für Verbesserungen identifiziert werden. Daraus abgeleitete Schlüsse sollen dabei helfen, Mobilität im Sinne der Verkehrswende zu gestalten und somit neue Mobilitätsangebote in den Alltag der Bevölkerung zu implementieren (*Institut für Verkehrsforschung*, o. D.). Im Rahmen des Forschungsprojektes KoKoVi (Koordinierter kooperativer Verkehr mit verteilter, lernender Intelligenz) wird die Umsetzung bedarfsorientierter Mobilitätslösungen erprobt. Hierbei geht es vor allem um Shuttledienste, welche von mehreren Personen geteilt genutzt werden. Um weite Wege zu regulären Haltestellen und lange Wartezeiten zu vermeiden, wird das Konzept der virtuellen Haltestelle eingeführt. Anders als feste Haltestellen besitzen diese keine physische Repräsentation (z.B. Haltestellenschild, Fahrplan). Somit können die Abhol- und Zielorte fast überall sein, was kürzere Fußwege und eine bessere Anbindung ohne Umstiege ermöglichen soll. Außerdem werden die Shuttle-Dienste bedarfsorientiert genutzt, d.h. die Ankunft orientiert sich nicht an festen Zeiten, sondern richtet sich nach individuellen Anfragen. Zum Einstieg in das Shuttle muss hierfür mithilfe einer Smartphone-Anwendung die dynamische Haltestelle gefunden werden.

Die durchgeführte Untersuchung ist eine technische Vorstudie im realen Umfeld der Mittelstadt Neustrelitz, welche vorrangig dazu dient, Daten zu sammeln, die eine Grundlage für die Umsetzung bedarfsorientierter Mobilitätsangebote darstellen. Diese Arbeit fokussiert sich dabei auf psychologische Einflussfaktoren auf die Nutzung innovativer Mobilitätsangebote,

insbesondere das Erleben von Stress in Interaktion mit bedarfsorientierten Shuttlediensten und ihre allgemeine Akzeptanz im Kontext des alltäglichen Mobilitätsverhaltens. Die untersuchte Zielstichprobe besteht aus Personen ab 65 Jahren, die in dezentraler Lage leben. Somit soll die Umsetzung bedarfsorientierter Mobilitätsangebote in einem Bereich getestet werden, welcher bislang nur sehr gering beforscht ist – die ältere Bevölkerung auf dem Land.

Als zentrale Fragestellung wird untersucht, wie ältere Personen die Nutzung innovativer Mobilitätsangebote erleben, insbesondere welchen Einfluss die Nutzung eines bedarfsorientierten Shuttledienstes auf das Stresslevel hat. Zudem wird auf den Zusammenhang zwischen dem Stresserleben und der Akzeptanz eingegangen. Dazu werden zunächst die theoretischen Konstrukte erläutert und der aktuelle Forschungsstand dargelegt, um die zu untersuchende Fragestellung abzuleiten und entsprechende Hypothesen zu formulieren. Im Methodenteil wird das genaue Vorgehen bei der Überprüfung dieser Hypothesen erläutert. Dazu werden der Ablauf der Datenerhebung, -auswertung und -analyse vorgestellt. Anschließend werden die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchung berichtet. Zum Schluss findet eine Diskussion statt, indem auf Interpretationen, Einschränkungen und Implikationen der Ergebnisse eingegangen wird.

2. Theoretischer Hintergrund

2.1 Demografischer Wandel & Besonderheiten im Alter

Es besteht ein zunehmendes gesellschaftliches Interesse, wissenschaftliche Erkenntnisse über das Leben im Alter zu sammeln. Altersbezogene Veränderungen – körperlich, kognitiv sowie sozial – haben einen Einfluss auf das Erleben und Verhalten des Menschen. Der Abbau körperlicher und kognitiver Leistungsfähigkeit sowie eine sich ständig weiterentwickelnde Umwelt können dazu führen, dass alltägliche Aufgaben zunehmend schwerer bewältigbar sind. Um Wohlbefinden und psychische Gesundheit im Alter positiv zu beeinflussen, sollten altersspezifische Bedürfnisse ermittelt und gefördert werden (Oswald et al., 2008).

Der Alterungsprozess wird durch eine individuelle Person-Umwelt-Transaktion bestimmt (Oswald et al., 2008). Das Erleben und Verhalten eines Individuums sind von seiner physischen, sozialen und technischen Umwelt abhängig. Aber auch individuelle Ziele, Präferenzen, Kompetenzen und Ressourcen spielen eine entscheidende Rolle, wie die Umwelt subjektiv interpretiert wird. Personen können auf aktive Weise mit ihrer Umwelt interagieren, indem Umweltressourcen aktiv genutzt werden, um Bedürfnisse zu befriedigen. Ebenso muss auf Anforderungen, welche durch die Umwelt gestellt werden, entsprechend reagiert werden. Hierfür werden Ressourcen benötigt, spezifische Verhaltenskompetenzen wirksam einzusetzen (Lawton, 1983). Um psychisches Wohlbefinden beizubehalten, wird bspw. das Prinzip der Affektregulation verfolgt, d.h. positive, affektive Erfahrungen werden vermehrt aufgesucht und negative, affektive Erfahrungen vermieden.

Das Umwelтанforderungs-Kompetenz-Modell von Lawton und Nahemow (1973) postuliert altersbezogene Besonderheiten der Person-Umwelt-Passung. Demnach führt eine alterskorrelierte Reduktion von Ressourcen dazu, dass der Einfluss der Umwelt auf das Verhalten und Erleben zunimmt. Somit müssen Personen stärker reaktiv als aktiv der Umwelt gegenüber interagieren, sie sind ihr mehr oder weniger ausgeliefert. Geringere Kompetenzen führen dazu, dass Personen durch Umwelтанforderungen leichter überfordert werden. Die Passung zwischen Anforderungen und Kompetenzen hat einen Einfluss auf den Affekt der Personen, sodass Unter- und Überforderung in negativen Affekten resultieren. Um Menschen mit Kompetenzeinbußen zu entlasten, können Anpassungen auf Umwelt- und Personenebene stattfinden.

Möglichkeiten im Alter mit Kompetenzeinbußen umzugehen, werden durch das SOK-Modell beschrieben. Als ein Modell des erfolgreichen Alterns finden demnach die Adaptionsprozesse der Selektion, Optimierung und Kompensation in Wechselwirkung

zueinander statt. Selektion bedeutet hierbei sich auf bestimmte Funktions- und Verhaltensbereiche zu beschränken, indem vorhandene Potenziale und Ressourcen in diesen Bereichen gebündelt werden. Dieser Prozess orientiert sich sowohl an individuellen Kompetenzen und Präferenzen als auch an gegebenen Umweltaforderungen. So können bspw. wahrgenommene Verluste zur Neuformulierung individueller Ziele führen. Fähigkeiten in diesen Bereichen erhalten eine verstärkte Aufmerksamkeit, um sie zu wahren und gegebenenfalls zu verbessern. Dieser Prozess lässt sich als Optimierung bezeichnen. Mit Kompensation können verminderte Kompetenzen ausgeglichen werden, indem Verhaltensanpassungen oder Hilfsmittelnutzungen stattfinden. Durch diese fundamentalen Anpassungsprozesse kann ein stabiles Funktionsniveau trotz nachlassender Ressourcen bis ins hohe Alter aufrechterhalten werden (Baltes & Baltes, 1990; Hefter & Götz, 2013; Oswald et al., 2008).

Ebenfalls beobachten lässt sich, dass mit nachlassenden Ressourcen im Alter der Wunsch nach Kontinuität und Kontrolle wächst. Es werden vermehrt vertraute Umgebungen mit bekannten Wegen, Menschen und Abläufen gewählt, die eine Umweltverbundenheit stärken (Claßen et al., 2014). Vor allem Umweltausschnitte, mit denen Personen seit vielen Jahren interagieren, lösen erlebensbezogene Prozesse der Bewertung, Bedeutungszuschreibung und Bindung bzw. Verbundenheit aus (Belonging). Wiederholte Alltagstätigkeiten wie bspw. der wöchentliche Einkauf im gewohnten Supermarkt oder Gespräche mit Freund*innen vermitteln ein Gefühl von Gewohnheit und gesellschaftlicher Teilhabe, was vor allem für die Aufrechterhaltung von Identität im Alter bedeutsam ist. Wenn Funktionseinbußen negative Affekte wie Alltagsstress auslösen, bspw. beim Treppensteigen oder dem Bedienen von Geräten, kann eine verhaltensbezogene Aneignung, Nutzung und Auseinandersetzung mit Umweltressourcen dienlich sein (Agency). Sogenannte Agency-Prozesse der Person-Umwelt-Interaktion haben einen bedeutenden Einfluss auf die empfundene Autonomie der Person. Von der Umwelt zur Verfügung gestellte Angebote können zur Optimierung der Alltagsaktivitäten genutzt werden und so trotz Funktionseinbußen ein Erleben von Bewältigbarkeit zur Folge haben. Umweltprozesse, die die Wahrnehmung von Identität und Autonomie des Individuums verstärken, können Einfluss auf das subjektive Wohlbefinden haben (Claßen et al., 2014).

Vor allem die soziale Umwelt von Personen erlebt mit dem Eintritt in die neue Sozialisationsphase des Alterns Veränderungen (Oswald et al., 2008). Die Zahl der Sozialkontakte nimmt mit dem Lebensalter ab. Gründe hierfür können institutioneller Ausschluss durch Pensionierung und Verluste von Freund*innen, Kolleg*innen und Familienangehörigen sein. Jedoch gilt soziale Unterstützung als eine wichtige Ressource für

erfolgreiches Altern (Berg et al., 2006). Ein umfassendes soziales Netzwerk ermöglicht den Zugang zu emotionaler, instrumenteller, materieller und informationeller Unterstützung, um Krisen und Probleme erfolgreich zu bewältigen, sowie geteilte soziale Aktivitäten ein Gefühl von gesellschaftlicher Teilhabe und Zugehörigkeit aufrechterhalten (Oswald et al., 2008).

Neben dem demografischen Wandel und individuellen Entwicklungsverläufen im Laufe des Lebens unterliegt auch die Umwelt einen stetigen dynamischen Wandel. Vor allem eine fortschreitende Mediatisierung hat einen unmittelbaren Einfluss auf Mensch-Umwelt-Interaktionen im Alter. Die Mediatisierung beschreibt die fortdauernde Entwicklung medialer Innovationen in allen Lebensbereichen (bspw. Onlinekommunikation, GPS-basierte Navigationssysteme, Wetterapps). Dies kann die Alltagsbewältigung direkt beeinflussen, indem innovative Angebote als Chancen genutzt werden, individuelle Defizite auszugleichen. Jedoch kann die Konfrontation mit innovativen Systemen auch Barrieren verstärken, wenn die Kompetenzen noch nicht aufgebaut wurden, diese entsprechend zu nutzen. Demnach sollte auch eine digitale Inklusion älterer Menschen sichergestellt werden, um die Teilnahme am Alltag trotz fortschreitender Mediatisierung unterschiedlichster Lebensbereiche sicherzustellen. Dafür muss eine stetige Weiterbildung im Umgang mit neuen Medien stattfinden (Claßen et al., 2014).

2.2 Die Bedeutung von außerhäuslicher Mobilität im Alter

Wie die direkte Umwelt bei nachlassenden körperlichen und kognitiven Fähigkeiten zur Herausforderung wird, zeigt sich insbesondere im außerhäuslichen Kontext. Um alltägliche Aufgaben wie bspw. Einkaufen oder Besuche bei Ärzt*innen selbstständig bewältigen zu können, muss die außerhäusliche Mobilität gesichert werden. Diese beschreibt das Potenzial der Beweglichkeit, welches ermöglicht, sich frei zwischen Funktionsräumen fortbewegen zu können (Hefter & Götz, 2013).

Neben praktischen Aspekten einer eigenständigen Lebensführung verfolgt der Erhalt der Mobilität auch emotionale Komponenten der Lebenszufriedenheit (Rudinger & Kocherscheid, 2011). Denn die sichere Verkehrsteilnahme bis ins hohe Alter sichert Bedürfnisse der Freiheit und Unabhängigkeit und führt dazu, dass Individuen selbstbestimmt und flexibel eigene Interessen und Ziele verfolgen können. Zu den wichtigsten Aspekten der Mobilität im Alter gehören der Zugang zu Dienstleistungen und Geschäften sowie zu sozialen und kulturellen Freizeitaktivitäten (Musselwhite, 2019). Die dadurch verbesserte gesellschaftliche Teilhabe und der Zugang zu einem sozialen Netzwerk gelten als Ressource für Wohlbefinden, Lebensqualität und körperliche Gesundheit (Claßen et al., 2014)

Doch welche altersbedingten Leistungseinbußen beeinflussen das Mobilitätsverhalten? Generell gibt es individuelle Unterschiede, inwieweit Alterungsprozesse auf die außerhäusliche Mobilität einwirken. Eine funktionale Teilnahme am Straßenverkehr kann bis ins späte Alter beibehalten werden, indem auftretende Leistungseinschränkungen durch kompensatorische Maßnahmen ausgeglichen werden (SOK-Modell; Baltes & Baltes, 1990). Körperliche Fähigkeitseinschränkungen der Psychomotorik nehmen im Alter zu und wirken sich auf das Mobilitätsverhalten aus (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2013). So können Gehbehinderungen Wege zu Fuß erschweren, aber auch das Ein- und Aussteigen in öffentliche Verkehrsmittel und PKW beeinflussen. Außerdem kann eine Verschlechterung des Seh- und Hörvermögens dazu führen, dass wichtige Informationen der Verkehrsumwelt weniger gut erkannt werden. Hinzu kommen kognitive und neuronale Leistungseinbuße in Aufmerksamkeit, Konzentration und Reaktion, welche dazu führen können, dass komplexe Verkehrssituationen nicht angemessen kognitiv verarbeitet werden und in ausreichender Schnelligkeit darauf reagiert wird (Schlag, 1999). Ebenso können zunehmende chronische Krankheiten und die Einnahme von Medikamenten die Verkehrstüchtigkeit und das Unfallrisiko von Personen negativ beeinflussen (Schlag, 2008).

Als eine weitere Facette des Alters lassen sich Persönlichkeitsveränderungen beobachten, welche für das Mobilitätsverhalten relevant sind. Auch wenn diese sehr individuell ablaufen, deuten Forschungsergebnisse darauf hin, dass im Alter vor allem erhöhte Ängstlichkeit, hohe Rigidität und große Überforderung zu Gefahrenmomenten im Verkehr führen können (Rudinger & Kocherscheid, 2011; Schindler, 2008). Außerdem können altersbedingten Abnahmen an Kritikfähigkeit, Flexibilität und Offenheit für neue Erfahrungen im Zusammenhang mit Leistungseinbußen eine Gefahr darstellen. Wenn diese zum Selbstschutz der Identität nicht erkannt werden, ist es weniger wahrscheinlich, dass kompensatorische Maßnahmen wie der Verzicht des Autofahrens oder das Nutzen technischer Hilfsmittel in Betracht gezogen werden. Ein starres Festhalten an der Fortbewegung mit dem eigenen Auto stellt folglich ein Sicherheitsrisiko dar, vor allem für die Person selbst (Kaiser & Oswald, 2000).

Neben personenbezogenen Faktoren der individuellen Altersentwicklung spielen auch außerhäusliche umweltbezogene Faktoren eine entscheidende Rolle. Die Interaktion aus Anforderungen und Kompetenz bestimmt den Grad der Mobilitätseinschränkung und somit wahrgenommene Mobilitätsbarrieren. Vor allem die zunehmende Mediatisierung und der Gebrauch moderner Technologien (z.B. Fahrkartenautomaten, Smartphone-Anwendungen, GPS-Navigation) in öffentlichen Verkehrsumwelten führen zu einer Entpersonalisierung von

Dienstleistungen und somit zu einer erhöhten Komplexität, was vor allem für ältere Verkehrsteilnehmende ein Benachteiligungsrisiko gegenüber jüngeren Teilnehmenden darstellt (Claßen et al., 2014). So werden beispielsweise Fahrkartenschalter mit Personal zunehmend durch Automaten oder entsprechende Apps ersetzt. Statt sozialer Hilfe durch eine Ansprechperson, müssen nun aktiv moderne Technologien angewendet werden. Das kann eine Mobilitätsbarriere darstellen, da nun komplexere mentale Anforderungen durch die Bedienung der Medien an Personen bestehen, welche möglicherweise nicht sicher im Umgang mit diesen Technologien sind. Auch körperliche Barrieren können durch Umweltfaktoren geschaffen werden, bspw. zu hohe Einstiegskanten in öffentliche Verkehrsmittel, fehlende Angebote bei Seh- und Höreinschränkungen oder eine nicht bedürfnisgerechte Gestaltung der Linien- und Fahrpläne (Claßen et al., 2014; Hefter & Götz, 2013).

Dabei werden die Rahmenbedingungen der Umgebung auch durch die jeweiligen Wohngebiete mitbestimmt. In ländlichen und randstädtischen Gebieten herrscht eine höhere Unzufriedenheit mit dem öffentlichen Nahverkehrsangebot, und Personen sind mehr auf den Individualverkehr mit privaten Verkehrsmitteln angewiesen (Mollenkopf et al., 2007). Das Leben im erhöhten Erwachsenenalter in dezentralen Gebieten kann eine regelrechte Doppelbelastung darstellen (Oswald et al., 2003). Geografisch abgelegene oder bevölkerungsarme Regionen weisen meistens größere Abstände zwischen Funktionsräumen und einen schlechteren Ausbau des Nahverkehrs auf (Mollenkopf et al., 2007). Es besteht die Gefahr einer Benachteiligung der gesellschaftlichen Teilnahme und Zugehörigkeit, vor allem dann, wenn private Verkehrsmittel nicht mehr genutzt werden können (Zeitler & Buys, 2015). Um die außerhäusliche Mobilität in dezentralen Gebieten zu verbessern, müssen deshalb Angebote geschaffen werden, welche auf die individuellen Bedürfnisse aller Bevölkerungsgruppen angepasst sind.

Abschließend lässt sich jedoch anmerken, dass obwohl die beschriebenen körperlichen und psychischen Veränderungen mit dem Alter vermehrt zu beobachten sind, der Alterungsprozess bei jedem Menschen sehr individuell abläuft (Oswald et al., 2008). Der Eintritt in das Seniorenalter steht somit keinesfalls nur für Abbau, Einschränkungen und sozialer Rückzug, sondern kann bei entsprechendem Lebensstil mit hoher Funktionalität und Wohlbefinden gestaltet werden.

2.2.1 Altersspezifische Mobilitätsbedürfnisse

Mehrere Forschungsprojekte befassten sich in der Vergangenheit mit altersbedingten Mobilitätsbedürfnissen in Deutschland. Dazu gehören bspw. die Projekte *Anforderungen*

Älterer an eine nutzergerechte Vernetzung individueller und gemeinschaftlich genutzter Verkehrsmittel (ANBINDUNG; Engeln & Schlag, 2001), *Kontinuität und Veränderung in der alltäglichen Mobilität älterer Menschen* (Hieber, Mollenkopf, Kloé & Wahl, 2006), *Freizeitmobilität älterer Menschen* (FRAME; Rudiger et al., 2006), *Global Age-friendly Cities: A Guide* (World Health Organization, 2007), *Life Quality of Senior Citizens in Relation to Mobility Conditions* (SIZE; Kaiser & Kraus, 2005) oder *Mobilität im höheren Lebensalter* (MOBIAL; Limbourg & Matern, 2009). Hierbei wurden neben Aspekten der Verkehrssicherheit, -nutzung und -zufriedenheit auch mögliche Mobilitätsbarrieren und deren Auswirkungen auf die außerhäusliche Aktivität untersucht. Die Ergebnisse der empirischen Untersuchungen zeigen personenbezogene und Umweltfaktoren auf, welche in Interaktion maßgebend für eine erfolgreiche Mobilität im Alter sind.

Die Wahl des genutzten Verkehrsmittels orientiert sich an den Bedürfnissen, welche an außerhäusliche Mobilität gestellt werden. Vor allem Unabhängigkeit, Bequemlichkeit und Schnelligkeit spielen hierbei bis ins hohe Alter eine wichtige Rolle (Rudinger & Kocherscheid, 2011). Mit dem Alter wichtiger werdende Kriterien der Mobilitätsgestaltung sind Zuverlässigkeit und Sicherheit. Viele der Untersuchungen kommen deshalb auf die gemeinsame Erkenntnis, dass bei Stichproben älterer Personen öffentliche Verkehrsmittel als nachteilig gegenüber privaten Verkehrsmitteln – vor allem dem Auto – gesehen werden (Hefter & Götz, 2013). Diese Bevorzugung des Autos zeigt sich noch stärker in dezentralen Gebieten. Durch die Befragungen wird ersichtlich, dass eine größere Unzufriedenheit mit dem öffentlichen Verkehrsmittelangebot besteht (Hieber et al., 2006). Die Passung aus Person und Verkehrsumwelt scheint hierbei mit dem Alter ungünstiger zu werden. Unzufriedenheiten mit den gegebenen Mobilitätsmöglichkeiten können zu Einschränkungen der persönlichen Bewegungsfreiheit führen, wenn eine abnehmende Aktivitätshäufigkeit eine Reaktion auf unzureichende Angebote ist (MIA; Hefter & Götz, 2013). Neuere Untersuchungen zeigen außerdem, dass Aspekte der Gesundheit, Technikaffinität und ein ökologisches Bewusstsein zunehmend in den Fokus rücken (GOAL; Hefter & Götz, 2013; Rudinger & Kocherscheid, 2011).

Die Ergebnisse der SIZE-Studie sind für die Arbeit als Forschungsgrundlage besonders bedeutsam, da sie soziale und emotionale Aspekte der Mobilität genauer beleuchtet (Kaiser & Kraus, 2005). In qualitativen Einzelinterviews wurden 65 Versuchspersonen im Alter zwischen 65 und 93 Jahren befragt. Zusätzlich fanden Expert*innen-Interviews statt. In standardisierten Befragungen wurden die Interviewten unter anderem nach Problemen und möglichen Mobilitätsbarrieren befragt. Das Verkehrsgeschehen wird demnach als sehr hektisch

und schnelllebig erlebt, besonders wenn im Alter erste körperliche und kognitive Kompetenzverluste auftreten. Vor allem der öffentliche Nahverkehr sei demnach eher an jüngere, berufstätige Zielgruppen angepasst und wurde von der Befragungsgruppe in seiner Zuverlässigkeit und Zugänglichkeit kritisiert. Im Bereich der sozialen und emotionalen Mobilitätsaspekte berichten ältere Personen diskriminierendes und mitunter bedrohliches Sozialverhalten anderer insbesondere jüngerer Verkehrsteilnehmenden im öffentlichen Raum. Vor allem in städtischen Bereichen wird ein Mangel an Hilfsbereitschaft und Freundlichkeit berichtet. Durch die zunehmende Mediatisierung fehlen häufig kompetente Ansprechpartner*innen, was einen negativen Einfluss auf die Wahrnehmung von Vertrautheit und Hilfe haben kann. Wenn die Teilnahme an öffentlichen Verkehrsangeboten soziale Unsicherheiten und Ängste auslöst, nehmen private Fortbewegungsmittel wie das eigene Auto eine emotionale Bedeutung ein. Der eigene PKW kann einen Schutzraum bieten, um unerwünschte Kontakte zu vermeiden und das Gefühl von Sicherheit zu erhöhen.

Aus den qualitativen Untersuchungen wurden Aspekte herausgearbeitet, welche die sozialen Dimensionen der außerhäuslichen Mobilität genauer beschreiben und auf dieser Ebene altersspezifische Bedürfnisse der untersuchten Stichprobe zum Ausdruck bringen (Kaiser & Kraus, 2005). Auch wenn die Bedürfnisse und Möglichkeiten der älteren Erwachsenen individuell sehr unterschiedlich sind, können für die Umsetzung einer selbstständigen und kompetenten Verkehrsnutzung folgende Aspekte von Bedeutung sein: Vertrautheit, soziale Sicherheit, Unterstützung und Kontrollierbarkeit der Situation. Diese Ergebnisse können durch andere Studien ebenfalls aufgezeigt werden (Hefter & Götz, 2013). Demnach können Gefühle der Überforderung und Ängste vor Unfällen und Kriminalität ebenfalls eine Rolle spielen (MOBIAL; Limbourg & Matern, 2009).

Auch die WHO befasste sich in einem Forschungsprojekt damit, wie Lebensräume altersfreundlich gestaltet werden können, und arbeitete dabei acht miteinander verbundene Domänen heraus, welche das Wohlbefinden und die soziale Integration im Alter beeinflussen (World Health Organization, 2007). Hierbei wurden Leitlinien ermittelt, die dabei helfen sollen, Lebensräume aus Sicht der älteren Bevölkerung zu gestalten. Im Bereich der außerhäuslichen Mobilität sollten vor allem Zugänglichkeit und Erschwinglichkeit sichergestellt werden. Es sollten demnach Transportdienste zur Verfügung stehen, welche die Personen bezahlbar, zuverlässig und ausreichend häufig mit den wichtigsten Funktionsräumen verbinden. Dabei sollten Mobilitätsangebote auf altersgerechte Fahrzeuge, Haltestellen und Bahnhöfe achten, welche die individuellen Bedürfnisse aller Verkehrsteilnehmenden einbeziehen. Neben Bedürfnissen der Barrierefreiheit und Sicherheit werden hierbei auch vorrangige Sitzplätze

und nahe Haltestellen gefordert. Um auch noch im Alter selbstbestimmt und unabhängig Mobilität zu gestalten, sollten wichtige Informationen (bspw. Fahrpläne und Tarifinformationen) in altersgerechter Form zugänglicher gemacht werden. Personal und Transportfahrer*innen sollten sich höflich, zuverlässig und sicher verhalten.

Aus den gegebenen Forschungsarbeiten geht ein generelles Bestreben hervor, mehr emotionale und soziale Aspekte in die Gestaltung von Mobilitätsangeboten einzubeziehen (SIZE; Kaiser & Kraus, 2005). Eine Exposition mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln im Feld könnte dabei spezifischere Einblicke in die Person-Umwelt-Interaktion und situative Empfindungen bieten. Auf diesen Punkt wird die vorliegende Arbeit genauer eingehen.

2.2.2 Umsetzung eines bedarfsorientierten Shuttledienstes

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt arbeitet im Bereich Verkehrsforschung daran, Angebote zu entwickeln, die mit Hilfe intelligenter Technologien und der Vernetzung und Kooperation von unterschiedlichen Verkehrsteilnehmenden neue Mobilitätsdienste hervorbringen. Es sollen bedarfsorientierter Shuttleservices entwickelt werden, welche auf altersspezifische Bedürfnisse angepasst sind und im ländlichen Raum zielgerichtet eingesetzt werden können. Im Rahmen des Forschungsprojektes KoKoVi wird deshalb die Umsetzung bedarfsorientierter Mobilitätslösungen erprobt, um daraus Informationen für die Anpassung und Umsetzung solcher Angebote zu gewinnen (*KoKoVI – Verkehr als kooperatives und vernetztes System*, o. D.).

Das in dieser Studie getestete Shuttle zeichnet sich dadurch aus, dass es am Bedarf der Nutzenden orientiert ist. Nach individueller Anfrage sollen Personen schnell und bequem an ihre Ziele kommen, ohne dabei lange Strecken zu Fuß zurücklegen zu müssen. Die Ankunft des Fahrzeugs orientiert sich dabei nicht an einem festen zeitlichen Fahrplan, sondern am akuten Bedarf der Verkehrsteilnehmenden. Um weite Wege zu regulären Haltestellen und lange Wartezeiten zu vermeiden, werden deshalb virtuelle Haltestellen genutzt. Diese besitzen im Vergleich zu festen Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs keine physische Repräsentation (z.B. Haltestellenschild, Fahrplan). Die Abhol- und Zielorte können fast überall sein und ermöglichen somit eine bessere Anbindung ohne Umstiege (bzw. Tür-zu-Tür-Dienste). Um zur Verfügung stehende Ressourcen bestmöglich einzusetzen und den Individualverkehr auch aus ökologischen Gründen zu verringern, werden die Shuttles von mehreren Personen gemeinsam genutzt. Intelligente Technologien verarbeiten dabei die Anfragen der Personen zu einer gemeinsamen Strecke mit unterschiedlichen Ein- und Ausstiegsorten. Zum Einstieg in das Shuttle muss hierfür mithilfe einer Smartphone-App die dynamische Haltestelle gefunden

werden. Dies setzt die Nutzung moderner Medien und Grundkenntnisse im Umgang mit dem Smartphone voraus. Um die Komplexität der Anwendung in dieser Studie zu verringern, wurde Google Maps für das Auffinden der virtuellen Haltestellen genutzt. Ein weiterer Vorteil des Shuttleangebots ist, dass das Fahrzeug eher einem Taxi gleicht als einem Bus, somit Sitzplätze garantiert sind und der Kontakt zum Fahrpersonal einfacher hergestellt werden kann. Wenn die Fahrenden zuverlässig, höflich und sicher agieren, kann das das Gefühl von Unterstützung und Sicherheit positiv beeinflussen und somit das Wohlbefinden während der Nutzung erhöhen (*KoKoVI – Verkehr als kooperatives und vernetztes System*, o. D.).

Um den Bedarf an alternativen Mobilitätsangeboten besser zu beurteilen, wurden bestehende Angebote im Untersuchungsraum Neustrelitz analysiert. Das Nahverkehrsnetz besteht hierbei aus vier verschiedenen Buslinien, die die äußeren Bezirke mit dem Stadtkern verbinden (*MVVG | Stadtverkehr Neustrelitz*, o.D.). Dabei verkehren die Busse zwischen ein- bis zweimal stündlich bei einem Ticketpreis von 1,80€. Zusätzlich gibt es ein Rufbusangebot in dünnen besiedelten Bereichen der Region. Diese können nach Anfrage Montag bis Freitag zwischen 8-18 Uhr bestellt werden und nutzen dabei bestehende Haltestellen des Stadtbusnetzes (Sommer, 2023). Zusätzlich verkehren Taxiunternehmen, die telefonisch nach Anfrage bestellt werden können oder an festen Haltestellen (bspw. Hauptbahnhof) warten. Der Fahrpreis setzt sich dafür aus einer Grundgebühr von 4€ und Kilometerpreisen von 2-3€ zusammen.

Der erprobte Shuttledienst versucht die Vorteile bestehender Angebote zu vereinen und dabei auf die Bedürfnisse älterer Personen einzugehen. Dies soll die Unabhängigkeit und Flexibilität von Personen trotz mobilitätsbezogener Leistungseinbußen gewährleisten und dabei eine erschwingliche Alternative sein, welche ohne große Barrieren zugänglich ist. Das Ziel der Untersuchung ist es, das alternative Mobilitätsangebot im ländlichen Raum zu erproben und dabei zu untersuchen, wie ältere Personen die Nutzung eines bedarfsorientierten Shuttles erleben. Insbesondere soll die Arbeit dabei auf stressbedingte emotionale Komponenten der Nutzung eingehen, indem das Erleben und Verhalten der Teilnehmenden während der Nutzung untersucht wurde.

2.3 Stress

Um situative Empfindungen zu beurteilen, müssen messbare Reaktionen erfasst werden. In der Konfrontation mit unterschiedlichen außerhäuslichen Umwelten und Mobilitätsmitteln, legt diese Untersuchung ihren Fokus auf das Stresserleben. Dazu findet im Folgenden eine genaue Erläuterung des Konzeptes Stress statt, indem unterschiedliche stresstheoretische

Ansätze vorgestellt werden. Anschließend werden die in der Untersuchung genutzten Messmethoden für die Erfassung von Stress erläutert.

2.3.1 Stresstheoretische Modelle

Zur Definition von Stress können unterschiedliche Modelle herangezogen werden. Diese konzentrieren sich entweder auf einen spezifischen Aspekt des komplexen Stresserlebens oder versuchen ein umfassenderes Bild des Stressgeschehens darzustellen.

Aus biopsychologischer Sicht wird Stress vor allem als körperlicher Anpassungsprozess des Organismus auf innere und äußere Reize verstanden (Ernst et al., 2022). Hans Selye, als ein Begründer der Stressforschung, beschreibt Stress als „die Antwort des Organismus auf jede Beanspruchung“ (Selye, 1976, S. 137). Aus psychologischer Sicht wird der Stressbegriff vor allem durch kognitive Komponenten erweitert, demnach werden subjektive Wahrnehmungen, Interpretationen und Bewältigungsversuche im Austausch mit der Umwelt betrachtet (Lazarus & Folkman, 1984). Einer der wichtigsten Vertreter kognitiver Stressmodelle ist Richard Lazarus, welcher diese Komponenten genauer erforschte und daraus das Transaktionale Stressmodell begründete. In diesem wird Stress als „wechselseitiger Beeinflussungsprozess zwischen Umweltbedingungen und persönlichen Voraussetzungen“ definiert (Ehlert et al., 2013, S. 202). Demnach kann Stress nicht objektiv festgelegt werden, entscheidend ist die individuelle Wahrnehmung der Umwelt und die Bewertung der jeweiligen Situation durch die betreffende Person (Busse et al., 2006). Ein weiteres wichtiges Konzept für das Verständnis psychologischer Stresstheorien ist das durch Rudow (1994) postulierte Rahmenmodell von Belastung und Beanspruchung (Van Dick & Stegmann, 2012). Eine psychische Belastung beschreibt hierbei Einflüsse, welche auf das Individuum einwirken. Das können sowohl objektive (bspw. andauernder Lärm, Stau) als auch subjektive (bspw. Angst vor Unfällen, Sitzplatzangebot) Belastungsfaktoren sein. Die psychische Beanspruchung hingegen beschreibt die unmittelbare Konsequenz der Belastung auf das Individuum. Diese ist stark von individuellen Faktoren und Kompetenzen, wie bspw. Einstellungen, Bedürfnissen, Bewältigungsstrategien etc. abhängig. Die Interaktion aus Umwelt und Person bestimmt somit, inwieweit das Individuum durch situative Belastungen beansprucht wird (Van Dick & Stegmann, 2012).

Ressourcenfokussierte Modelle gehen dabei nochmal stärker auf die individuellen Faktoren ein und erklären Stress als einen Zustand, bei dem „erlebte Anforderungen das verfügbare Bewältigungspotential übersteigen“ (Seiffge-Krenke & Lohaus, 2007, S. 11). Hilfreiche Ressourcen können hierbei extrapersonal (bspw. finanzielle Absicherung, soziale

Unterstützung) und intrapersonal (bspw. positives Selbstkonzept, gute körperliche Verfassung, soziale Kompetenzen) sein (Busse et al., 2006). In diese Modelle werden auch Ressourcenveränderungen im Laufe des Lebens einbezogen. So sind auch soziale Einflüsse bedeutsam, um Stress umfassend zu verstehen.

Soziologische Stressmodelle stellen vor allem den Stressor in den Fokus, welcher als ausgehender Reiz eine spezifische Stressreaktion auslöst (Busse et al., 2006). Stressoren können hierbei externe oder interne Ereignisse, Zustände oder Stimuli sein. Ob eine Stressreaktion hervorgerufen wird, hängt von den Eigenschaften des Stressors ab. Dabei gelten vor allem neue, unvertraute Situationen, aber auch Situationen, die unvorhersehbar und wenig kontrollierbar sind, als stressauslösend (Ehlert et al., 2013). Die Wahrscheinlichkeit einer Stressreaktion wird zudem erhöht, wenn es sich um subjektiv bedeutsame Lebensbereiche handelt. Nach Anderson (1991) lassen sich drei Ebenen von Stressoren unterscheiden: Auf erster Ebene befinden sich chronische Stressoren, welche an soziale und gesellschaftliche Bedingungen geknüpft sind (Busse et al., 2006). Die zweite Ebene beinhaltet kritische Lebensereignisse wie bspw. Trennung, Tod eines Familienmitgliedes oder Pensionierung, die mit großer Wahrscheinlichkeit zu einem höheren Belastungsgrad führen. Stressoren der Ebene drei sind tägliche Ereignisse bzw. Mikrostressoren wie bspw. zu hohen Anforderungen, Unzufriedenheiten oder psychosoziale Spannungen. Eine Aufgliederung dieser Ebenen zeigt die Vielseitigkeit stressauslösender Lebensumstände auf und verdeutlicht, dass sowohl akute Krisen wie auch chronische Alltagsbelastungen auf Mikroebene Stressempfinden auslösen können und langfristig schädliche Wirkungen für den Organismus mit sich ziehen (Busse et al., 2006).

Durch die Vielfalt an Erklärungsmodellen wird deutlich, dass die Definition von Stress keinesfalls durch nur eine der Theorien abgebildet werden kann. Um ein umfassendes Verständnis über die komplexen Abläufe und Wechselwirkungen darzustellen, müssen übergreifende Modelle wie bspw. das Biopsychosoziale Modell herangezogen werden. Dieses geht vor allem auf die interaktiven Zusammenhänge zwischen Körper, Psyche und Umwelt ein, welche das Stresserleben individuell beeinflussen. Um das Konzept Stress besser zu verstehen, ist es deshalb wichtig, sich anhand der unterschiedlichen Stressebenen die Funktion und Entstehung von Stress genauer anzuschauen. Im Folgenden wird deshalb näher auf physische und psychische Prozesse der Stressentstehung eingegangen (Busse et al., 2006; Ernst et al., 2022).

2.3.2 Physiologische Stressreaktion

Auf physiologischer Ebene finden parallel ablaufende neurologische und endokrinologische Prozesse des Organismus statt, welche die Energiereserven des Körpers mobilisieren und für eine Auseinandersetzung mit dem Stressor vorbereiten sollen. Evolutionär gesehen dient dies dem Überlebensvorteil, indem der Körper in die Lage versetzt wird, auf bedrohliche Reize mit Kampf oder Flucht zu reagieren (Busse et al., 2006; Ernst et al., 2022).

Der Prozess beginnt mit der Wahrnehmung des Stressors durch die Sinnesorgane und einer anschließenden Verarbeitung der Informationen im limbischen System (Busse et al., 2006). Dazu werden mithilfe des Thalamus relevante Informationen empfangen und verarbeitet. Die direkte Kommunikation des Thalamus mit der Amygdala sorgt für eine schnelle Weiterleitung von Informationen zur Verarbeitung bedrohlicher Reize, was eine instinktive Reaktion auf Gefahrensituationen ermöglicht (LeDoux, 2000). Gleichzeitig werden Informationen an den Cortex weitergeleitet und tieferliegend verarbeitet. Der Cortex ist für höhere kognitive Funktionen verantwortlich, einschließlich Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und Gedächtnis. Das Zusammenspiel dieser Hirnstrukturen trägt eine zentrale Rolle für die Verarbeitung von Emotionen wie bspw. Angst und der physiologischen Stressreaktion. Denn bei Wahrnehmung von Gefahr werden tieferliegende Hirnbereiche aktiviert, die eine Reihe von körperlichen „Kurzschlussreaktionen“ zur Folge haben (Busse et al., 2006; Ernst et al., 2022). Das sind stressbedingte physiologische und Verhaltensveränderungen, welche die unmittelbare Mobilisierung körperlicher Ressourcen bewirken (McEwen, 2007). Dazu gehört zum einen die Aktivierung des Sympathikus als Teil des vegetativen Nervensystems. In diesem arbeiten Sympathikus und Parasympathikus antagonistisch zueinander (Schröger, 2010; Busse et al., 2006). Der Sympathikus verfolgt hierbei leistungsfördernde und der Parasympathikus erholungsfördernde Funktionen. Über die sympathico-adreno-medulläre Achse werden Signale von Sympathikus zum Nebennierenmark gesendet und damit die Ausschüttung von Adrenalin und Noradrenalin gesteuert. Bei der Interpretation von Reizen als Bedrohung wird der Organismus so rasch in einen Zustand der körperlichen und psychischen Aktivierung gebracht. Dies zeigt sich durch bspw. erhöhten Herzschlag, erweiterte Bronchien, erhöhte Schweißbildung und Gefühle von Angst (Busse et al., 2006; Schröger, 2010). Bei länger andauernder Konfrontation mit dem Stressreiz wird die Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse aktiviert. Die Hypophyse kommuniziert über die Blutbahnen mit der Nebennierenrinde und steuert somit die Ausschüttung von Cortisol und anderen Glucocorticoiden. Diese wirken in unterschiedlicher Weise auf Herz-Kreislauf-System, Nervensystem, Stoffwechsel und das Immunsystem. Auch hierbei geht es um eine

Bereitstellung wichtiger Ressourcen zur erhöhten Alarm- und Leistungsbereitschaft. Diese physiologischen Reaktionen bieten verschiedene Ansatzpunkte für die Erfassung von Stressmomenten (Busse et al., 2006; Ernst et al., 2022; Schröger, 2010).

2.3.3 Psychologische Stressreaktion

Neben einer körperlichen Reaktion besteht eine psychologische Ebene der Stressreaktion, welche kognitive, affektive und verhaltensbezogene Komponenten umfasst (Busse et al., 2006). Psychologische Sichtweisen nehmen an, dass jede Situation, in der wir uns befinden, analysiert wird, um ihre individuelle Bewältigbarkeit abzuschätzen. Wenn die individuellen Ressourcen nicht ausreichen, um mit den Anforderungen einer bestimmten Situation umzugehen, entsteht eine Stressreaktion. Auf psychologischer Ebene dient Stress somit der Funktion, sich besser an situative Umstände zu adaptieren und diese erfolgreich bewältigen zu können. Ausschlaggebend für die Entstehung einer Stressreaktion ist hierbei die individuelle Wahrnehmung und Bewertung der Situation.

Das Transaktionale Stressmodell von Richard Lazarus & Susan Folkman (1984) beschreibt eine Theorie der Bewältigung von Stressreizen. Eine dabei ablaufende Situationsbeurteilung ist demnach ein Prozess mit parallel ablaufenden Denkprozessen, die größtenteils automatisiert und unbewusst ablaufen. Die Annahme einer wechselseitigen Person-Umwelt-Interaktion fasst dabei sowohl Kontextfaktoren als auch interpersonale Merkmale in den Prozess der Stressentwicklung ein. Als Basis dieser Einschätzung dienen individuelle Sollwerte, welche von interpersonalen Merkmalen abhängig sind. Dazu gehören vor allem Werte, Ziele und Grundbedürfnisse bspw. der Zugehörigkeit und Selbstständigkeit, aber auch Erwartungen und Ansprüche an sich selbst und andere (Busse et al., 2006; Ernst et al., 2022). Der Bewertungsprozess kann in drei Phasen eingeteilt werden – die primäre Bewertung, die sekundäre Bewertung und die Neubewertung – was verdeutlicht, dass sich das Stresserleben einer Situation in ständiger Veränderung befindet. Die primäre Bewertung eines Reizes ist die erste Einschätzung der individuellen Bedrohung im Hinblick auf das eigene Wohlergehen. Reize können hierbei als irrelevant, positiv oder stresshaft eingestuft werden. Eine stresshafte Bewertung führt zu einer weiteren Einschätzung, ob eine Beeinträchtigung droht, bereits ein Schaden entstanden ist oder es sich um eine positive Herausforderung handelt, die bei Bewältigung eine lohnende Konsequenz mit sich zieht. Wenn eine routinemäßige Verhaltensreaktion als Bewältigungsmechanismus scheitert, müssen alternative Lösungswege erwogen werden, um antizipierte negative Folgen abzuwenden. In Interaktion mit personellen Ressourcen und Umwelтанforderungen wird durch einen sekundären Bewertungsprozess die

Wahrscheinlichkeit eingeschätzt, durch zur Verfügung stehende Bewältigungsstrategien ein positives Ergebnis zu erlangen. Eine geringe Selbstwirksamkeitserwartung führt zu einer weiteren stressauslösenden Bewertung der Situation (Busse et al., 2006; Ernst et al., 2022).

Als individuelle Bewältigungshandlungen ist das Konzept vom „Coping“ von zentraler Bedeutung. Coping wird definiert als „kognitive und verhaltensbezogenen Strategien, die Individuen einsetzen, um sowohl mit einer belastenden Situation als auch mit den negativen emotionalen Reaktionen, die durch dieses Ereignis ausgelöst werden, umzugehen“ (Busse et al., 2006; Stroebe & Jonas, 2002). Aus der Definition gehen bereits die unterschiedlichen Ansätze des Copings hervor: problemorientiertes und emotionsorientiertes Coping. Um die Situation zu verändern oder das Problem zu lösen, werden beim problemorientierten Coping alternative Handlungsstrategien gesucht und angewandt. Emotionsorientierte Strategien umfassen kognitive Prozesse, die auf die Regulation der emotionalen Reaktion auf die Situation abzielen. Dazu gehören Mechanismen der innerlichen Distanzierung und Verdrängung des stressauslösenden Reizes, aber auch die Aufmerksamkeitslenkung auf positiven Seiten der Situation.

Je nachdem wie erfolgreich die Situation bewältigt wurde, findet die Neubewertung der Situation statt. Diese Anpassung der ursprünglichen Bewertung ergibt sich aus dem Zusammenspiel neuer Informationen der Umwelt und einer erneuten Einschätzung der Kontrollierbarkeit, Fähigkeiten und Ressourcen, die Situation erfolgreich zu bewältigen. Positive Erfahrungen bei der Stressbewältigung können die Einschätzung zukünftiger, ähnlicher Situationen und die individuelle Selbstwirksamkeitserwartung verbessern, wohingegen negative Erfahrungen zu pathologischen Anpassungen wie bspw. chronischem Stress führen können (Busse et al., 2006).

2.3.4. Coping im Alter

Um das Stresserleben im Alter besser zu verstehen, sind altersbezogene Veränderungen im Umgang mit belastenden Ereignissen zu beachten. Im Transaktionalen Stressmodell spielt vor allem die individuelle Wahrnehmung und Bewertung der eigenen Ressourcen eine wichtige Rolle, wenn es um die Bewältigbarkeit einer Situation geht (Lazarus & Folkman, 1984). Dem Umweltsanforderungs-Kompetenz-Modell (Lawton & Nahemow, 1973) sollte demnach hinzugefügt werden, dass neben den tatsächlich vorhandenen Ressourcen vor allem die Überzeugung, bestimmte Fähigkeiten und Kompetenzen zu besitzen und zielgerichtet anwenden zu können, von Bedeutung für die Selbstwirksamkeitserwartung ist (Schwarzer, 1992). Eine höhere Kontrollüberzeugung (Locus of Control) kann demnach die

Lebenszufriedenheit im Alter beeinflussen (Berg et al., 2006). Aber auch eine realistische Einschätzung und die damit zusammenhängende Anpassung von Zielen kann die Zufriedenheit mit dem eigenen Leben beeinflussen. Um die individuelle Identität aufrechtzuhalten, nehmen Menschen aktiv auf die Umwelt Einfluss und passen sich diese auf ihre Bedürfnisse an (Assimilation) (Brandtstädter & Renner, 1990). Diese Anpassung hängt von den persönlichen Fähigkeiten und Ressourcen der Personen ab. So könnte man bspw. bei auftretenden Kraftverlusten und Bewegungseinschränkungen alternativ zum Fahrradfahren auf die Nutzung eines E-Bikes zurückgreifen (Claßen et al., 2014). Wenn diese Anpassungen scheitern oder nicht zielführend sind, können auch passiv Lebensumstände angeglichen werden, indem eine Neuformulierung von Sollwerten stattfindet (Akkomodation). Im Alter nehmen solch flexible Anpassungen der persönlichen Ziele gemäß den eigenen wahrgenommenen Möglichkeiten zu, was als ein sinnvoller Bewältigungsmechanismus verstanden wird (Zweikomponenten-Modell zur Bewältigung negativer Lebensereignisse; Brandtstädter & Renner, 1990). Dies stellt ein Beispiel für reife Copingmechanismen dar, welche im Alter genutzt werden, um mit belastenden Situationen umzugehen. Neben der Abnahme problemorientierter Strategien lässt sich eine Zunahme emotionsorientierter Strategien beobachten wie bspw. das Relativieren belastender Situationen, Kontrolle negativer Emotionen oder positive Neubewertung (Diehl et al., 1996; Diehl et al., 2014). So kann bspw. die Hilfe durch andere (z.B. durch Fahrgemeinschaften oder Shuttlenutzung) auch als Chance gesehen werden, soziale Kontakte aufzubauen oder Verantwortung abzugeben.

2.4 Messmethoden für die Erfassung von Stress

Aus der Definition von Stress wird deutlich, dass die Stressreaktion auf mehreren Ebenen stattfindet und sich daraus physiologische, verhaltensbezogene, affektive und kognitive Besonderheiten charakterisieren lassen. Demnach können verschiedene Möglichkeiten abgeleitet werden, das Stresserleben zu bestimmten Zeitpunkten messbar zu machen. Im Folgenden werden Methoden vorgestellt, die sich auf physiologisches und wahrgenommenes Stresserleben im Feld fokussieren.

2.4.1 Physiologische Messmethoden

Die physiologische Reaktion auf einen stressauslösenden Reiz wurde bereits im Kapitel 2.3.2 näher beschrieben. Durch den Zustand der Aktivierung lassen sich eine Reihe körperlicher Reaktionen beobachten, durch deren Erfassung der Grad des Stresserlebens ableitbar ist. Diese sind bspw. erhöhte Schweißbildung, erweiterte Pupillen und erhöhte Herzschlagrate (Busse et

al., 2006). In einer Übersichtsarbeit von Giannakakis und Kolleg*innen (2019) wurden verschiedene Biomarker auf Effizienz, Robustheit und Konsistenz verglichen, um zuverlässige Leitlinien für die effiziente Erfassung von Stressmomenten abzuleiten. Dazu gehörten u.a. die Erfassung von Hirnströmen über ein Elektroenzephalogramm (EEG), die elektrodermale Aktivität (EDA), das Messen der Herzaktivität über ein Elektrokardiogramm (EKG), Blutdruck, Atemfrequenz, Hauttemperatur, Pupillengröße etc.

Als einer der am häufigsten genutzten Biomarker wird die Herzaktivität untersucht. Durch eine stressinduzierte Aktivierung des sympathischen Nervensystems steigt die Herzfrequenz und somit die Kontraktionskraft des Herzens, infolgedessen das Blut schneller durch den Körper zirkuliert wird, um die notwendigen Organe mit Sauerstoff zu versorgen (Giannakakis et al., 2019). Die Erfassung kardiologischer Daten findet mithilfe eines Elektrokardiogramms (EKG) statt, welches über elektrische Signale die Kontraktionen des Herzens veranschaulicht. Bei der genaueren Betrachtung des EKG-Signals lassen sich charakteristische Zacken des Herzschlags erkennen. Vor allem die R-Zacken werden hierbei für weitere Untersuchungen genutzt, da das Intervall zwischen zwei Zacken dem Intervall zwischen zwei Herzschlägen entspricht. Die Verteilung und Regelmäßigkeit der RR-Intervalle (RRI bzw. BBI) kann Auskunft über das Stresserleben liefern. Hieraus können verschiedene Maße abgeleitet werden.

Die Herzfrequenz bildet die Anzahl, der Herzschläge pro Minute ab und dient vielen Studien als ein Maß für Stresserregung (Giannakakis et al., 2019). Die Herzratenvariabilität (HRV) gilt als ein weiteres kardiologisches Maß für Stressindikation, welches die zeitliche Variation zwischen den RR-Intervallen der aufeinanderfolgenden Herzschläge quantifiziert (Giannakakis et al., 2019). Eine Übersichtsarbeit von Hye-Geum Kim und Kolleg*innen (2018) untersuchte mittels eines systematischen Reviews und einer Meta-Analyse den tatsächlichen Zusammenhang von Stress und der HRV. Sie kamen auf das Ergebnis, dass die HRV als ein zuverlässiger Indikator für Stress genutzt werden kann. Die Herzfrequenz wird demnach durch einen physiologischen Regelkreis bestimmt und passt sich je nach Belastung an. Die HRV stellt die Fähigkeit des Herzens dar, auf Stressreize flexibel zu reagieren und kann als ein Maß für die Aktivität des autonomen Nervensystems gesehen werden. Eine höhere HRV steht somit für ein flexibel schlagendes Herz und einen entspannten Zustand. Mit zunehmender Belastung wird die Herzschlagfolge regelmäßiger, woraus sich eine Abnahme der HRV ergibt (Kim et al., 2018).

Auch die Neuroviszerale Integrationstheorie von Thayer und Lane (2000) bietet Erklärungsansätze für den Zusammenhang von Stress und HRV. Demnach spielt das

Zusammenspiel aus autonomen und affektiven Systemen sowie Aufmerksamkeitsprozessen eine Rolle bei der Emotionsregulation. Dabei wird die HRV als ein Indikator für die neuroviszerale Integration angesehen. Bei der Emotionsregulation sendet der präfrontale Cortex Signale, welche die Aktivität des Vagusnervs modelliert und somit die HRV beeinflusst. Dies ermöglicht eine flexible Anpassung des Körpers an Umweltreize. Die HRV spiegelt somit die Rückkopplung zwischen dem zentralen und dem autonomen Nervensystem wider und kann als ein Maß für Selbstregulation angesehen werden. Hohe Werte der HRV werden mit besserer Selbstregulation und guter Stressbewältigung assoziiert, wohingegen niedrigere HRV auf eine dysfunktionale neuroviszerale Integration hinweist und erhöhte Stressanfälligkeit symbolisiert (Thayer & Lane, 2000).

Die Herzratenvariabilität umfasst verschiedene zeit- und frequenzbezogene Parameter. Eine umfassende Darstellung dieser Parameter geben die Übersichtsarbeiten von Kim et al. (2018) und Giannakakis et al. (2019). Ein häufig genutzter zeitbezogener Parameter, der eine starke Kovariation mit akutem Stress aufweist, ist die Quadratwurzel des Mittelwerts über alle Quadrate der Differenzen aufeinanderfolgender RR-Intervalle (RMSSD). Eine Vielzahl an Studien weisen nach, dass dieser als ein Maß für parasympatische Aktivierung gesehen werden kann (Kim et al., 2018; Giannakakis et al., 2019).

Die HRV kann über nicht-invasive tragbare Geräte (bspw. Smartwatches) aufgezeichnet werden, was sie sehr nützlich für eine Verwendung in Feldstudien macht. Bisherige Untersuchungen ergaben eine zuverlässige Erfassung durch Smartwatches (Hernando et al., 2018; Hickey et al., 2021) und in Verkehrskontexten (Magaña et al., 2020; Hu & Gao, 2022). Dabei sollte bei der Nutzung auf Personenvariablen wie Alter, Geschlecht, Fitness und Gesundheitszustand geachtet werden. Altersbezogene Untersuchungen ergaben eine allgemeine Abnahme der HRV mit dem Alter (Jensen-Urstad et al., 1997; Zhang, 2007) und Frauen weisen im Durchschnitt niedrigere HRV-Werte auf als Männer (Li et al., 2009; Tracy & Giummarra, 2017; Wang et al., 2009). Ebenso haben Kontextfaktoren und Bewegungen einen Einfluss auf die Erfassung. Eine Kombination mit anderen Methoden der Stressmessung kann hierbei ein umfassenderes und zuverlässigeres Bild der Stressreaktion bieten (Giannakakis et al., 2019).

2.4.2 Subjektive Daten

Um die psychologische Ebene des Stresserlebens näher zu erfassen, ist es sinnvoll, affektive, kognitive und verhaltensbezogene Veränderungen sichtbar zu machen. Hierbei spielen insbesondere individuelle Wahrnehmungen und Situationsbewertungen eine entscheidende Rolle bei der Entstehung von Stressreaktionen (Busse et al., 2006). Die

individuelle Selbstauskunft der Personen kann über Interviews und Fragebögen erfasst werden. Es gibt dazu bisher jedoch keine einheitlichen Standards und nur wenige systematische Instrumente. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass Denkprozesse während der Stressreaktion teilweise unbewusst ablaufen und die subjektive Wahrheit über das Stresserleben nicht zwangsläufig der objektiven Wahrheit entspricht (Giannakakis et al., 2019). So spielen bei der Itembearbeitung auch Response-Bias eine Rolle. Solche systematischen Verzerrungen der Antworten führen dazu, dass Angaben erfolgen, welche nichts mit dem zu untersuchenden Merkmal zu tun haben (Moosbrugger & Kelava, 2007). Demnach können Reaktionen durch Persönlichkeitseigenschaften motiviert sein, sodass eine Antwort konform zum Selbstbild oder nach sozialer Erwünschtheit gegeben wird. Aber auch situative Faktoren wie momentane Empfindungen, Mutmaßungen über untersuchte Hypothesen oder Interviewer*innen-Effekte sind relevant.

Die subjektive Einschätzung des Stressempfinden kann direkt erfasst werden, indem nach der individuellen Wahrnehmung der Stresshaftigkeit bzw. Belastung einer Situation gefragt wird. Hierbei geht es um die individuelle Einschätzung der situativen Anforderungen und verfügbaren Ressourcen, diese zu bewältigen. Dazu gehören Skalen wie bspw. die Perceived Stress Scale (PSS; Cohen et al., 1983) oder der Perceived Stress Questionnaire (PSQ; Fliege et al., 2001). Der Fokus liegt hierbei auf der Überforderung durch die aktuelle Lebenssituation und umfasst den Beurteilungszeitraum der letzten vier Wochen (Ice & James, 2007; Kocalevent, 2005). Der NASA Task Load Index (NASA-TLX; Hart & Staveland, 1988) kann durchgeführt werden, um die subjektive Belastung einer Situation zu erfassen. Dieser bezieht sich aber vor allem auf den Arbeitskontext.

Das Erleben von Stress ist zusätzlich durch daraus resultierende Emotionen gekennzeichnet. Eine ungünstige Passung zwischen Anforderungen und Ressourcen führt zu negativen Affekten wie bspw. Anspannung, Angst und Ärger (Ice & James, 2007; Kocalevent, 2005; Lawton & Nahemow, 1973). Deshalb kann eine Erfassung der emotionalen Reaktionen auf Stress ebenfalls Rückschlüsse auf das Stresserleben geben. Dabei können eine Reihe von unterschiedlichen stressassoziierten Gefühlszuständen erfasst werden wie bspw. durch die Positive-Affect and Negative-Affect Schedule (PANAS; Watson et al., 1988) (Ice & James, 2007). Eine weitere Möglichkeit ist es, spezifische Emotionszustände wie durch das State-Trait-Anxiety-Inventory (STAI; Spielberger et al., 1971) zu erfassen. State-Anxiety wird demnach als „emotionale Stimmung aufgefasst, die durch Anspannung, Besorgtheit, Nervosität, innere Unruhe und Furcht vor zukünftigen Ereignissen gekennzeichnet ist und mit einer erhöhten Aktivität des autonomen Nervensystems einhergeht“ (Grimm, 2009). Aufgrund dessen wurde

die Skala für die Beurteilung der stressbedingten Anspannung bereits in einigen Untersuchungen verwendet (Barnard & Chapman, 2018; Klaperski et al., 2019; Teckenberg-Jansson et al., 2019).

Umfassende Ergebnisse zum Stresserleben lassen sich vor allem durch die Kombination verschiedener Messmethoden sicherstellen. Um mit hoher Genauigkeit zuverlässige Stresswerte zu erhalten, sollten dabei die Besonderheiten von Feldsettings einbezogen werden. Hierbei muss darauf geachtet werden, dass Messinstrumente leicht in den Alltag integriert werden können, indem sie bequem sind und ohne ständiges Bewusstsein getragen werden können (Can et al., 2019). Dabei sollte eine kontinuierliche Messung trotz körperlichen Bewegungen der Personen gewährleistet werden. Zudem sollten sie das Stresserleben objektiv, reliabel und valide erfassen. Objektive Messmethoden unterliegen hierbei im geringeren Maße Verzerrungseffekten als subjektive Informationen über das Stressempfinden. Generell ist es von Vorteil, einen multimodalen Ansatz zu wählen und somit sowohl physiologische als auch subjektiven Daten heranzuziehen.

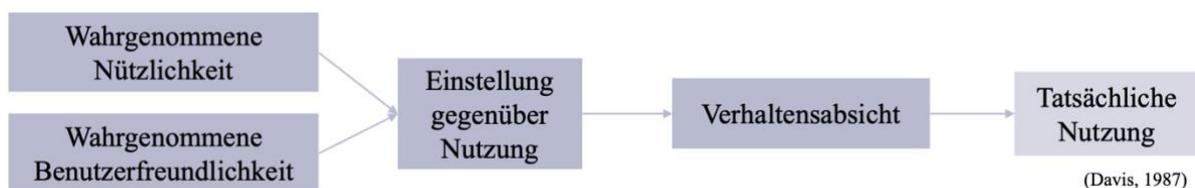
2.5 Akzeptanz

Aus der Stresstheorie geht hervor, dass das Stresserleben eine Reaktion auf situative Umstände ist, um diese bewältigen zu können (Lazarus & Folkman, 1984). Je nachdem wie erfolgreich eine Konfrontation mit einem stressauslösenden Reiz bewältigt wird, werden dadurch zukünftige Einstellungen und Verhaltensmuster geprägt. Eine ungünstige, stresshafte Bewertung der Situation kann negative Affekte wie bspw. Überforderung und Angst zur Folge haben (Lawton, 1983). Diese beeinflussen die Art und Weise, wie wir Ereignisse bewerten (Zajonc, 1980). Gemäß dem Prinzip der Affektregulation, werden Situationen, aus denen positiven Erfahrungen entstanden sind, in Zukunft vermehrt aufgesucht, wohingegen negative Erfahrungsumwelten vermieden werden. Vor allem negative Affekte sind dabei eine Informationsquelle für anschließende Bewertungen und Einstellungen (Baumeister et al., 2001; Raue et al., 2019). Um diese theoretischen Grundlagen des Zusammenhangs von Stress und Einstellungen auf die Konfrontation der Versuchspersonen mit den bedarfsorientierten Shuttles der Feldstudie zu übertragen, sollten deshalb auch Einstellungen zum Mobilitätsdienst untersucht werden.

Dabei dient das Technologie-Akzeptanz-Modell (TAM) von Davis (1987) als theoretisches Rahmenkonstrukt. Dieses wurde entwickelt, um die Akzeptanz von technischen Systemen zu erfassen und vorherzusagen. Im Laufe der Jahre konnten die Grundsätze des Modells jedoch auf verschiedene Anwendungsgebiete übertragen werden. In der

Akzeptanzforschung gilt es als ein gut operationalisiertes und umfangreich empirisch getestetes Modell (Olbrecht, 2010). Zur Erfassung der Einstellungen wurden daraus Fragebögen weiterentwickelt – TAM 2 (Venkatesh & Davis, 2000) und TAM 3 (Venkatesh & Bala, 2008). Die Akzeptanz wird hierbei als ein Konstrukt gesehen, welche sowohl Einstellungen über ein technologisches Konzept als auch Verhaltenstendenzen darüber einfasst. Dabei wird definiert, dass die Verhaltensabsicht, ein technologisches Angebot zu nutzen, von der Einstellung zur Nutzung abhängig ist. Diese Einstellung umfasst dabei die positiven und negativen Gefühle in Bezug auf die erfolgreiche Durchführung eines Zielverhaltens (bspw. das Zurücklegen einer Strecke). Diese werden durch zwei Konstrukte genauer beschrieben: „wahrgenommene Nützlichkeit“ und „wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit“. Die „wahrgenommene Nützlichkeit“ beschreibt den Glauben daran, dass die Nutzung des Systems die Leistungen in einem bestimmten Bereich verbessert (bspw. „Die Nutzung des Angebots würde die Effektivität meiner Mobilität steigern, d.h. ich erreiche meine Ziele schneller/besser.“). Das Ausmaß, in dem eine Person glaubt, dass die Verwendung des Systems Anstrengungen von ihr erwartet, wird durch die „wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit“ beschrieben (bspw. „Der Umgang mit dem Angebot ist klar und verständlich.“). Das zukünftige Verhalten in Interaktion mit dem System kann, gemäß der Theorie des überlegten Handelns (Ajzen & Fishbein, 1975), durch die „Verhaltensabsicht“ antizipiert werden (bspw. „Angenommen ich habe Zugang zum Angebot, dann beabsichtige ich es zu nutzen.“). Eine schematische Darstellung des Modells zeigt Abbildung 1 (Davis, 1987; Venkatesh & Bala, 2008; Venkatesh & Davis, 2000).

Abbildung 1. *Technology Acceptance Model (TAM)*



Das erprobte Shuttleangebot soll eine Alternative für etablierte Mobilitätslösungen wie das eigene Auto oder der öffentliche Nahverkehr im ländlichen Raum darstellen. Dafür fand im Rahmen des Projektes eine erste Nutzung und somit Erprobung des bedarfsorientierten Shuttles statt. Versuchsteilnehmende mussten mithilfe eines Smartphones die virtuellen Haltestellen aufsuchen und dort in das Shuttle steigen. Dabei wurde neben dem Stresserleben auch die Akzeptanz dem Shuttledienst gegenüber untersucht.

Die Akzeptanz von Mobilitätsangeboten wurde für die Stichprobe der älteren Erwachsenen bereits in einigen Studien untersucht (Classen et al., 2021; Eby et al., 2018; Haghzare et al., 2021; Raue et al., 2019; Voinescu et al., 2020). Die Untersuchung von Raue und Kolleg*innen (2019) befasste sich spezifischer mit dem Einfluss von Affekt beim Autofahren auf die Einstellung. Dabei wurde bei selbstfahrenden Autos getestet, welchen Einfluss Gefühle auf die Risikowahrnehmung, dem Nutzungsinteresse, dem Vertrauen und der Akzeptanz haben. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich Akzeptanz und Nutzungsinteresse vor allem aus negativen Affekten bildet. Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung negativer Affektzustände für das Bilden von Einstellungen über Mobilitätslösungen.

Diese Studie liefert einen weiterführenden Einblick in die Akzeptanz von innovativen Mobilitätsdiensten in der älteren Generation. Dafür wird bei der Einstellungsbildung vor allem Zusammenhänge mit dem Stresserleben untersucht. Dabei wird das Technologie-Akzeptanz-Modell (TAM) von Davis (1987) als Rahmenmodell hinzugezogen.

3. Fragestellungen und Hypothesen

Im theoretischen Hintergrund wurden die unterschiedlichen Bereiche beleuchtet, welche die abgeleiteten Fragestellungen begründen. Dabei wurden Theorien der Altersforschung erläutert und mit der Bedeutung von außerhäuslicher Mobilität verknüpft. Anschließend wurde die Umsetzung eines bedarfsorientierten Shuttledienstes im ländlichen Raum vorgestellt. Der Forschungsfokus dieser Arbeit liegt auf der Interaktion der älteren Stichprobe mit dem getesteten Mobilitätsangebot. Es sollen vor allem situative Stressempfindungen erfasst werden, in Abhängigkeit des genutzten Fortbewegungsmittels und der Einstiegs Umgebung. Dazu wurden verschiedene stresstheoretischen Modelle erläutert. Die Erfassung des Stressniveaus findet sowohl mit Hilfe eines physiologischen Maßes statt (HRV), als auch durch einen subjektiven Fragebogen (STAI; Spielberger et al., 1971).

Die Datenerhebung und Auswertung der Feldstudie erfolgte an einer Stichprobe älterer Personen, die durch den zu beobachtenden demografischen Wandel zunehmend in den Forschungsfokus rückt. Als übergeordnetes Ziel galt hierbei, Bedürfnisse der Unabhängigkeit und Selbstständigkeit und die gesellschaftliche Teilhabe bis ins hohe Alter beizubehalten. Laut dem Umweltauforderungs-Kompetenz-Modell von Lawton und Nahemow (1973) führen alterskorrelierte Reduktionen von Ressourcen dazu, dass der Einfluss der Umwelt auf das Verhalten und Erleben zunimmt und stärker reaktiv mit Umweltauforderungen interagiert werden muss. Modelle des erfolgreichen Alterns postulieren eine Selektion auf bestimmte Verhaltensbereiche und die Optimierung etablierter Routinen, um zunehmende Leistungseinbußen zu kompensieren (SOK-Modell; Baltes & Baltes, 1990). Zusätzlich wächst mit dem Alter der Wunsch nach Kontinuität und Kontrolle der Umwelt (Claßen et al., 2014).

Stetig zunehmende technische Fortschritte und die damit zusammenhängende Entwicklung innovativer Mobilitätsangebote stellen eine Möglichkeit der Kompensation von Fähigkeitsverlusten dar, aber auch eine Konfrontation mit ungewohnten und komplexen Situationsabläufen. Aus vorherigen Befragungen und Untersuchungen geht hervor, dass private Fortbewegungsmittel, wie das eigene Auto, als komfortabelste Mobilitätslösung angesehen werden (SIZE; Kaiser & Kraus, 2005). Neben Aspekten der Unabhängigkeit, Bequemlichkeit und Schnelligkeit nimmt das Auto auch eine emotionale Bedeutung ein und kann als eine Art Schutzraum dienen. Die Bevorzugung des Autos gegenüber anderen Mobilitätsdiensten spitzt sich vor allem in dezentralen Bereichen zu, in welchen eine größere Unzufriedenheit mit dem öffentlichen Nahverkehrsangebot herrscht.

In Konfrontation mit dem innovativen Mobilitätsangebot, soll das Stresserleben der Versuchspersonen genauer betrachtet werden. Hierbei soll getestet werden, ob die individuellen Ressourcen der älteren Versuchspersonen in ländlichen Regionen als ausreichend erlebt werden, um den Anforderungen eines bedarfsorientierten Shuttles gerecht zu werden. Dazu werden während der Nutzung stressbedingte physiologische und emotionale Veränderungen untersucht. Stresstheoretische Modelle postulieren, dass das Erleben von Stress davon abhängig ist, ob personelle Ressourcen als ausreichend erlebt werden, entsprechende Umwelтанforderungen zu bewältigen (Transaktionales Stressmodell; Lazarus & Folkmann, 1984). Dabei spielen vor allem Copingstrategien eine wichtige Rolle. Wenn die Selbstwirksamkeitserwartung gering ist, führt dies zu einer stressauslösenden Bewertung der Situation. Vor allem neue, unvertraute Situationen, aber auch Situationen die unvorhersehbar und wenig kontrollierbar sind gelten hierbei als stressauslösend. Stresstheoretische Modelle und Besonderheiten im Alter sollen somit auf Verkehrskontexte im realen Setting übertragen werden. Dabei müssen aber auch Rahmenbedingungen des Forschungsprojektes KoKoVi in die Umsetzung der Studie einbezogen werden.

Demnach lässt sich der Forschungsgegenstand der vorliegenden Arbeit in der grundlegenden Frage zusammenfassen: **Welchen Einfluss hat die Nutzung des bedarfsorientierten Shuttledienstes auf das Stresserleben älterer Personen?**

Dabei wurden die folgenden Fragestellungen genauer untersucht:

3.1 H1: Vergleich eigenes Auto und bedarfsorientiertes Shuttle

Hierbei soll am bisherigen Stand der Altersforschung angeknüpft werden, dass eine Selektion, Optimierung und Kompensation etablierter Routinen im Alter besteht (SOK-Modell; Baltes & Baltes, 1990). Dabei wird das eigene Auto als bevorzugte Mobilitätslösung angesehen (SIZE; Kaiser & Kraus, 2005). Anhand dieser Vorannahmen soll getestet werden, ob diese Bevorzugung gewohnter Mobilitätsroutinen auch einen Einfluss auf situative Empfindungen während der Interaktion mit Mobilitätsdiensten im realen Setting hat. Es wird im Feld getestet, ob sich das Stressniveau bei der Nutzung des Shuttles im Vergleich zur Nutzung des eigenen Autos unterscheidet.

Das Stressniveau wird durch zwei unterschiedliche Maße erfasst: durch die Herzratenvariabilität (HRV) und durch die subjektiv, wahrgenommenen Anspannung (STAI). Umfangreiche Untersuchungen ergaben hierbei, dass die HRV als ein valider Biomarker für Stress verwendet werden kann (Giannakakis et al., 2019; Kim et al., 2018). Anhand

biopsychologischer Grundlagen zur stressinduzierten Aktivierung des sympathischen Nervensystems (Busse et al., 2006; Kim et al., 2018) und der Neuroviszerale Integrationstheorie von Thayer und Lane (2000) kann ein Zusammenhang zwischen der HRV und Stress belegt werden. Niedrigere HRV-Werte stehen für eine erhöhte Aktivität des sympathischen Nervensystems, was auf eine höhere Stressbelastung und eine geringere Fähigkeit zur physiologischen und emotionalen Regulation hinweist. Der State-Fragebogen des STAI (Spielberger et al., 1971) erfasst stressrelevante Emotionszustände der Anspannung und Nervosität. Hohe Fragebogenwerte stehen hierbei für ein hohes stressbedingtes Anspannungsniveau. Auf Basis der theoretischen Überlegungen wurden Forschungsfrage 1 abgeleitet.

Forschungsfrage 1: Unterscheidet sich das Stresserleben bei der Nutzung des eigenen Autos mit dem Stresserleben bei der Nutzung des bedarfsorientierten Shuttledienstes?

Folgende Hypothesen werden dabei untersucht:

H_{1a}: Bei der Nutzung eines bedarfsorientierten Shuttledienstes weisen ältere Personen ein höheres physiologisches Stresslevel (HRV) auf als bei der Nutzung des eigenen Autos.

H_{1b}: Bei der Nutzung eines bedarfsorientierten Shuttledienstes weisen ältere Personen eine höhere wahrgenommene Anspannung (STAI) auf als bei der Nutzung des eigenen Autos.

3.2 H2: Vergleich Shuttle bekannte und unbekannt Umgebung

Bisherige Theorien der Altersforschung nehmen an, dass der Einfluss der Umwelt auf das Verhalten und Erleben zunimmt (Umweltanforderungs-Kompetenz-Modell; Lawton & Nahemow, 1973). Alterskorrelierte Reduktionen von Ressourcen führen dazu, dass stärker reaktiv mit Umweltanforderungen interagiert werden muss. Es besteht ein Wunsch nach Kontinuität und Kontrolle der Umwelt (Claßen et al., 2014), weshalb vermehrt vertraute Umgebungen mit bekannten Wegen, Menschen und Abläufen gewählt werden. Neue, unvertraute Situationen, aber auch Situationen die unvorhersehbar und wenig kontrollierbar sind gelten hierbei als stressauslösend (Ehlert et al., 2013). Um auch an diese Vorannahmen anzuknüpfen, soll getestet werden, ob die Einstiegs Umgebung in das bedarfsorientierte Shuttle einen Einfluss auf situative Empfindungen während der Nutzung hat. In einem Feldsetting soll getestet werden, ob sich das Stressniveau bei der Nutzung des Shuttles zwischen bekannten und unbekannt Umgebungen unterscheidet. Dazu wurde Forschungsfrage 2 formuliert. Die

Hypothesenformulierung der unterschiedlichen Stressmaße wurde wie in Abschnitt 3.1 aus der Theorie abgeleitet.

Forschungsfrage 2: Unterscheidet sich das Stresserleben bei der Nutzung des bedarfsorientierten Shuttledienstes zwischen dem Einstieg in gewohnten und ungewohnten Umgebungen?

Folgende Hypothesen werden dabei untersucht:

H_{2a}: Bei der Nutzung eines bedarfsorientierten Shuttledienstes in ungewohnter Umgebung weisen ältere Personen ein höheres physiologisches Stresslevel (HRV) auf als bei der Nutzung in gewohnter Umgebung.

H_{2b}: Bei der Nutzung eines bedarfsorientierten Shuttledienstes in ungewohnter Umgebung weisen ältere Personen eine höhere wahrgenommene Anspannung (STAI) auf als Nutzung in gewohnter Umgebung.

3.3 H3: Zusammenhang Stresserleben und Akzeptanz

Neben dem Stresserleben werden zusätzlich Einstellungen und Verhaltenstendenzen in Bezug auf das bedarfsorientierte Shuttle untersucht. Dazu dient das Technologie-Akzeptanz-Modell (TAM) von Davis (1987) als Rahmenmodell zur Erfassung von Akzeptanz. Je nachdem wie erfolgreich eine Konfrontation mit einem stressauslösenden Reiz bewältigt wird, werden zukünftige Einstellungen und Verhaltensmuster geprägt (Transaktionales Stressmodell; Lazarus & Folkmann, 1984). Vor allem negative Affekte sind dabei eine Informationsquelle für anschließende Bewertungen und Einstellungen, welche durch eine ungünstige, stresshafte Bewertung der Situation entstehen können (Baumeister et al., 2001; Raue et al., 2019). Diese Studie soll einen weiterführenden Einblick in die Akzeptanz von innovativen Mobilitätsdiensten in der älteren Generation liefern, indem der Zusammenhang von Akzeptanz und Stresserleben untersucht wird. Dazu wurde Forschungsfrage 3 formuliert. Die Hypothesen untergliedern sich in die unterschiedlichen Stressmaße (HRV und STAI) wie in den ersten beiden Forschungsfragen. Neben den Stressniveaus der unterschiedlichen Bedingungen (H_{3a} und H_{3c}) wurden zusätzlich Differenzwerte des Stresses und der Akzeptanz gebildet, um die Veränderungen zwischen den Bedingungen abzubilden und zu vergleichen Bedingungen (H_{3b} und H_{3d}).

Forschungsfrage 3: Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Stresserleben und der Akzeptanz des bedarfsorientierten Shuttleendienstes?

Folgende Hypothesen zum physiologisches Stresslevel (HRV) werden dabei untersucht:

H_{3a}: Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem physiologischen Stressniveau (HRV) während der Shuttlefahrt und den Akzeptanz-Werten in der Nachbefragung (TAM). Es wird erwartet, dass höhere HRV-Werte mit einer höheren anschließenden selbstberichteten Akzeptanz zum Shuttleangebot einhergehen.

H_{3b}: Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Veränderung im physiologischen Stressniveau (HRV) zwischen Auto- und Shuttlefahrt und der Veränderung der Akzeptanz-Werte zwischen Vor- und Nachbefragung (TAM). Es wird erwartet, dass eine Abnahme der HRV-Werte dabei mit einer Abnahme der selbstberichteten Akzeptanz einhergeht.

Folgende Hypothesen zur wahrgenommenen Anspannung (STAI) werden dabei untersucht:

H_{3c}: Es besteht ein Zusammenhang zwischen der wahrgenommenen Anspannung (STAI) während der Shuttlefahrt und den Akzeptanz-Werten in der Nachbefragung (TAM). Es wird erwartet, dass eine höhere wahrgenommene Anspannung mit einer niedrigeren anschließenden selbstberichteten Akzeptanz zum Shuttleangebot einhergehen.

H_{3d}: Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Veränderung in der wahrgenommenen Anspannung (STAI) zwischen Auto- und Shuttlefahrt und der Veränderung der Akzeptanz-Werte zwischen Vor- und Nachbefragung (TAM). Es wird erwartet, dass eine Zunahme der wahrgenommenen Anspannung dabei mit einer Abnahme der selbstberichteten Akzeptanz einher geht.

4. Methoden

Im folgenden Kapitel wird das Vorgehen bei der Überprüfung der Forschungsfragen dargestellt. Dazu wird zunächst die Stichprobe beschrieben und anschließend auf die Datenerhebung, -auswertung und -analyse eingegangen.

4.1 Stichprobe

An der Studie nahmen $N = 18$ Personen im Alter zwischen 64 bis 83 Jahren teil ($M = 71.67$ Jahre; $SD = 5.98$ Jahre). Die Stichprobe bestand aus 11 männlichen und 7 weiblichen Teilnehmenden, welche alle als Erwerbsstatus angaben, in Rente zu sein. Die Versuchspersonen kamen aus Neustrelitz, davon lebten 12 im Stadtteil Alt-Strelitz. Ein Großteil der Personen wohnte in einem Zwei-Personen-Haushalt gemeinsam mit ihrem/ihrer Partner*in (14 Zwei-Personen-Haushalt, 4 Ein-Personen-Haushalt). Tabelle 1 stellt die wichtigsten soziodemografischen Daten der Stichprobe dar. Die Teilnehmenden wurden über unterschiedliche Wege zur Teilnahme an der Studie eingeladen, der Ausgangspunkt war dabei das soziale Netz des DLR-Standortes Neustrelitz. Durch aktuelle und ehemalige Mitarbeitende wurde der Kontakt zu lokalen Gemeinschaften aufgebaut (wie bspw. Rentnerclub) und über das Schneeballprinzip weitere Versuchspersonen rekrutiert. Zusätzlich gab es einen Flyer, der über die DLR-Website, Social Media Plattformen und in ausgedruckter Form verbreitet wurde. Eingeschlossen wurden dabei Personen ab 65 Jahren, welche im Raum Neustrelitz lebten und keine größeren Mobilitätseinschränkungen aufwiesen. Es wurden sechs Ehepaare untersucht, sodass in einem Fall eine Ausnahme gemacht wurde und eine Person inkludiert wurde, die erst 64 Jahre alt war. Alle Teilnehmenden wurden im Vorhinein darüber informiert, dass die Untersuchung insgesamt etwa 2-3h dauert. Es erfolgte eine Aufwandsentschädigung von 40€ an jede Versuchsperson.

Tabelle 1. Soziodemografische Daten der Stichprobe

Alter	Geschlecht	Einkommen pro Monat	Personen im Haushalt	Stadtteil	Erwerbsstatus
71	M	3.000€ bis unter 4.000€	2	Strelitz-Alt	In Rente
68	W	3.000€ bis unter 4.000€	2	Strelitz-Alt	In Rente
73	M	/	2	Strelitz-Alt	In Rente
64	W	2.000€ bis unter 3.000€	2	Strelitz-Alt	In Rente
65	M	4.000€ bis unter 5.000€	2	Strelitz-Alt	In Rente
78	M	2.000€ bis unter 3.000€	2	Strelitz-Alt	In Rente
77	W	2.000€ bis unter 3.000€	2	Strelitz-Alt	In Rente
78	M	2.000€ bis unter 3.000€	1	Strelitz-Alt	In Rente
66	M	Unter 1.500€	2	Kiefernheide	In Rente
70	M	1.500€ bis unter 2.000€	1	Strelitz-Alt	In Rente
74	W	1.500€ bis unter 2.000€	1	Innenstadt	In Rente

66	W	3.000€ bis unter 4.000€	2	Zierke	In Rente
67	W	1.500€ bis unter 2.000€	2	Kiefernheide	In Rente
71	M	3.000€ bis unter 4.000€	1	Kiefernheide	In Rente
69	M	3.000€ bis unter 4.000€	2	Strelitz-Alt	In Rente
67	M	1.500€ bis unter 2.000€	2	Zierke	In Rente
83	W	Unter 1.500€	2	Strelitz-Alt	In Rente
83	M	2.000€ bis unter 3.000€	2	Strelitz-Alt	In Rente

Anmerkungen.

4.2 Datenerhebung: Rahmenbedingungen & Studiendesign

Die Datenerhebung fand im Rahmen einer technischen Vorstudie des Projektes KoKoVi des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt statt. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes lag der Fokus auf einer Erhebung von Daten über das Mobilitätsverhalten älterer Erwachsener, die in randstädtischen und ländlichen Gebieten wohnen und dort mobil sind. Dabei ging es vor allem darum, auf technischer Ebene, Bewegungs- und Befragungsdaten mit physiologischen Daten zu kombinieren und daraus Rückschlüsse für die Umsetzung von bedarfsorientierten Shuttleangeboten und virtuellen Haltestellen abzuleiten.

In einem Mixed-Method-Design wurden sowohl qualitative (strukturierte Interviews) als auch quantitative Daten erfasst (Bewegungsdaten, physiologische Daten, Fragebogendaten). Für die Untersuchung der Fragestellung dieser Arbeit liegt der Fokus jedoch auf der Auswertung der quantitativen Daten.

Die Datenerhebung fand im realen, alltäglichen Umfeld der Versuchspersonen statt, in welchem jede*r von ihnen alle drei Bedingungen durchlaufen mussten (Innersubjekt-Design). Variiert wurde hierbei entweder das Fortbewegungsmittel (eigenes Auto / Shuttle) oder der Abfahrtsort (gewohnte Umgebung / ungewohnte Umgebung). Als Baselinemessung wurde eine gewohnte Fahrt mit dem eigenen Auto zum präferierten Supermarkt gewählt. Gemessen wurden während jeder Bedingung das physiologische Stresslevel (HRV) und die wahrgenommene Anspannung (STAI). Zusätzlich wurden vor und nach der Untersuchung qualitative Interviews durchgeführt und die Akzeptanz gegenüber dem Shuttleservice (TAM) erfasst.

Die Studie wurde im September 2023 an acht Tagen durchgeführt. Dies fand mit einem Team aus 3-4 Personen am DLR-Standort Neustrelitz statt. Dabei übernahmen zwei Personen die Befragungen, und ein Mitarbeiter übernahm zu allen Zeitpunkten die Rolle des Shuttle-Fahrers. Ein Versuchsdurchlauf dauerte 2-3 Stunden. Im Mai 2024 fand zusätzlich eine Nachschau mit den Proband*innen und Versuchsleitenden statt, in welcher Studienziele und Ergebnisse vorgestellt und diskutiert wurden.

Aufgrund von Vorgaben aus dem Kontext des Gesamtprojektes KoKoVI und der räumlichen Gegebenheiten wurde als Untersuchungsort der DLR-Standort Neustrelitz

ausgewählt. Die Mittelstadt befindet sich im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern und zeichnet sich durch ländliche Strukturen und große Distanzen zwischen den Funktionsräumen aus. Die Zahl der Einwohner*innen beträgt ca. 21.000 bei einer Dichte von 145 Einwohner*innen pro km². Aufgrund einer ungenügenden öffentlichen Nahverkehrsversorgung sind die Einwohnenden stark auf den Individualverkehr angewiesen.

4.3 Variablen und Versuchsmaterial

Um die zu untersuchten Variablen genauer nachzuvollziehen, werden folgend Operationalisierung und verwendete Erfassungsmethoden genauer beschrieben.

4.3.1 Unabhängige Variablen: Bedingungen

Als unabhängige Variablen wurden das Fortbewegungsmittel und der Abfahrtsort variiert. Die Fortbewegungsmittel zum Zurücklegen der Wege waren entweder das bedarfsorientierte Shuttle oder das eigene Auto. Bereits im Rahmen der Rekrutierung zur Teilnahme fand eine telefonische Vorbefragung mit den Proband*innen statt, um das alltägliche Mobilitätsverhalten der Personen zu erfassen. Dabei waren vor allem die außerhäuslichen Wege zum Einkaufen von Interesse. Aus diesen Informationen wurde die Umsetzung der Bedingungen und somit die jeweiligen Abfahrtsorte abgeleitet. Als gewohnte Umgebung wurde für alle Proband*innen der Start vor ihrer eigenen Haustür gewählt. Von dort aus mussten sie sich in 2-3 Minuten Gehentfernung zu einer virtuellen Haltestelle bewegen. Die ungewohnte Umgebung war eine Region in der Stadt Neustrelitz, welche sich außerhalb der alltäglichen Bewegungsräume der Personen befand. Dort musste erneut eine virtuelle Haltestelle aufgesucht werden, um ins Shuttle einzusteigen. Hierbei ging es vor allem darum, gewohnte Routinen aufzubrechen und eine höhere Orientierungsleistung mithilfe des Smartphones zu fordern. Um Verzerrungen zu vermeiden, wurden alle Strecken mit dem Auto zurückgelegt. Personen deren gewohnte Mobilitätslösung das Fahrrad oder Strecken zu Fuß waren, wurden aus der Analyse ausgeschlossen.

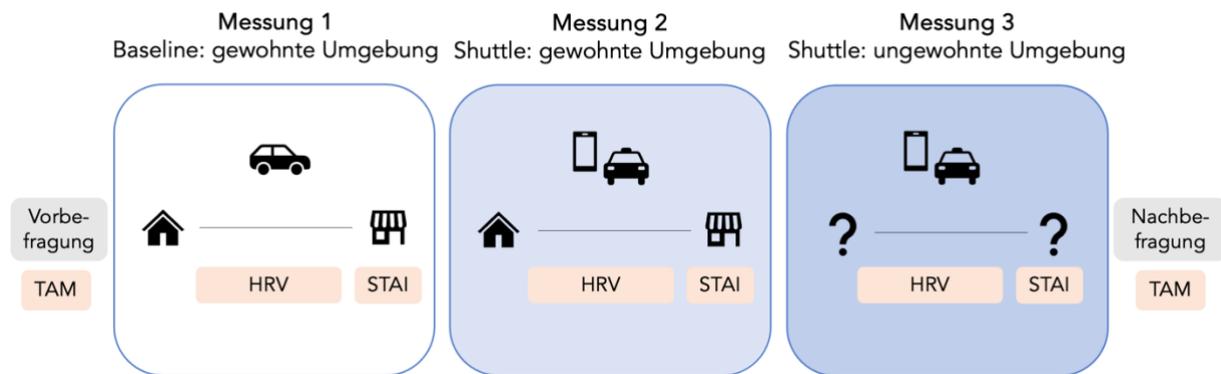
Aus den beschriebenen Variationen der unabhängigen Variablen ergaben sich drei Bedingungen, die alle Versuchspersonen durchliefen:

1. Die erste Bedingung galt als Baseline-Messung und erfasste eine Stressreaktion bei der Fahrt mit dem eigenen Auto zum favorisierten Supermarkt.
2. In der zweiten Bedingung wurde die gleiche Strecke der Baseline nun als Mitfahrer*in im Shuttleangebot zurückgelegt. Dazu musste zunächst eine Orientierung zur virtuellen Haltestelle stattfinden.

- Die dritte Bedingung startete nicht von zuhause aus. In einer ungewohnten Umgebung musste die virtuelle Haltestelle gefunden werden, von welcher aus die Shuttle-Fahrt begann und im DLR-Standort endete.

Die Bedingungen wurden in Abbildung 2 dargestellt. Aus praktischen Gründen und um den Aufwand der Feldstudie zu reduzieren, wurde keine Randomisierung vorgenommen.

Abbildung 2. Schematische Darstellung der Versuchsbedingungen



4.3.2 Abhängige Variable: Physiologisches Stresslevel (HRV)

Die Herzratenvariabilität (HRV) wurde als abhängige Variable mithilfe von Wearables am Handgelenk gemessen. Dazu wurde eine Smartwatch vom Anbieter „Garmin“ genutzt, welche kardiologische Daten kontinuierlich über die Dauer des Versuchs aufzeichnete (Garmin International, 2018). Mithilfe eines optischen Herzfrequenzsensor wurden die gemessenen Daten in Echtzeit verarbeitet und abgespeichert. Durch einen Forschungszugang zur „Fitrockr“ App konnte auf die Rohdaten von Garmin zugegriffen werden (Digital Rebels GmbH, 2005). Es lag dabei der Fokus auf der Analyse der RR-Intervalle, welche anschließend über den Computer zu den HRV-Daten umgerechnet wurden.

Vor Beginn jeder Datenerfassung wurde die Smartwatch gemeinsam mit der Versuchsleitung angelegt und eine Einweisung über den optimalen Sitz der Uhr gegeben. Anschließend fand eine Kalibrierung an der individuellen Versuchsperson statt und eine Kontrolle auf Funktionalität.

4.3.3 Abhängige Variable: Wahrgenommene Anspannung (STAI)

Um eine stressbedingte emotionale Reaktion auf die unterschiedlichen Bedingungen zu erfassen, wurde der State-Trait-Anxiety Inventory (STAI) von Spielberger et al. (1971) genutzt. Das STAI ist ein Selbstbeurteilungsinstrument zur Erfassung von Angstsymptomen bestehend

aus zwei Subskalen. Die Trait-Ängstlichkeit erfasst die allgemeine Angsttendenz als eine stabile Persönlichkeitseigenschaft der Personen. Über die State-Angst wird das momentane, situative Auftreten von Angstsymptomen wie bspw. Anspannung, Besorgtheit, Nervosität, innere Unruhe und Furcht vor zukünftigen Ereignissen gemessen (Grimm, 2009). Der Fragebogen kann deshalb genutzt werden, um Erregungszustände über die Zeit darzustellen und zu vergleichen.

In jeder der drei Bedingung nach Abschluss der Fahrt wurden die Teilnehmenden gebeten, den State-Fragebogen über den aktuellen emotionalen Zustand auszufüllen. Dafür wurde eine deutsche Übersetzung in Kurzversion des Fragebogens genutzt, welche aus 10 Items bestand und in Abbildung 3 zu sehen ist (Grimm, 2009). Das Antwortformat entsprach einer vierstufigen Likert-Skala, die Zustimmungswerte von 0 („überhaupt nicht“) bis 3 („sehr“) zur Auswahl hatte. Die Versuchspersonen erhielten eine ausgedruckte Form des Fragebogens, welche im entsprechenden Fortbewegungsmittel mitgeführt wurde. Die Erfassung der Antworten fand telefonisch durch die Versuchsleitung statt, welche die einzelnen Items vorlas und die Antworten in digitaler Form in SoSci-Survey eintrug. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um Ausfälle von Daten zu vermeiden, welche durch das eigenständige Ausfüllen der Fragebögen im Feld hätten entstehen können. Hinzu kommen berichtete Schwierigkeiten der älteren Stichprobe mit modernen Technologien wie Smartphones und Tablets, die bei einer unsicheren Nutzung Datenausfälle verursachen und zusätzlich stressauslösend wirken können. Die Proband*innen wurden aufgefordert, wahrheitsgemäß zu antworten und darauf hingewiesen, dass dabei kein „richtig“ oder „falsch“ existiert.

Abbildung 3. STAI – Kurzform State Fragebogen

Wie sehr treffen die folgenden Gefühlsbeschreibungen im Moment auf Sie zu? Kreuzen Sie bitte die von Ihnen gewählte Antwort an. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten. Überlegen Sie nicht lange, sondern entscheiden Sie spontan, wie stark die im Folgenden angegebenen Gefühle im Moment bei Ihnen vorhanden sind.

	überhaupt nicht 0	ein wenig 1	ziemlich 2	sehr 3
1. Ich bin ruhig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Ich fühle mich angespannt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Ich bin aufgeregt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Ich fühle mich ausgeruht	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Ich bin beunruhigt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Ich fühle mich selbstsicher	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Ich bin nervös	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Ich bin verkrampft	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Ich bin besorgt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Ich bin vergnügt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Das STAI wurde auf Gütekriterien geprüft und kann als ein verlässliches Instrument beurteilt werden (Laux et al., 1981). Für die Stichprobe von über 60-Jährigen konnte ein Chronbachs Alpha von $\alpha = .92$ gefunden werden, was für eine hohe Reliabilität spricht. Hierbei fallen die Retest-Reliabilitäten der Trait-Skalen ($r = .77$ bis $r = .90$) folglich höher aus als die der State-Skalen ($r = .22$ bis $r = .53$). Eine gute Testgültigkeit konnte u.a. durch die Korrelationen mit anderen Angstskalen nachgewiesen werden. Die Korrelationen mit der Manifesten Angstskala (MAS) von Lück und Timaeus (1969) lagen für Trait-Angst zwischen $r = .73$ bis $r = .90$ und für State-Angst zwischen $r = .52$ bis $r = .56$.

Die interne Konsistenz für die vorliegende Stichprobe beträgt für den ersten Messzeitpunkt einen Wert von $\alpha = .81$, für den zweiten $\alpha = .82$ und im dritten $\alpha = .90$. Die Retest-Reliabilität liegt für die drei Bedingungen zwischen $r = .72$ bis $.78$. Die Reliabilitäten für die vorliegende Stichprobe können damit als ausreichend hoch beurteilt werden.

4.3.4 Abhängige Variable: Akzeptanz (TAM)

Zur Erfassung der Akzeptanz des bedarfsorientierten Mobilitätsangebots wird das Technology-Acceptance-Model (TAM) von Davis (1987) hinzugezogen. Das Modell wurde für die Erfassung der Akzeptanz von technischen Systemen entwickelt und von Venkatesh und Kolleg*innen (2000, 2008) zu einem entsprechenden Fragebogen weiterentwickelt. Im Laufe der Jahre konnten die Grundsätze dieses Modells auf verschiedene Anwendungsgebiete übertragen werden. Da noch keine deutsche Übersetzung des Fragebogens validiert wurde, orientiert sich die Arbeit an zwei deutschen Übersetzungen aus wissenschaftlichen Arbeiten von Olbrecht (2010) und Mlekus et al. (2020). Die interessierenden Merkmale, welche durch den Fragebogen erfasst wurden, sind hierbei Benutzerfreundlichkeit, Nützlichkeit und Verhaltensabsicht. Zudem wurde der Wortlaut auf den Kontext des Mobilitätsangebots angepasst (siehe Tabelle 2). Eine detaillierte Ausführung der Ableitung der Fragebogen-Items lässt sich im Anhang A finden.

Tabelle 2. Akzeptanz-Items nach TAM

Items
Nützlichkeit
Die Nutzung des Angebots würde meine alltägliche Mobilität verbessern.
Die Nutzung des Angebots würde die Effektivität meiner Mobilität steigern d.h. ich erreiche meine Ziele schneller/besser.
Ich empfinde das Angebot als nützlich für meine Mobilität.

Verhaltensabsicht

Angenommen ich habe Zugang zum Angebot, dann beabsichtige ich es zu nutzen.
Wenn ich Zugang zum Angebot hätte, sage ich voraus, dass ich es nutzen würde.

Benutzerfreundlichkeit

Der Umgang mit dem Angebot ist klar und verständlich.
Der Umgang mit dem Angebot würde von mir keine große geistige Anstrengung erfordern.
Ich empfinde das Angebot als einfach zu nutzen.

Anmerkungen.

Der daraus entstandene Akzeptanz-Fragebogen wurde vor und nach der Untersuchungsdurchführung jeweils einmal durchgeführt, um zu beobachten, ob eine Veränderung nach der Nutzung des bedarfsorientierten Shuttles beobachtbar war. Das Antwortformat entsprach einer fünfstufigen Likert-Skala, mit Ankerwerten bei 0 („stimme gar nicht zu“) und 4 („stimme voll und ganz zu“). Die Antworten wurden mündlich gegeben und durch die Versuchsleitung über ein Tablet in SoSci-Survey eingetragen. Dabei erhielten die Versuchspersonen eine ausgedruckte Form des Fragebogens zum Mitlesen (siehe Abbildung 4).

Abbildung 4. TAM-Fragebogen

Im Folgenden werden Ihnen Aussagen zum Angebot der Virtuellen Haltestellen (VH) präsentiert. Bitte kreuzen Sie an, was Sie für sich am zutreffendsten empfinden.

Inwieweit treffen folgende Aussagen auf Sie zu?

	stimme gar nicht zu					stimme voll und ganz zu
	0	1	2	3	4	
Ich empfinde das Angebot als nützlich für meine Mobilität.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Der Umgang mit dem Angebot ist klar und verständlich.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Ich empfinde das Angebot als einfach zu nutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Die Nutzung des Angebots würde die Effektivität meiner Mobilität steigern d.h. ich erreiche meine Ziele schneller/besser.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Wenn ich Zugang zum Angebot hätte, sage ich voraus, dass ich es nutzen würde.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Der Umgang mit dem Angebot würde von mir keine große geistige Anstrengung erfordern.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Angenommen ich habe Zugang zum Angebot, dann beabsichtige ich es zu nutzen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
Die Nutzung des Angebots würde meine alltägliche Mobilität verbessern.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Für diesen Fragebogen wurden im Vorfeld die Gütekriterien geprüft. Die Reliabilität in vorherigen Studien betrug nach Chronbachs Alpha $\alpha = .71$ bis $.98$ (Mlekus et al., 2020) / $\alpha = .85$ bis $.90$ (Olbrecht, 2010). Nach Anwendung auf den Mobilitätskontext ergaben die Ergebnisse unserer Untersuchung eine interne Konsistenz von $\alpha = .80$ für die Vorbefragung und $\alpha = .85$

für die Nachbefragung und können damit als ausreichend hoch beurteilt werden. Die Retest-Reliabilität zwischen den zwei Messzeitpunkten beträgt $r = .91$ und weist somit auf nur geringe Schwankungen hin.

Zusätzlich wurden die Zusammenhänge zwischen den Facetten „wahrgenommene Nützlichkeit“, „wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit“ und „Verhaltensabsicht“ untersucht. Tabelle 3 zeigt die Korrelationsmatrix der einzelnen Facetten des Fragebogens. Hierbei wurden signifikante Zusammenhänge zwischen der Nützlichkeit und Verhaltensabsicht festgestellt (Vorbefragung $r = 0.772$ & Nachbefragung $r = 0.825$). Die Benutzerfreundlichkeit scheint in der Stichprobe keine signifikanten Zusammenhänge mit den restlichen Facetten aufzuweisen und somit eine höhere Unabhängigkeit der Antworten aufzuweisen.

Tabelle 3. Korrelationsmatrix der Facetten des TAM

Variable		TAM1 N	TAM1 V	TAM1 B	TAM2 N	TAM2 V	TAM2 B
TAM1 N	Pearsons r						
	p-Wert						
TAM1 V	Pearsons r	0.825***					
	p-Wert	< .001					
TAM1 B	Pearsons r	0.172	0.210				
	p-Wert	0.495	0.404				
TAM2 N	Pearsons r	0.911***	0.772***	0.259			
	p-Wert	< .001	< .001	0.299			
TAM2 V	Pearsons r	0.879***	0.852***	0.309	0.918***		
	p-Wert	< .001	< .001	0.212	< .001		
TAM2 B	Pearsons r	-0.115	-0.021	0.709***	-0.059	-0.014	
	p-Wert	0.649	0.933	< .001	0.817	0.958	

Anmerkungen. N = Nützlichkeit. V = Verhaltensabsicht. B = Benutzerfreundlichkeit

4.3.5 Sonstige erhobene Daten

Da die Untersuchung im Rahmen eines umfassenden Forschungsprojektes mit weiteren Fragestellungen stattfand, wurden neben den ausführlich erläuterten Variablen noch weitere Daten erfasst. Dazu gehören Fragebögen zu soziodemografischen Daten, Verkehrsmittelwahl und Smartphonennutzung, qualitative Interviews zur alltäglichen Mobilität, Empfindungen während der Shuttlenutzung, Einstellungen zum Angebot und zur Verkehrspolitik sowie Fragen zu Copingmechanismen. Darüber hinaus wurden während des gesamten Versuchs die Bewegungsdaten der Versuchspersonen über GPS erfasst. Dies fand über die DLR-Anwendung

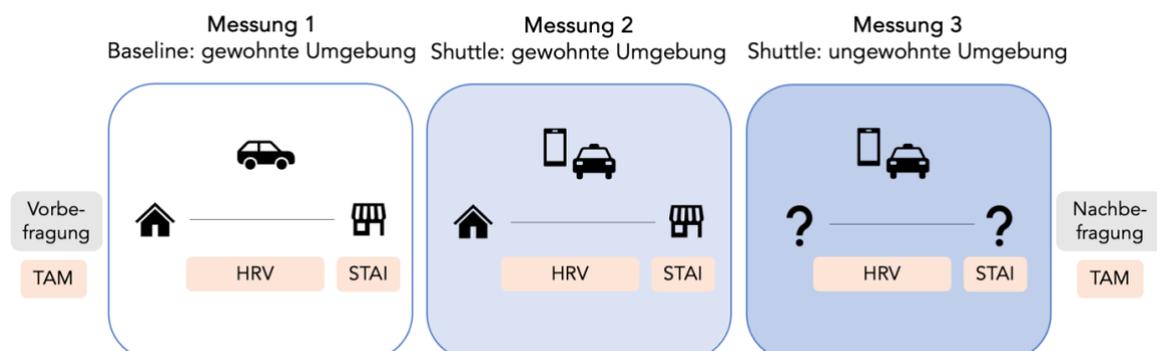
MovingLab statt (DLR German Aerospace Center e.V., 2024). Für die Beantwortung der Fragestellung dieser Arbeit sind die zusätzlich erhobenen Daten größtenteils nicht relevant, erlauben aber bspw. räumliche Analysen der Daten im Gesamtkontext des Projektes. Die Bewegungsdaten, aus denen ein Algorithmus die genutzten Verkehrsmittel ableitet, dienen aber vor all allem dazu, die physiologischen Daten dem entsprechenden Fortbewegungsmodus (bspw. Auto) zuzuordnen.

4.4 Versuchsablauf

Die Feldstudie fand im September 2023 in Neustrelitz statt. Die erste Kontaktaufnahme erfolgte einige Wochen vorher telefonisch mit dem DLR und beinhaltete die Klärung der Rahmenbedingungen, Abfrage der Ein- und Ausschlusskriterien, die Terminvereinbarung und eine Vorbefragung zum alltägliche Mobilitätsverhalten. Durch die Abfrage des Wohnortes, der Einkaufsgewohnheiten und präferierter Supermärkte wurden anschließend die virtuellen Haltestellen und Routen der Untersuchung geplant.

In Vorbereitung zum Versuch wurden alle Proband*innen einen Tag vor ihrem Versuchstermin angerufen und erhielten eine Terminerinnerung. Um eine hohe Objektivität sicherzustellen und Fehler in den Abläufen zu minimieren, wurde im Vorhinein ein detaillierter Versuchsleitfaden für die Versuchsleitenden und den Shuttle-Fahrer erstellt, welcher die genauen Instruktionen, Schritte und Abläufe mit Zeitprotokoll und den qualitativen Interviewfragen enthielt. Für jede Versuchsperson waren drei Stunden eingeplant, die je nach Verständnis und Vorerfahrungen unterschiedlich ausgeschöpft wurden. Die Einführung und Vor-/Nachbefragungen dauerten insgesamt ca. 1-2 Stunden. Die Aktivitäten im Feld nahmen etwa eine Stunde in Anspruch. Für jede Person wurde während des Versuchs ein individuelles Zeitprotokoll erstellt. Eine schematische Darstellung des Versuchsablauf lässt sich der Abbildung 5 entnehmen.

Abbildung 5. Schematischer Versuchsaufbau



Die Untersuchung begann bei den Teilnehmenden zuhause. Dort fand die Begrüßung und Einleitung durch 1-2 Mitarbeitende des DLR statt. Dazu wurde erläutert, was bedarfsorientierte Shuttledienste und virtuellen Haltestelle sind und welches Ziel die heutige Untersuchung verfolgt. Außerdem wurden die Rahmenbedingungen und der Ablauf der Studie nochmal ausführlich erklärt. Zur Verdeutlichung der Sachverhalte wurden jeweils Handouts zum Studienablauf, einer Darstellung der virtuellen Haltestellen (siehe Abbildung 6) sowie zur Smartphonennutzung ausgehändigt. Zusätzlich gab es eine ausführliche Technik-Einführung, bei welcher der Umgang mit dem zur Verfügung gestellten Smartphone vorgestellt und getestet wurde. Die Versuchspersonen sollten in der Lage sein, das Smartphone zu entsperren, Anrufe anzunehmen, den Kontakt der Versuchsleitung anzurufen und Standorte in der Anwendung Google Maps zu öffnen und dorthin zu navigieren. Die Technik-Einführung diente dazu, dass die Proband*innen in der Lage waren, die technischen und räumlichen Anforderungen der Versuchsdurchführung bewältigen zu können. Zusätzlich wurde den Versuchspersonen ein Handout mit den wichtigsten Anweisungen zur Smartphone-Nutzung mitgegeben. Die Einleitung endete mit der Unterzeichnung der Einwilligungs- und Datenschutzerklärung.

Abbildung 6. Visualisierung virtuelle Haltestelle



Anmerkung. Quelle: Hesse (2023)

Im nächsten Schritt erfolgte der erste qualitative Interview-Komplex zu Themen des alltäglichen Mobilitätsverhalten und Bewertung der eignen Mobilität. Dabei wurde vor allem auf den Wegezweck von Einkaufswegen eingegangen. Anschließend wurde die Voreinstellung zum erprobten Shuttledienst durch den Akzeptanzfragebogen (TAM) erfasst und ein Fragebogen zur Soziodemografie, Verkehrsmittelwahl und Smartphonennutzung ausgefüllt

(siehe Anhang B). Alle Fragebögen wurden entweder durch die Versuchsperson oder die Versuchsleitung am Tablet ausgefüllt und waren somit unmittelbar bei SoSci-Survey gespeichert. Die qualitativen Interviews der Vor- und Nachbefragung wurden mithilfe eines Diktiergeräts aufgezeichnet.

Nach Abschluss der Vorbefragung begann die Durchführung der ersten Bedingung. In dieser wurden die Proband*innen aufgefordert, mit ihrem eigenen Auto einen Einkaufsweg zu ihrem präferierten Supermarkt zu simulieren, als würden sie einen Einkauf durchführen. Dazu wurde ihnen die Smartwatch angelegt, die kontinuierlich ihre physiologischen Daten aufzeichnete, und sie sollten das zur Verfügung gestellte Smartphone mit sich führen, welches ihre Bewegungsdaten nachverfolgte. Wenn die Versuchsperson am Parkplatz des Supermarktes ankam, sollte sie die Versuchsleitung anrufen, um den ersten STAI-Fragebogen zu beantworten. Als die Proband*innen wieder zuhause ankamen, wurde nach Besonderheiten während der Fahrt gefragt, welche als Störfaktoren beachtet werden müssten.

Die nächste Bedingung startete mit dem Versenden einer SMS an das VP-Telefon. Diese beinhaltete den Standort der virtuellen Haltestelle sowie die Information, in wie vielen Minuten das Shuttle dort eintreffen wird mit folgendem Wortlaut:

„Guten Tag Frau/Herr X, das Shuttle wird in 4 Minuten am Abfahrtsort für Sie bereitstehen. Öffnen Sie den folgenden Google Maps Link auf Ihrem Smartphone, um zur Virtuellen Haltestelle zu navigieren.“

Dieselbe SMS erhielt der Fahrer, damit er zum genannten Zeitpunkt am Standort der virtuellen Haltestelle eintreffen konnte. Nach Einstieg in das Shuttle wurde die gleiche Strecke wie in Bedingung eins zum präferierten Supermarkt zurückgelegt, um einen Einkaufsweg als simulierten Wegezweck nachzuempfinden. Nach Eintreffen am Parkplatz des Supermarktes wurde erneut der STAI-Fragebogen telefonisch durchgeführt, um die momentane Anspannung zu erfassen. Anschließend wurde eine Transferfahrt in ein anderes Viertel von Neustrelitz durchgeführt.

Angekommen in der ungewohnten Umgebung verließen die Versuchspersonen das Fahrzeug und bekamen erneut eine SMS mit der neuen virtuellen Haltestelle und der Aufforderung, diese aufzusuchen. Diese mussten sie mit Hilfe von Google Maps finden. Bei Ankunft an der Haltestelle wurden sie vom Shuttle aufgenommen und zum DLR-Standort Neustrelitz gefahren, wo die Nachbefragungen stattfanden. Der Fahrer wurde von der Versuchsleitung angewiesen, während der gesamten Fahrt möglichst neutral zu bleiben, durfte aber Smalltalk führen, um das Shuttleerlebnis möglichst realistisch zu gestalten. Zusätzlich

dokumentierte er Auffälligkeiten und Kontexteinflüsse während der Fahrt, die ebenfalls in die zeitliche und inhaltliche Protokollierung der Versuchsdurchführung Eintrag fanden.

Bei Ankunft im DLR wurden die Personen von der Versuchsleitung begrüßt und in einen Befragungsraum gebracht, wo Ihnen die Smartwatch und das Smartphone abgenommen wurden. Es wurde ein weiterer STAI-Fragebogen zur letzten Fahrt ausgefüllt und anschließend der zweite Akzeptanz-Fragebogen (TAM) erfasst. Anschließend wurde zum qualitativen Interview übergeleitet, in welchem ausführlicher nach Empfindungen bei der Nutzung, Copingverhalten, Verhaltensabsicht, Einstellungen zum Shuttle und zur Verkehrspolitik gefragt wurde. Zum Schluss wurden noch offene Fragen geklärt und ggf. Kontaktdaten ausgetauscht, falls die Versuchspersonen über die Ergebnisse der Untersuchung informiert werden wollten. Abschließend wurde den Proband*innen eine Danksagung ausgesprochen und die Vergütung von 40€ ausgezahlt. Den Erhalt der Aufwandsentschädigung mussten sie schriftliche bestätigen. Der Fahrer fuhr sie anschließend nach Hause, währenddessen die Versuchsleitung die erhobenen Daten sicherte und das Versuchsprotokoll vervollständigte.

4.5 Datenanalyse

In die Datenanalyse gingen 18 Datensätze ein. Bei der Überprüfung auf Vollständigkeit wurden dabei alle 18 Datensätze für die Untersuchung der wahrgenommenen Anspannung (STAI) und Akzeptanz (TAM) einbezogen. Durch unvollständige Datensätze der physiologischen Daten konnten nur 14 Datensätze für die Analyse des physiologischen Stresslevels (HRV) einbezogen werden. Die Datenaufbereitung und -bereinigung fand mithilfe von Excel statt. Die Auswertung der Daten wurde mithilfe von R Statistics und JASP durchgeführt.

4.5.1 *Physiologisches Stresslevel (HRV)*

Um die kardiologischen Daten der Smartwatch analysieren zu können, musste zunächst eine Transformation der RR-Intervalle in die Root Mean Square of Successive Differences (RMSSD) erfolgen. Dafür mussten die Daten bereinigt werden, indem die zu interessierende Zeiträume ermittelt wurden. Untersuchungsgrundlage waren die Zeiträume, welche die Versuchspersonen sitzend im Auto verbrachten, um Verzerrungen durch körperliche Aktivität zu verringern. Durch die MovingLab-App konnten die Daten größtenteils dem Fortbewegungsmodus zugeordnet werden. Unklare Datensätze wurden manuell mittels Zeitprotokoll und GPS-Daten in die entsprechenden Bedingungen eingeordnet. Die anschließende Datentransformation fand mithilfe von Python und R Statistics statt. Dabei

wurde in die RMSSD-Werte umgerechnet, indem die Quadratwurzel des Mittelwerts über alle Quadrate der Differenzen aufeinanderfolgender RR-Intervalle berechnet wurde. Das fand mithilfe eines gleitenden Zeitfenster von 30 Sekunden statt, sodass für jede Position des Fensters die Daten der vorangegangenen 30 Sekunden betrachtet werden konnten. Das Fenster wurde für jeden Datenpunkt kontinuierlich um eine Sekunde verschoben, um eine fortlaufende Berechnung der RMSSD-Werte zu ermöglichen und somit eine zeitliche Dynamik der HRV sichtbar zu machen. Aus den transformierten Daten wurden nun Mittelwerte für die einzelnen Bedingungen gebildet, um statistische Analysen anzuschließen. Niedrigere Werte des RMSSD sind hierbei ein Indikator für Stress.

Das Stresserleben zwischen den Bedingungen wurde gemäß der formulierten Forschungsfragen verglichen, indem ein Mittelwertsvergleich für abhängige Stichproben durchgeführt wurde. Dieser bedurfte vorher einer Prüfung der Voraussetzungen, um sicherzustellen, dass die Bedingungen für die Umsetzung eines T-Tests erfüllt sind. Hierbei sind die Annahmen der Normalverteilung, Varianzhomogenität und Sphärizität bedeutsam. Da die erfasste Variable keine Normalverteilung aufwies (Shapiro-Wilk-Test), konnte kein T-Test gerechnet werden und stattdessen wurde auf einen non-parametrischer Test zurückgegriffen. Unter der Annahme des Signifikanzniveau von 5% wurde ein Wilcoxon-Test durchgeführt.

4.5.2 Wahrgenommene Anspannung (STAI)

Für die Auswertung der Fragebogendaten wurde zunächst der erhobene Datensatz aus SoSci-Survey heruntergeladen und aufbereitet. Dazu mussten negativ gepolte Items umgepolzt und anschließend Summenwerte der Skalen für die einzelnen Bedingungen gebildet werden. Höhere Werte deuten auf eine höhere Ausprägung der Variable hin. Um das Stresserleben während der Bedingungen zu vergleichen, führte man eine statistische Analyse der Daten durch. Zur Beantwortung der Forschungsfrage, ob die wahrgenommene Anspannung (STAI) in den Bedingungen verschieden ist, wurde ein Mittelwertsvergleich für abhängige Stichproben durchgeführt. Dafür mussten zunächst die Voraussetzungen überprüft werden. Nicht für alle Variablen war die Normalverteilung gegeben. In diesem Falle wurden Wilcoxon-Tests unter der Annahme des Signifikanzniveaus von 5% gerechnet.

4.5.3 Akzeptanz (TAM)

Die Akzeptanz gegenüber dem bedarfsorientierten Shuttleangebot wurde in der Vor- und Nachbefragung mittels Fragebogen erfasst. Die Daten wurden aus SoSci-Survey heruntergeladen und anschließend aufbereitet. Hierfür mussten Summenwerte der Skalen für

die einzelnen Bedingungen gebildet werden. Höhere Werte deuten auf eine höhere Ausprägung der Akzeptanz hin. Außerdem wurden noch Differenzwerte gebildet, um die Veränderungen zwischen den Bedingungen abzubilden. Hierbei wurden die Veränderung zwischen eigenem Auto und Shuttle in bekannter Umgebung, sowie die Differenzen zwischen dem eigenen Auto und Shuttle in unbekannter Umgebung gebildet. Diese wurde in Beziehung gesetzt zur Veränderung der Akzeptanz zwischen Vor- und Nachbefragung. Zur Überprüfung der Hypothesen wurde als statistische Analyse eine Korrelationsanalyse durchgeführt. Aufgrund der Intervallskalierung der Variablen wurde hierbei die Pearson-Korrelation gewählt. Bei Nachweis signifikanter linearer Beziehungen sollte die Berechnung linearer Regressionsanalysen folgen, um Zusammenhänge genauer beschreiben zu können. Diese waren jedoch nicht gegeben, sodass eine zuverlässige Schätzung der Regressionskoeffizienten nicht möglich war.

5. Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der statistischen Analysen dargestellt. Diese werden anhand der untersuchten Hypothesen in geordneter Reihenfolge berichtet. Für einen tieferen Einblick in die Daten, welcher über das hypothesengeleitete Verfahren hinaus geht, werden zum Ende des Kapitels noch explorative Datenanalysen vorgestellt.

5.1 Variablenübersicht

Zur allgemeinen Übersicht zeigt Tabelle 4 eine deskriptive Darstellung der erfassten Variablen. Bei den physiologischen Daten lassen sich hierbei einige Ausfälle verzeichnen. Die Fragebogendaten hingegen konnten vollständig erhoben und ausgewertet werden. Bei diesen lassen sich jedoch nur geringe Schwankungen zwischen den Bedingungen verzeichnen. Bei dem State-Fragebogen des STAI konnte die wahrgenommene Anspannung in Werten von mindestens 1 bis maximal 4 eingeschätzt werden. Ein durchschnittlicher Summenwert von 1,5 weist somit eher auf ein geringes Level an wahrgenommener Anspannung hin, welches durch die Proband*innen berichtet wurde. Die Akzeptanzwerte der Vor- und Nachbefragung durch das Technology-Acceptance-Model (TAM) weisen auch nur sehr geringe Unterschiede auf. Bei einer Skala von 1 bis 5 beträgt die durchschnittliche Akzeptanz gegenüber dem bedarfsorientierten Shuttleangebot einen Wert von ca. 3,7 - sowohl in der Vor- als auch in der Nachbefragung. Dies spricht vorerst für eine gute Akzeptanz des Angebotes zu beiden Zeitpunkten. Beim Betrachten weiterer deskriptiver Maße zeigen sich jedoch in der Nachbefragung eine höhere Varianz und etwas niedrigere Werte in den Antworten im Vergleich zur Vorbefragung.

Tabelle 4. Darstellung der erfassten Variablen

Variable	<i>N</i>	Fehlend	<i>M</i>	<i>SD</i>	Median	Min.	Max.
HRV 1	12	6	35.69	12.99	33.66	14.92	61.18
HRV 2	14	4	41.76	18.47	39.88	18.16	80.82
HRV 3	11	7	40.70	15.88	42.11	16.71	59.74
STAI 1	18	0	1.5	0.32	1.4	1	2.2
STAI 2	18	0	1.51	0.43	1.35	1	2.5
STAI 3	18	0	1.56	0.46	1.45	1	2.5
TAM 1	18	0	3.79	0.68	3.75	2.75	5
TAM 2	18	0	3.74	0.76	3.5	2.62	5

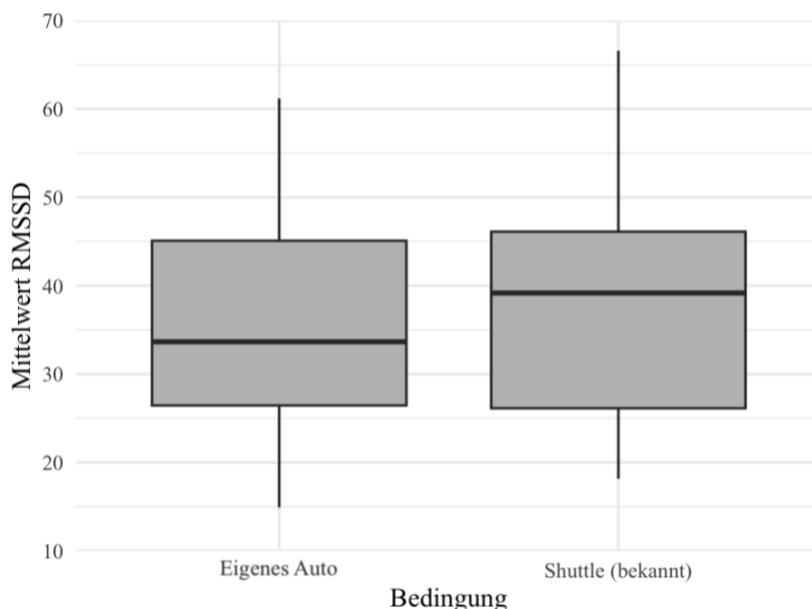
Anmerkungen. *M* = Mittelwert. *SD* = Standardabweichung

5.2 H1: Vergleich eigenes Auto und bedarfsorientiertes Shuttle

Forschungsfrage 1: Unterscheidet sich das Stresserleben bei der Nutzung des eigenen Autos mit dem Stresserleben bei der Nutzung des bedarfsorientierten Shuttledienstes? Dazu **H_{1a}**: Bei der Nutzung eines bedarfsorientierten Shuttledienstes weisen ältere Personen ein höheres physiologisches Stresslevel (HRV) auf als bei der Nutzung des eigenen Autos.

Zur Hypothesenüberprüfung wurde das Testverfahren eines Mittelwertvergleichs gewählt. Die Überprüfung der Voraussetzungen zeigten eine Verletzung der Normalverteilung, weshalb ein Wilcoxon-Test mit einem Signifikanzniveau von 5% gerechnet wurde. Entgegen der angenommenen Hypothese, dass im eigenen Auto ein geringeres physiologisches Stresslevel und somit ein höherer RMSSD-Wert beobachtet werden als bei der Nutzung des Shuttles, lassen sich gegensätzliche Befunde beobachten. Der Wilcoxon-Test zeigt einen signifikant niedrigeren RMSSD-Wert bei der Nutzung des eigenen Autos im Vergleich zum Shuttle ($z = -2.510$, $p = .009^*$, $n = 12$, $r = -0.784$). Dies deutet darauf hin, dass die Fahrt im eigenen Auto bei gleicher Strecke mit einem höheren physiologischen Stressniveau einhergeht als die Fahrt im bedarfsorientierten Shuttle. Die Unterschiede zwischen den Bedingungen werden mithilfe von Boxplots in Abbildung 7 grafisch dargestellt. Nach Cohen (1988) entspricht die gefundene Effektstärke von $r = -0.784$ einer hohen Korrelation.

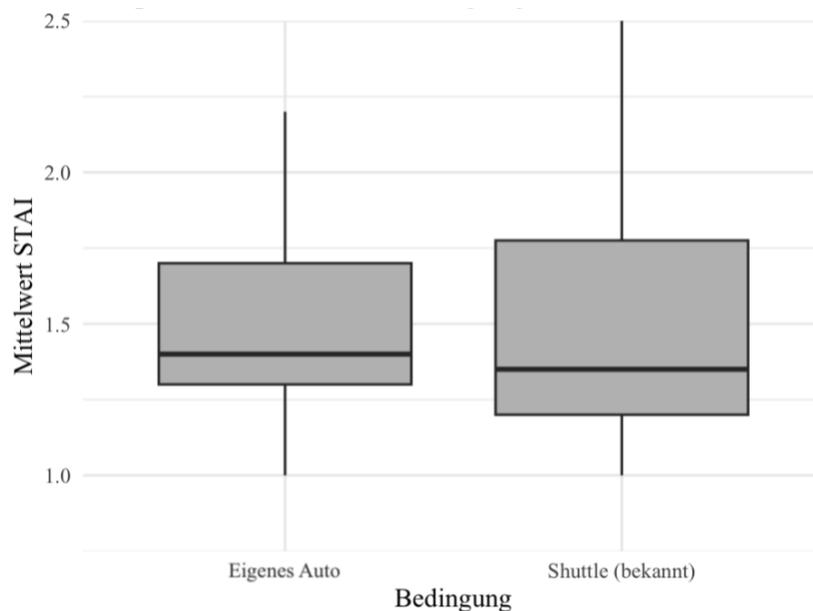
Abbildung 7. Boxplot der HRV nach Bedingungen (Hypothese 1)



Zu **H_{1b}**: Bei der Nutzung eines bedarfsorientierten Shuttledienstes weisen ältere Personen eine höhere wahrgenommene Anspannung (STAI) auf als bei der Nutzung des eigenen Autos.

Bei der Überprüfung der Voraussetzungen für den Mittelwertsvergleich ergab sich eine Verletzung der Normalverteilung, weshalb ein Wilcoxon-Test mit einem Signifikanzniveau von 5% gerechnet wurde. Entgegen der aufgestellten Hypothese konnte kein signifikanter Unterschied der wahrgenommenen Anspannung zwischen der Nutzung des eigenen Autos und dem Shuttle gefunden werden ($z = 0.118, p = .937, n = 18, r = -.038$). Die Nullhypothese konnte nicht abgelehnt werden. Somit berichten die Proband*innen nach dem State-Fragebogen des STAI keinen Unterschied im Anspannungsniveau zwischen ihrem eigenen Auto und dem Shuttledienst. Dies lässt sich durch Abbildung 8 grafisch verdeutlichen.

Abbildung 8. Boxplot des STAI nach Bedingungen (Hypothese 1)



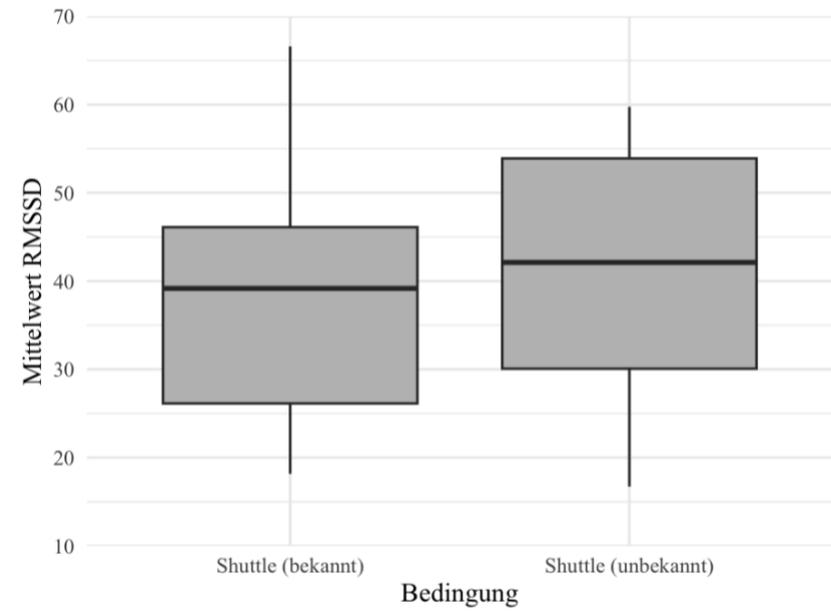
5.3 H2: Vergleich Shuttle bekannte und unbekannte Umgebung

Forschungsfrage 2: Unterscheidet sich das Stresserleben bei der Nutzung des bedarfsorientierten Shuttledienstes zwischen dem Einstieg in gewohnten und ungewohnten Umgebungen? Dazu **H_{2a}**: Bei der Nutzung eines bedarfsorientierten Shuttledienstes in ungewohnter Umgebung weisen ältere Personen ein höheres physiologisches Stresslevel (HRV) auf als bei der Nutzung in gewohnter Umgebung.

Um diese Hypothese zu testen, wurde ein Vergleich der Mittelwerte durchgeführt. Die Überprüfung der Voraussetzungen zeigten eine Verletzung der Normalverteilung, weshalb ein Wilcoxon-Test mit einem Signifikanzniveau von 5% gewählt wurde. Anders als in der Hypothese angenommen, ließ sich kein höheres Stressniveau in ungewohnter Umgebung im Vergleich zu gewohnter Umgebung nachweisen. Der Wilcoxon-Test zeigt keine signifikanten

Unterschiede zwischen den RMSSD-Werten ($z = 1,156$, $p = .278$, $n = 11$, $r = -0.326$), sodass die Nullhypothese beibehalten wird. Dies deutet darauf hin, dass das physiologische Stressniveau während der Shuttle-Fahrten unabhängig von der Umgebung ist, in der sie das Fahrzeug aufsuchen. Der Vergleich zwischen den Bedingungen wird durch Abbildung 9 grafisch dargestellt.

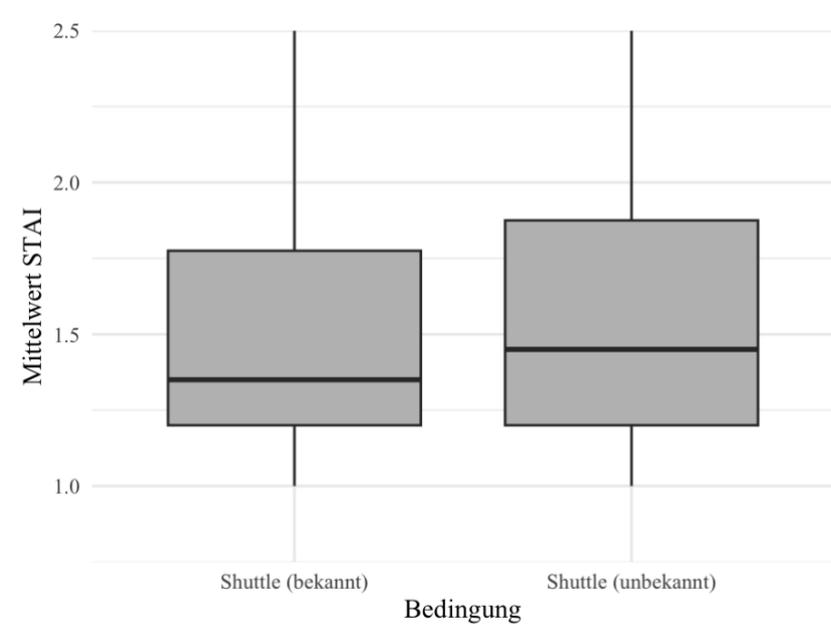
Abbildung 9. Boxplot der HRV nach Bedingungen (Hypothese 2)



Zu **H_{2b}**: Bei der Nutzung eines bedarfsorientierten Shuttledienstes in ungewohnter Umgebung weisen ältere Personen eine höhere wahrgenommene Anspannung (STAI) auf als Nutzung in gewohnter Umgebung.

Zur Hypothesenüberprüfung wurde das Testverfahren eines Mittelwertvergleichs mittels T-Test gewählt. Die Voraussetzungen hierfür waren alle gegeben. Bei einem Signifikanzniveau von 5% konnte entgegen der aufgestellten Hypothese kein signifikanter Unterschied der wahrgenommenen Anspannung zwischen ungewohnter Umgebung und gewohnter Umgebung gefunden werden ($t(17) = -0.642$, $p = .529$, $d = -0.151$). Somit berichten die Proband*innen nach dem State-Fragebogen des STAI keinen Unterschied im Anspannungsniveau zwischen der unbekannten und gewohnten Umgebung und die Nullhypothese konnte nicht verworfen werden. Die Ergebnisse werden in Abbildung 10 grafisch dargestellt.

Abbildung 10. Boxplot des STAI nach Bedingungen (Hypothese 2)



5.4 H3: Zusammenhang Stresserleben und Akzeptanz

Forschungsfrage 3: Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Stresserleben und der anschließenden Akzeptanz des bedarfsorientierten Shuttledienstes?

Dazu **H_{3a}**: Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem physiologischen Stressniveau (HRV) während der Shuttlefahrt und den Akzeptanz-Werten in der Nachbefragung (TAM). Es wird erwartet, dass höhere HRV-Werte mit einer höheren anschließenden selbstberichteten Akzeptanz zum Shuttleangebot einhergehen.

Zur Überprüfung der Hypothese führte man eine Korrelationsanalyse durch. Aufgrund der Intervallskalierung der Variablen wurde hierbei die Pearson-Korrelation gewählt. Entgegen der aufgestellten Hypothese wies die Stichprobe keine statistisch bedeutsamen Zusammenhänge zwischen dem physiologischen Stressniveau während der Nutzung des Shuttledienstes und den Akzeptanz-Werten der Nachbefragung auf. Dies galt sowohl für die Shuttlefahrt in bekannter Umgebung ($r = -0.026, p = .930$) als auch in unbekannter Umgebung ($r = -0.213, p = .530$). Es konnten keine signifikanten Zusammenhänge aufgezeigt werden und die Nullhypothese wird beibehalten. Die Voraussetzungen für eine anschließende lineare Regressionsanalyse waren nicht gegeben.

Dazu **H_{3b}**: Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Veränderung im physiologischen Stressniveau (HRV) zwischen Auto- und Shuttlefahrt und der Veränderung der Akzeptanz-Werte zwischen Vor- und Nachbefragung (TAM). Es wird erwartet, dass eine Abnahme der HRV-Werte dabei mit einer Abnahme der selbstberichteten Akzeptanz einher geht.

Die Hypothesenüberprüfung fand über den Vergleich der Differenzen in einer Korrelationsanalyse der Pearson-Korrelation statt. Hierbei wurden die Veränderung der physiologischen Stresswerte zwischen dem eigenen Auto und dem Shuttle in bekannter Umgebung, sowie die zwischen dem eigenen Auto und dem Shuttle in unbekannter Umgebung ermittelt und zur Veränderung der Akzeptanz zwischen Vor- und Nachbefragung in Beziehung gesetzt. Entgegen der aufgestellten Hypothese ließen sich keine statistisch bedeutsamen Zusammenhänge auffinden, weder für die Nutzung des bedarfsorientierten Shuttles in bekannter Umgebung ($r = -0.369, p = .238$), noch für die Nutzung des Shuttles in unbekannter Umgebung ($r = -0.238, p = .507$). Die Nullhypothese wird somit beibehalten und statistische Regressionsanalysen konnten nicht durchgeführt werden.

Dazu **H_{3c}**: Es besteht ein Zusammenhang zwischen der wahrgenommenen Anspannung (STAI) während der Shuttlefahrt und den Akzeptanz-Werten in der Nachbefragung (TAM). Es wird erwartet, dass eine höhere wahrgenommene Anspannung mit einer niedrigeren anschließenden selbstberichteten Akzeptanz zum Shuttleangebot einhergehen.

Zur Überprüfung dieser Hypothese wurde eine Korrelationsanalyse durchgeführt. Aufgrund der Intervallskalierung der Variablen wurde ebenfalls die Pearson-Korrelation gewählt. Die Ergebnisse zeigten keinen signifikanten Zusammenhang zwischen den Werten der wahrgenommenen Anspannung während der Nutzung des Shuttles in bekannter Umgebung und der anschließenden Akzeptanz-Werte ($r = -0.022, p = .930$). Das gleiche galt für die wahrgenommene Anspannung während der Nutzung des Shuttles in unbekannter Umgebung ($r = -0.309, p = .213$). Die Ergebnisse deuten – widersprüchlich zur aufgestellten Hypothese – darauf hin, dass keine statistisch bedeutsame Beziehung zwischen den Variablen besteht und die Nullhypothese beibehalten werden muss. Aufgrund der fehlenden signifikanten linearen Beziehung konnten keine Regressionsanalysen angeschlossen werden.

Dazu **H_{3d}**: Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Veränderung in der wahrgenommenen Anspannung (STAI) zwischen Auto- und Shuttlefahrt und der Veränderung der Akzeptanz-Werte zwischen Vor- und Nachbefragung (TAM). Es wird erwartet, dass eine Zunahme der wahrgenommenen Anspannung dabei mit einer Abnahme der selbstberichteten Akzeptanz einher geht.

Die Hypothesenüberprüfung fand über den Vergleich der Differenzen in einer Korrelationsanalyse der Pearson-Korrelation statt. Hierbei wurden die Veränderung der wahrgenommenen Anspannung zwischen dem eigenen Auto und dem Shuttle in bekannter Umgebung, sowie zwischen dem eigenen Auto und Shuttle in unbekannter Umgebung in Beziehung gesetzt zur Veränderung der Akzeptanz-Werte zwischen Vor- und Nachbefragung.

Weder für die Nutzung des Shuttles in bekannter Umgebung ($r = -0.224, p = .371$), noch für die Nutzung des Shuttles in unbekannter Umgebung ($r = -0.141, p = .577$) ließen sich signifikante Zusammenhänge mit einer Veränderung der Akzeptanz-Werte finden. Die Nullhypothese wird somit beibehalten und weitere statistische Regressionsanalysen wurden nicht angedacht.

5.5 Explorative Analysen

Neben den hypothesengeleiteten statistischen Analysen wurden zusätzliche explorative Datenanalysen durchgeführt. Hierbei fand ein tieferer Einblick in die Daten statt, indem potenzielle Zusammenhänge zwischen Variablen aufgedeckt und weitere Einflussfaktoren für das Zustandekommen der Ergebnisse einbezogen wurden.

5.5.1 Explorative Analyse 1: Vergleich physiologisches Stressniveau (HRV) und wahrgenommene Anspannung (STAI)

In der Untersuchung wurden verschiedene Messmethoden verwendet, um das Stresserleben zu erfassen. Zum einen wurde der physiologische Stress durch die Herzratenvariabilität (HRV) abgebildet, zum anderen der State-Fragebogen des State-Trait-Anxiety-Inventory (STAI) als ein subjektives Maß der wahrgenommenen Anspannung erhoben. Im Folgenden wurde nun explorativ geprüft, ob diese Maße in der Stichprobe einen Zusammenhang aufweisen und somit als valide Stressmarker angesehen werden können.

Mithilfe von Korrelationsanalysen wurde untersucht, ob ein Zusammenhang besteht zwischen dem physiologischen Stressniveau (HRV) während der Fahrten und der anschließenden selbstberichteten Anspannung (STAI). Hierbei müsste gelten: Je niedriger der HRV-Wert, desto höher der anschließende State-Anxiety-Wert. Die Untersuchung mithilfe der Pearson-Korrelation zeigte keine statistisch bedeutsamen Zusammenhänge zwischen den beiden Stressmaßen auf. Tabelle 5 stellt dafür die Ergebnisse der Korrelationsanalyse für die einzelnen Bedingungen dar.

Tabelle 5. Pearson Korrelationen zwischen den Stressmaßen.

Variable		HRV 1	HRV 2	HRV 3
STAI 1	Pearsons r	$r = .237$		
	p-Wert	$(p = 0.457)$		
STAI 2	Pearsons r		$r = -.125$	
	p-Wert		$(p = 0.671)$	
STAI 3	Pearsons r			$r = -.154$
	p-Wert			$(p = 0.650)$

Anmerkungen.

5.5.2 Explorative Analyse 2: Geschlechtereffekte

An der Untersuchung nahmen 11 männliche und 7 weibliche Proband*innen teil. Darunter befanden sich sechs gegengeschlechtliche Ehepaare. Sowohl während der Durchführung der Studie als auch bei der Datenaufbereitung deuteten sich Geschlechterunterschiede beim Umgang mit den gestellten Aufgaben und der Beantwortung der Fragebögen an. Deshalb wurde in der explorativen Analyse ein spezifischerer Fokus auf potenzielle Geschlechtereffekte gelegt, die die Stichprobe aufweist.

Durch den bisherige Forschungsstand zum Stresserleben älterer Erwachsener lassen sich bereits Vermutungen der Geschlechtereffekte aufstellen. Bisherige Studien berichten, dass die HRV mit dem Alter abnimmt (Jensen-Urstad et al., 1997; Matthews et al., 1999; Zhang, 2007). Dabei sind bei weiblichen Versuchspersonen niedrigere HRV-Werte zu beobachten als bei männlichen Versuchspersonen (Li et al., 2009; Tracy & Giummarra, 2017; Wang et al., 2009). Auch während des Autofahrens konnten diese Geschlechtereffekte für Stress bestätigt werden (Matthews et al., 1999; Simon & Corbett, 1996). Die Erfassung des STAI ergab in bisherigen Untersuchungen, dass Frauen auch hier höhere Anspannungswerte aufzeigen (Asghari et al., 2013; Awaritefe & Kadiri, 1982; Nakazato & Shimonaka, 1989; Stoner & Spencer, 1986). Demnach lässt sich auch für die vorliegenden Stichprobe erwarten, dass weibliche Teilnehmende ein höheres Stressniveau und somit niedrigere HRV-Werte bzw. höhere STAI-Werte aufweisen als männliche Teilnehmende.

Um potenzielle Geschlechtsunterschiede in der Stichprobe aufzudecken, wurden zuerst die Daten nach Geschlecht aufgeteilt. Da in der Untersuchung nur die Geschlechter männlich und weiblich vertreten waren, ergaben sich daraus zwei Gruppen. Tabelle 6 zeigt die sich daraus ergebenden deskriptiven Statistiken der Variablen für die Gruppen in den verschiedenen Bedingungen. Zusätzlich wurden Boxplots für die verschiedenen Variablen erstellt, um die Verteilung der Daten und die Unterschiede in den unterschiedlichen Bedingungen besser zu veranschaulichen und zu interpretieren (Abbildung 11, Abbildung 12, Abbildung 13).

Table 6. Darstellung der Variablen nach Geschlecht

Variable	Männlich				Weiblich			
	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Median	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	Median
HRV 1	9	39.81	11.862	38.56	3	23.34	7.830	24.69
HRV 2	9	48.87	17.868	42.09	5	28.98	12.363	26.13
HRV 3	7	46.43	14.597	50.83	4	30.66	14.275	30.5
STAI 1	11	1.4	0.253	1.4	7	1.65	0.382	1.6
STAI 2	11	1.33	0.225	1.3	7	1.80	0.510	1.8
STAI 3	11	1.39	0.353	1.3	7	1.82	0.528	1.8
TAM 1	11	3.90	0.729	3.75	7	3.6	0.614	3.75
TAM 2	11	3.89	0.794	3.5	7	3.5	0.714	3.5

Anmerkung. *M* = Mittelwert. *SD* = Standardabweichung

Abbildung 11. Boxplot für HRV nach Bedingung und Geschlecht

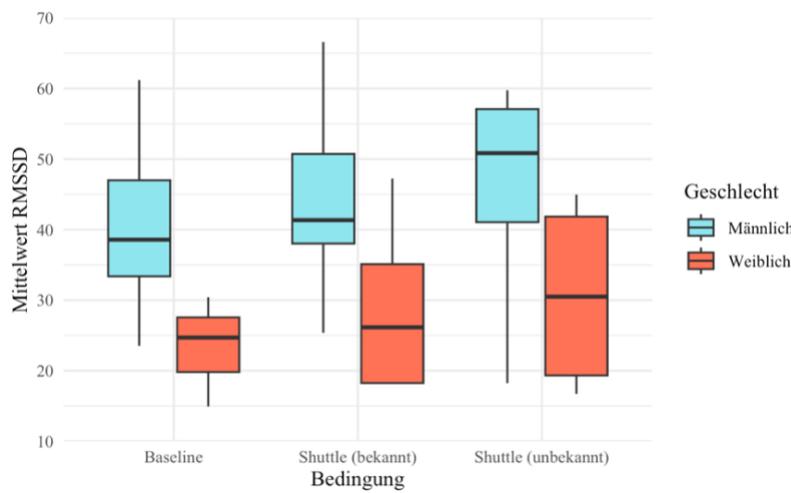


Abbildung 12. Boxplot für STAI nach Bedingung und Geschlecht

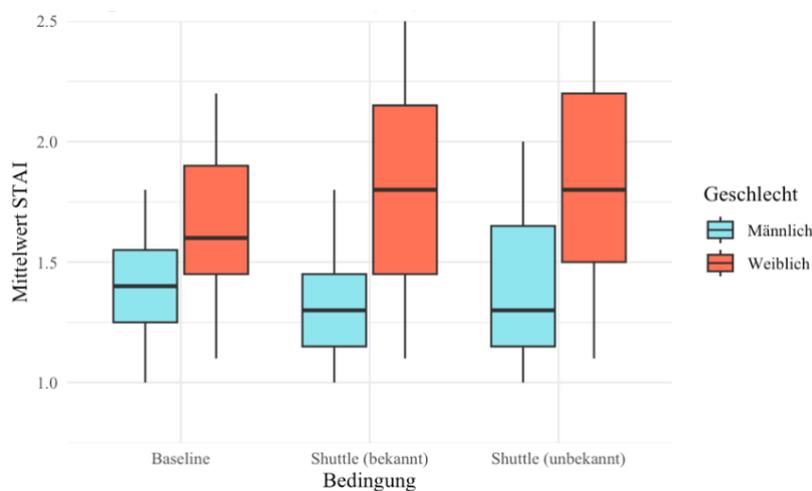
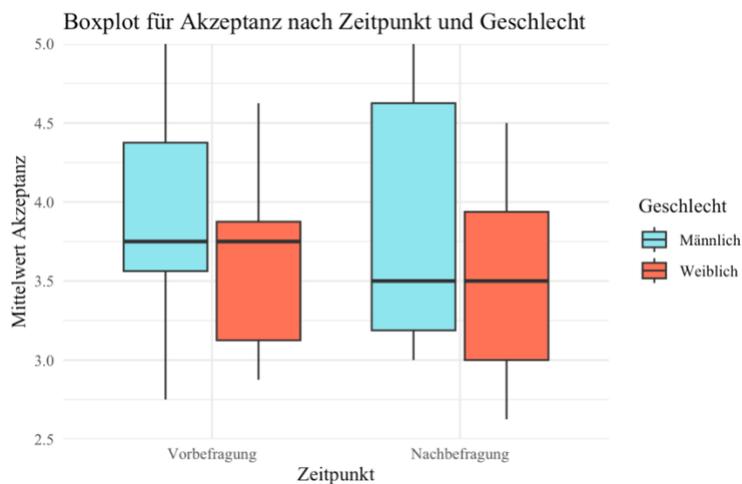


Abbildung 13. Boxplot für Akzeptanz (TAM) nach Zeitpunkt und Geschlecht



Zur statistischen Analyse der Geschlechtereffekte wurde das Testverfahren eines Mittelwertvergleichs gewählt und somit ein T-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Dafür musste zunächst eine Überprüfung der Voraussetzungen stattfinden. Hierbei wurde auf Homoskedastizität (Levene-Test) sowie auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk-Test) getestet. Die Daten zeigten bis auf eine Ausnahme keine Verletzungen der Voraussetzungen, sodass T-Tests für unabhängige Stichproben mit einem Signifikanzniveau von 5% gerechnet wurden. In einem Fall kam es zur Verletzung der Homogenität der Varianzen, weshalb auf ein alternatives Testverfahren zurückgegriffen wurde. Hierbei wurde ein Welch-t-Test mit einem Signifikanzniveau von 5% durchgeführt. Die Ergebnisse der statistischen Tests lassen sich in Tabelle 7 nachvollziehen.

Tabelle 7. Geschlechtervergleich mittels T-Test für unabhängige Stichproben.

Variable	Bedingung	Statistik	df	<i>p</i>	Cohens <i>d</i>
HRV	Baseline	2.212	10	.051	1.474
	Shuttle (bekannt)	2.196	12	.049*	1.225
	Shuttle (unbekannt)	1.736	9	.117	1.088
STAI	Baseline	-1.727	16	.103	-0.835
	<i>Shuttle (bekannt)</i>	<i>-2.269</i>	<i>7.5</i>	<i>.055</i>	<i>-1.177</i>
	Shuttle (unbekannt)	-2.118	16	.050*	-1.024
TAM	Vorbefragung	0.097	16	.378	0.439
	Nachbefragung	1.075	16	.298	0.52

Anmerkungen. *Kursiv* = Welch-Test, * $p < .05$

Bei einem Signifikanzniveau von 5% lassen sich in der Stichprobe zwei signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen den Geschlechtern feststellen. Zum einen in den physiologischen Stresswerten (HRV) bei der Nutzung des bedarfsorientierten Shuttledienstes in bekannter Umgebung, zum anderen bei der wahrgenommenen Anspannung (STAI) bei der Nutzung des bedarfsorientierten Shuttledienstes in ungewohnter Umgebung. Bei Betrachtung der Effektstärken von d über 1 gehen wir nach Cohen (1988) von sehr großen Effekten aus.

Hierbei sollte jedoch auf den explorativen Charakter dieser Untersuchung aufmerksam gemacht werden. Die Daten zeigen erste Einblicke in den potenziellen Einfluss durch das Geschlecht. Um Geschlechtereffekte im Stresserleben älterer Personen bei der Nutzung bedarfsorientierter Shuttledienste besser beurteilen zu können, sind jedoch weitere Untersuchungen erforderlich.

6. Diskussion

Das letzte Kapitel fasst noch einmal die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung zusammen und interpretiert diese. Dabei folgt eine kritische Diskussion, indem auch auf Widersprüche zum bisherigen Forschungsstand und Einschränkungen der Interpretierbarkeit eingegangen wird. Abschließend werden die wichtigsten Schlussfolgerungen dargestellt und Implikationen für zukünftige Forschung und Praxis abgeleitet.

6.1 Kurzzusammenfassung der Ergebnisse

Ziel der Arbeit war es, ein alternatives Mobilitätsangebot im ländlichen Raum zu erproben und dabei zu untersuchen, wie ältere Personen die Nutzung von bedarfsorientierten Shuttles im Feld erleben. Insbesondere wurde das Stresserleben während der Nutzung untersucht. Das Stresslevel wurde hierbei auf zwei verschiedene Arten gemessen: das physiologische Stressniveau durch die HRV und die subjektiv wahrgenommene Anspannung durch den STAI. Die Erfassung der Akzeptanz vor und nach der Nutzung sollte zusätzliche Informationen über Einstellungen und Verhaltensabsichten gegenüber dem Mobilitätsangebot offenlegen. Die Proband*innen durchliefen dabei drei Bedingungen: eine Fahrt im eigenen Auto, eine Shuttlefahrt in bekannter Umgebung und eine Shuttlefahrt in unbekannter Umgebung. Die Ergebnisse zeigen größtenteils keine signifikanten Unterschiede im Stresserleben zwischen den Bedingungen. Der einzige statistisch relevante Unterschied bestand zwischen der Nutzung des eigenen Autos und der Fahrt im bedarfsorientierten Shuttledienst in bekannter Umgebung im physiologischen Stressniveau gemessen durch die Herzratenvariabilität. Demnach empfinden die Teilnehmenden im eigenen Auto höheren physiologischen Stress. Zusammenhänge zwischen dem Stresserleben während der Nutzung des Shuttles und den Akzeptanzwerten konnten in der Stichprobe nicht nachgewiesen werden. Explorative Analysen zeigen zusätzlich, dass die zwei verwendeten Stressmaße in der Stichprobe keinen Zusammenhang aufwiesen. Jedoch konnten Geschlechtereffekte im Stresserleben bei der Nutzung des Shuttledienstes aufgedeckt werden, welche darauf hindeuten, dass die weiblichen Teilnehmerinnen ein höheres Stresserleben aufzeigen, sowohl auf physiologischer Ebene als auch in den subjektiven Bewertungen.

6.1.1 H1: Vergleich eigenes Auto und bedarfsorientiertes Shuttle

Die ersten zwei Hypothesen gingen der Forschungsfrage nach, ob sich das Stresserleben zwischen der Nutzung des eigenen Autos und der Nutzung des bedarfsorientierten Shuttles bei gleicher Strecke unterscheidet. Die aufgestellte Hypothese vertritt die Annahme, dass ältere

Personen bei der Nutzung des bedarfsorientierten Shuttledienstes gestresster sind als bei der Fahrt im eigenen Auto. Die Ergebnisse deuten jedoch darauf hin, dass das Fahren im eigenen Auto entgegen der aufgestellten Hypothese zu einem signifikant höheren physiologischen Stressniveau (HRV) führte, während die wahrgenommene Anspannung (STAI) zwischen den Bedingungen keine statistisch relevanten Unterschiede aufwies. Die hohe Effektstärke lässt auf einen bedeutsamen Effekt schließen, welcher trotz kleiner Stichprobe gefunden wurde.

Die bestehende Evidenzlage legt nahe, dass mit dem Alter eine Selektion und Bevorzugung von Routinen und bekannten Abläufen stattfindet. Dies hängt einerseits mit alterskorrelierten Reduktionen von Ressourcen zusammen (SOK-Modell; Baltes & Baltes, 1990) aber auch mit einer identitätsstiftenden Umweltverbundenheit bei Kontinuität und Kontrolle (Claßen et al., 2014). Ergebnisse aus zahlreichen Befragungen berichten deshalb eine starke Bevorzugung privater Fortbewegungsmittel wie dem eigenen Auto gegenüber öffentlichen Verkehrsmitteln, da diese vor allem emotionale Bedürfnisse der Unabhängigkeit, Bequemlichkeit, Sicherheit und Vertrautheit erfüllen (SIZE; Kaiser & Kraus, 2005). Diese positive Bedeutung des eigenen Autos verstärkt sich in ländlichen Regionen nochmals durch größere Entfernungen zwischen Funktionsräumen und weniger befriedigenden Alternativangeboten (Mollenkopf et al., 2007). Obwohl die Stichprobe in den Vor- und Nachbefragungen eine Bevorzugung des eigenen Autos bestätigt, zeigen sich höhere Werte des physiologischen Stresses im eigenen Auto bei bekannter Strecke.

Die Fahrt im eigenen Auto zum alltäglichen Supermarkt sollte hierbei als Baseline dienen, um eine Alltagssituation im Auto mit der Nutzung des Shuttles zu vergleichen. Gemäß des Transaktionalen Stressmodells wurde diese Situation schon unzählige Male erlebt und sollte somit als kontrollierbar und bewältigbar eingestuft werden, sodass eine hohe Selbstwirksamkeitserwartung und geringer Stress erlebt wird (Lazarus & Folkman, 1984). Im Gegensatz dazu wurde angenommen, dass die Konfrontation mit einem neuen Mobilitätsangebot zu höheren Stresswerten führt, da die erlebten Anforderungen das verfügbare Bewältigungspotential eher übersteigen (Seiffge-Krenke & Lohaus, 2007). Vor allem in der Baseline-Bedingung zeigten die Daten der Stichprobe jedoch Gegensätze in den objektiven und subjektiven Stressmaßen. Auch wenn die physiologischen Daten im Vergleich zu den anderen Untersuchungsbedingungen die höchsten Stresswerte zeigen, wird die wahrgenommene Anspannung durch den STAI eher gering eingeschätzt (HRV im eigenen Auto; $M = 1.5$). Hierbei scheinen jedoch auch geschlechterspezifische Besonderheiten eine Rolle zu spielen, auf welche im Kapitel 6.1.5 genauer eingegangen wird.

Gründe für die gefundenen Ergebnisse, welche eher im Widerspruch zu theoretischen Vorhersagen stehen, könnten hierbei unterschiedlich bedingt sein. Zum einen könnte die Rolle des/der Fahrenden bzw. des/der Mitfahrenden einen Einfluss auf die physiologische Aktivierung haben. In der Baseline-Messung nahmen die Proband*innen als Fahrende aktiv am Verkehr teil, sodass mentale Anforderungen durch die Fahrzeugsteuerung bewältigt werden mussten. Dabei galt es, die komplexen Abläufe des Autofahrens auszuführen (Bedienung des Fahrzeugs, Navigation und Spurhaltung), gleichzeitig auf externe Reize zu reagieren (Konzentration und Aufmerksamkeit) und somit die Verantwortung für die Situation und ihren Ausgang zu tragen. Hinzu können altersbedingte Veränderungen in bspw. Konzentration, Aufmerksamkeit und Reaktion die Prozesse des aktiven Autofahrens erschweren und bei Überforderung Stress auslösen (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2013). Falls die ausgewählte Stichprobe der älteren Erwachsenen bereits stark durch diese beeinträchtigt sind, könnte dies auch einen Einfluss auf die gefundenen Ergebnisse haben und dabei im Einklang mit theoretischen Vorüberlegungen stehen. In der Bedingung des bedarfsorientierten Shuttles nahmen die Proband*innen die passive Rolle der Mitfahrenden ein. Die Anforderungen der Situation durch die Umwelt waren somit deutlich geringer, was eine geringe stressauslösende Bewertung der Situation zur Folge haben könnte.

Eine methodische Schwäche der Untersuchung, welche die Abweichung zu bisherigen Theorien erklären könnte, ist die fehlende Randomisierung der Bedingungen. Es wurde ein komplexes Untersuchungssetting durchgeführt, welches im Feld an verschiedenen Orten stattfand und dabei die unterschiedlichen Akteur*innen zeitlich koordinieren musste (Fahrer, Proband*innen und Versuchsleitende). Aus Gründen der Versuchsökonomie und praktischer Machbarkeit wurde auf eine Randomisierung verzichtet. Wenn das Stresserleben jedoch durch die Konfrontation mit der Untersuchungssituation beeinflusst wurde, lässt sich die Abnahme der HRV-Werte evtl. durch einen time-on-task-Effekt erklären (Matuz et al., 2021). Dieser beschreibt das Phänomen, dass physiologische Reaktionen wie bspw. Konzentration oder Stress abnehmen über den Verlauf der Zeit, die mit einer Aufgabe verbracht wird. Ein solcher Gewöhnungseffekt konnte bereits für die Herzratenvariabilität nachgewiesen werden (Melo et al., 2017). Somit besteht die Annahme, dass sich Veränderungen im physiologischen Stressniveau weniger auf das genutzte Verkehrsmittel zurückführen lassen, sondern auf eine Gewöhnung an die Untersuchungssituation. Um dies auszuschließen, sollten zukünftige Untersuchungen die Bedingungen in randomisierter Abfolge durchlaufen.

Ein weiterer Einflussfaktor auf die geringeren Stresswerte im Shuttle verglichen zum eigenen Auto könnte die Anwesenheit des Fahrers sein. Um die Situation möglichst realistisch

zu gestalten, wurde der Fahrer angewiesen auf Smalltalk mit den Mitfahrenden einzugehen, wenn diese es erwünschten bzw. initiierten. Dabei sollte es aber vor allem um „leichte“ Themen wie bspw. Wetter und Umgebung gehen. Im Nachhinein bewerteten die Teilnehmenden diese soziale Interaktion größtenteils als sehr angenehm und teilweise sogar als „Highlight“ der Fahrt. Theorien der Altersforschung betonen bereits die Wichtigkeit sozialer Kontakte als Ressource für erfolgreiches Altern, vor allem wenn durch alterstypische Sozialisationen Sozialkontakte abnehmen (Berg et al., 2006). Die Aufmerksamkeit auf Gespräche mit einer anderen Person könnten aber auch, gemäß psychologischer Stressmodelle, in der Situation als eine Form des emotionsorientierten Copings dienen. Demnach wurden mögliche Bedrohlichkeiten und Ungewissheiten der Situation verdrängt und die Aufmerksamkeit auf die positiven Seiten des Shuttles gelenkt. Stressindizierende Gedankenschleifen, die das physiologische Spannungsniveau bedingen, konnten so möglicherweise gehemmt werden.

Dass die Fragebogenergebnisse zur State-Anspannung des STAI keine statistisch relevanten Unterschiede zwischen den Bedingungen zeigen und dabei konstant niedrige Mittelwerte von 1,5 auftreten, lässt sich neben den bereits aufgeführten Punkten durch methodische Einschränkungen erklären. Darauf wird in den Abschnitten 6.1.4 und 6.2 spezifischer eingegangen.

6.1.2 H2: Vergleich Shuttle bekannte und unbekannte Umgebung

In der zweiten Forschungsfrage wurde untersucht, ob sich das Stresserleben bei der Nutzung des bedarfsorientierten Shuttledienstes zwischen dem Einstieg in gewohnten und ungewohnten Umgebungen unterscheidet. Die Hypothese 2 ging davon aus, dass ältere Personen bei der Nutzung des Shuttledienstes in ungewohnter Umgebung ein höheres Stresslevel aufwiesen als in ihrer gewohnten Umgebung. Die Ergebnisse zeigen, dass weder das physiologische Stressniveau (HRV) noch die wahrgenommene Anspannung (STAI) bei älteren Personen von der Vertrautheit der Umgebung beeinflusst wurden, in der sie den Shuttledienst nutzen.

Im Feldsetting sollte neben der Variation des Fortbewegungsmittels auch die Umgebung für den Einstieg in das Shuttle variiert werden. Dabei wurden innerhalb der Stadt Neustrelitz Orte ausgewählt, die nicht zu den alltäglichen Abläufen der Personen gehörten. Dort musste mithilfe der virtuellen Haltestellen ein Einstieg in die Shuttles stattfinden. Die theoretischen Vorüberlegungen ergaben, dass potenzielle alterskorrelierte Reduktionen von Ressourcen einen Einfluss auf die Person-Umwelt-Interaktion haben (Umweltanforderungs-Kompetenz-Modell; Lawton & Nahemow, 1973). Eingeschränkte Personen müssen somit stärker reaktiv mit

Umweltanforderungen interagieren. Ältere Personen bevorzugen somit vertraute Umgebungen mit bekannten Wegen, Menschen und Abläufen, da diese Sicherheit und Umweltverbundenheit vermitteln (Claßen et al., 2014). Eine Selektion und Optimierung der Alltagsabläufe auf immer gleiche Routinen ließ sich auch durch die Vorbefragungen bestätigen (Kaiser & Kraus, 2005). Somit ist anzunehmen, dass die Orientierung vor dem eigenen Haus ein geringeres Stresslevel zur Folge hatte als in einer ungewohnten Umgebung, da gemäß der Stressforschung vor allem neue, unvertraute Situationen, aber auch Situationen die unvorhersehbar und wenig kontrollierbar sind, als stressauslösend gelten (Ehlert et al., 2013). Jedoch scheinen die Individuen in Interaktion mit der Umwelt nur geringfügig durch diese beeinflusst zu werden. Deshalb sollten auch hierfür methodische Einschränkungen diskutiert werden.

Als einer der wichtigsten Einflussfaktoren sollte herangezogen werden, dass die Proband*innen einen Großteil ihres Lebens in der Stadt Neustrelitz verbracht haben und somit sehr vertraut mit ihr sind. Die ungewohnten Umgebungen waren somit möglicherweise nicht ausreichend unbekannt, um Unsicherheit auszulösen, sodass die Variation der Umgebung keinen Einfluss auf das Stresserleben haben konnte. Einige Proband*innen gaben jedoch an, dass sie in einer fremden Umgebung wie einer Großstadt die Nutzung als weitaus herausfordernder ansehen würden.

Neben dem bereits geschilderten Gewöhnungseffekt über die Zeit kann auch ein Übungseffekt Einfluss auf das beobachtete Ergebnis gehabt haben. Durch die fehlende Randomisierung durchliefen die Versuchspersonen immer zuerst die Shuttle-Bedingung in bekannter und anschließend in unbekannter Umgebung. Nachdem die erste Erfahrung mit dem Einstieg in das Shuttle größtenteils positiv bewältigt wurde, führte das möglicherweise zu einer hohen Selbstwirksamkeitserfahrung im Umgang mit dem Shuttle. Nach dem Transaktionalen Stressmodell folgte nun eine Neubewertung der Situation, die die Einschätzung zukünftiger, ähnlicher Ereignisse verbesserte (Busse et al., 2006). Die Bewältigbarkeit der zweiten Konfrontation mit dem bedarfsorientierten Shuttle wurde so möglicherweise durch das Üben beim ersten Durchlauf positiv beeinflusst und führte zu einer weniger stresshaften Bewertung durch ausreichend wahrgenommene Ressourcen.

6.1.3 H3: Zusammenhang Stresserleben und Akzeptanz

Die Hypothesen der Forschungsfrage 3 untersuchten den Zusammenhang zwischen dem Stresserleben während der Nutzung des bedarfsorientierten Shuttles und der Akzeptanz gegenüber dem erprobten Mobilitätsangebot bei älteren Personen. Die Akzeptanz wurde mit dem Technology-Acceptance-Model (TAM) erfasst und beinhaltete die Facetten

„wahrgenommene Nützlichkeit“, „wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit“ und „Verhaltensabsicht“. Die Hypothesen 3a und 3c nahmen an, dass ein höheres Stressniveau in den Shuttle-Bedingungen mit einer geringeren Akzeptanz in der Nachbefragung korrelieren. Ebenso formulierten die Hypothesen 3b und 3d die Annahme, dass eine Zunahme des Stresslevels im Shuttle gegenüber dem eigenen Auto mit einer Abnahme der Akzeptanz zwischen Vor- und Nachbefragung einhergehen. Die Ergebnisse jedoch zeigten, dass weder das physiologische Stressniveau (HRV) noch die wahrgenommene Anspannung (STAI) signifikante Zusammenhänge mit der Akzeptanz des Shuttledienstes bzw. Akzeptanzveränderungen zwischen eigenem Auto und Shuttle aufwiesen.

Die Untersuchungen wurden durchgeführt, um einen weiterführenden Einblick über das Nutzungserleben des Mobilitätsangebots zu erhalten. Dass die Stichprobe keine Zusammenhänge aufwies, kann auf unterschiedliche Faktoren zurückgeführt werden. Die Untersuchung von Raue und Kolleg*innen (2019) galt unter anderem als Grundlage für die Annahme, dass negative Affekte einen Einfluss auf die Akzeptanz von Systemen haben. Die gefundenen Ergebnisse stehen jedoch im Widerspruch dazu. Dies könnte an der unterschiedlichen Umsetzung der Studien liegen. Die Studie von Raue et al. wurde als Online-Umfrage mit 1.484 Teilnehmenden konzipiert und testete die Annahmen somit nicht im Feld bei tatsächlicher Nutzung. Der Affekt wurde hierbei durch die Positive and Negative Affect Schedule (PANAS) erfasst, der retrospektiv für das Fahren im Auto eingeschätzt werden sollte („please select how much you feel like this when you are driving“). Die vorliegende Studie erfasste eine geringere Vielfalt des Emotionserlebens und fokussierte sich aufgrund der Forschungsfrage auf relevante stressbedingte Emotionen der Anspannung, Besorgtheit, Nervosität, innere Unruhe und Furcht (State-Fragebogen des STAI). Zur Akzeptanzfassung wurde bei Raue et al. (2019) das Interesse an der Nutzung abgefragt („How interested are you in using a self-driving car?“) und die Bereitschaft es ein Kind nutzen zu lassen („Would you let a child use a self-driving car alone?“). In der dieser Arbeit zugrundeliegenden Untersuchung wurde stattdessen ausführlicher das TAM mittels Fragebogen erfasst, indem neben Verhaltensabsicht auch auf die wahrgenommene Nützlichkeit und die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit eingegangen wird. Außerdem konnte durch zwei Messzeitpunkte auch eine Veränderung der Akzeptanz durch die Nutzung beleuchtet werden.

Die Ergebnisse der Stichprobe der vorliegenden Studie zeigten keine bedeutsamen Einflüsse des Stresserleben auf das Akzeptanzniveau. Generell unterschieden sich die Fragebogenwerte des TAM zwischen Vor- und Nachbefragung kaum. Dies kann zum einen daran liegen, dass die angenommenen Hypothesen des höheren Stressniveaus während der

Nutzung des Shuttles sich nicht bewahrheitet haben. Somit war das Stressempfinden während der Nutzung möglicherweise nicht hoch genug, um negative Affekte auszulösen und entsprechende Bewertungen zu verursachen. Da sich sogar gegensätzliche Befunde zeigten – un zwar, dass eine Fahrt im Shuttle eher positiv und stressreduzierend empfunden wurde – könnten sich Vorannahmen bewahrheitet haben, dass positive Affekte einen geringeren Einfluss auf anschließende Bewertungen und Einstellungen haben (Baumeister et al., 2001; Raue et al., 2019). Die Akzeptanz wurde also möglicherweise eher durch andere Faktoren wie bspw. Voreinstellungen bestimmt.

Hierbei könnten auch Versuchsleitereffekte eine Rolle gespielt haben. In der Nachschau berichteten die Proband*innen selbst, dass sie die Interaktion mit dem jungen Forscher*innen-Team als eine positive Erfahrung erlebt haben. Wie bereits im Abschnitt 6.1.1 erläutert, kann eine angenehme Interaktion das Wohlbefinden und somit auch die Bewertung des erprobten Angebots positiv beeinflussen.

Jedoch sollte auch die methodische Umsetzung der Akzeptanzerfassung kritisch beleuchtet werden. Der verwendete TAM-Fragebogen wurde in dieser Form das erste Mal durchgeführt und nicht vorab validiert. Dafür mussten deutsche Übersetzungen des Fragebogens auf Mobilitätskontexte umformuliert werden (siehe Anhang A). Das Konstrukt der Akzeptanz könnte somit nicht präzise erfasst worden sein und Verzerrungen verursachen. In anderen Untersuchungen wurde jedoch lediglich die Verhaltensabsicht des TAM erfasst (Raue et al., 2019), sodass zumindest teilweise davon ausgegangen werden kann, dass der Fragebogen das Konstrukt abbildet und aussagekräftige Ergebnisse liefert. Dafür sprechen auch die vorab getesteten Gütekriterien. Um tragfähige Aussagen ableiten zu können, sollte jedoch eine Validierung des Fragebogens stattfinden.

Ein weiterer Fokus sollte auf die Facetten des TAM-Fragebogens gelegt werden. Zusammenhangsanalysen zeigten, dass hohe Werte in der Facette „wahrgenommene Nützlichkeit“ stark mit hohen Werten in der Facette Verhaltensabsicht korrelieren. Die „wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit“ scheint jedoch nicht im statistisch relevanten Zusammenhang zu den anderen Facetten zu stehen. Dies hängt möglicherweise mit den Inhalten der Skalen zusammen. Denn während die „wahrgenommene Nützlichkeit“ und „Verhaltensabsicht“ auf den allgemeinen, wahrgenommenen Nutzen für die individuelle Person in ihrem abzielt, erfragt die „wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit“ eher die Interaktion mit dem System. Möglicherweise sollte diskutiert werden, ob die Benutzerfreundlichkeit mit einem Mobilitätsdienst die Akzeptanz tatsächlich abbilden kann, da nicht klar definiert ist, auf welchen Bereich der Nutzung sich die Items beziehen. Bspw. Item AK01_07 „Der Umgang mit

dem Angebot würde von mir keine große geistige Anstrengung erfordern.“ oder Item AK01_08 „Ich empfinde das Angebot als einfach zu nutzen.“: diese könnten sich sowohl auf den Prozess des Bestellens eines Shuttles, das Finden der virtuellen Haltestelle oder auch die Fahrt im Auto beziehen. Dazu kam, dass die Items „Ich finde, das System macht ohne Probleme das, was ich möchte.“ und „Die Nutzung des Systems erhöht die Produktivität meiner Arbeit.“ nicht auf den Mobilitätskontext übertragen werden konnten und somit herausgenommen werden mussten. Eine genauere Formulierung der Benutzerfreundlichkeit und präzisere Anpassungen auf Mobilitätskontexte wäre hierbei notwendig, um den TAM in Zukunft erfolgreich im Bereich Verkehrsforschung anwenden zu können.

Bei der Akzeptanzbewertung geht es vor allem darum, wie sinnvoll und nutzbar das bedarfsorientierte Shuttleangebot im Alltag der einzelnen Personen angesehen wird. Hierbei wird das Angebot zwar als innovative Ergänzung beschrieben, welches sich zwischen dem eigenen Pkw und dem öffentlichen Nahverkehr befindet und dabei günstiger als ein Taxi ist. Jedoch wird aus den qualitativen Interviews deutlich, dass keine wirkliche Nutzungsabsicht besteht, solange die Bedienung des eigenen Autos noch möglich ist (bspw. durch Alterserscheinungen, Medikamenten- und Alkoholeinfluss). Das private Fahrzeug gilt in ländlichen Regionen mit Abstand als die bequemste und zuverlässigste Option der Mobilität. Dabei spielen vor allem auch emotionale Faktoren wie Vertrautheit und Sicherheitsgefühle eine Rolle. Es bestehen größtenteils keine Bestreben aufgrund anderer Faktoren, wie bspw. Leistungseinbußen, Verkehrswende oder Gesundheit, die Nutzungsroutinen zu verändern. Vor allem ältere Personen sind dabei nicht mehr so offen, bewährte Routinen und Gewohnheiten zu ändern, solange die funktionierende Alternative des eigenen Autos besteht. Somit führt die recht positive Einstellung, welche durch das TAM erfasst wurde, anscheinend nicht zu einer tatsächlichen Nutzung bzw. einer entsprechenden Verhaltensänderung. Dies widerspricht den Vorannahmen des Technologie-Akzeptanz-Modells. Weiterführende Studien könnten auf diese Beobachtungen nochmal genauer eingehen und tiefergehend die Zusammenhänge zwischen Akzeptanz von Mobilitätsangeboten und ihrer Handlungsabsicht untersuchen.

6.1.4 Explorative Analyse 1: Vergleich physiologisches Stressniveau (HRV) und wahrgenommene Anspannung (STAI)

Um das Stresserleben umfassend abzubilden, wurden in der Feldstudie verschiedene Messmethoden kombiniert. Die Methoden zur Erfassung waren hierbei die Herzratenvariabilität (HRV) als physiologisches Maß und der State-Fragebogen des State-Trait-Anxiety-Inventory (STAI) als subjektives Maß der wahrgenommenen Anspannung. Explorativ

wurde geprüft, ob ein Zusammenhang zwischen diesen beiden Maßen besteht, um ihre Validität als Stressmarker zu bestätigen. Die Korrelationsanalyse mittels Pearson-Korrelation zeigte jedoch keine statistisch bedeutsamen Zusammenhänge zwischen den Stressmaßen.

Die Ergebnisse können somit keine Übereinstimmung der Maße aufzeigen. In der Baseline-Bedingung im eigenen Auto ergab die Zusammenhangsanalyse sogar ein positives Vorzeichen, was bedeuten würde, dass ein hohes physiologisches Stressniveau eine geringere wahrgenommene Anspannung zur Folge hätte. Dies lässt vermuten, dass in der Untersuchung mindestens eines der Maße nicht valide das Stresserleben der Proband*innen abbilden konnte. Ursachen dafür können die Auswahl der Messinstrumente, methodische Rahmenbedingungen oder auch Verzerrungen sein, auf die im Folgenden eingegangen wird.

Es bestehen bereits frühere Publikationen, die den Zusammenhang zwischen der Herzratenvariabilität und Angst- bzw. Anspannungszuständen – gemessen durch den State-Fragebogen des STAI – untersucht haben. Hierbei ließen sich uneindeutige Ergebnisse verzeichnen. Ein Zusammenhang zwischen klinischer Ängstlichkeit und einer niedrigen HRV konnte bereits in einer Meta-Analyse nachgewiesen werden (Chalmers et al., 2014), sowie Zusammenhänge der Zustandsangst mit der HRV (Dimitriev et al., 2016). Vermehrt zeigen Studien aber auch, dass keine statistisch bedeutsamen Korrelationen zwischen der State-Anxiety und den HRV-Indizes aufgezeigt werden konnten (Chalmers et al., 2016; Ham et al., 2023; Kim et al., 2011). Diese Befunde ließen sich auch in der vorliegenden Untersuchung nachweisen.

Aus dem bisherigen Forschungsstand und den vorliegenden Ergebnissen ergibt sich die generelle Frage, ob der State-Fragebogen des STAI stressbedingte Emotionen angemessen abbilden kann. Der State-Fragebogen soll eine erhöhte Aktivität des autonomen Nervensystems erfassen, indem er emotionale Stimmungen wie Anspannung, Besorgtheit, Nervosität und innere Unruhe erfragt (Grimm, 2009). Möglicherweise wird die Untersuchungssituation als zu wenig stresshaft erlebt, dass dadurch emotionale Reaktionen ausgelöst und wahrgenommen werden. Eine Anspannung bzw. Ängstlichkeit lässt sich somit möglicherweise nicht gleichsetzen mit einem Stresserleben, welches durch die Herzratenvariabilität gemessen wurde.

Wie bereits im theoretischen Hintergrund thematisiert, bringen subjektive Maße gewissen Risiken mit sich (Moosbrugger & Kelava, 2007). Die Stressreaktion ist ein – auf vielen bewussten und unbewussten Ebenen ablaufender – komplexer Prozess (Busse et al., 2006). Personen können hierbei unterschiedlich gut Emotionszustände reflektieren und berichten, sodass Angaben durch Fragebögen nur bedingt das wahre Stresserleben wiedergeben können (Giannakakis et al., 2019). Dabei spielen auch mögliche Verzerrungen der Antworten

eine entscheidende Rolle. In der vorliegenden Untersuchung konnten die Antworten nicht vollständig anonym gegeben werden, da Itemantworten telefonisch an die Versuchsleitung weitergegeben wurden. Hierbei kann beispielsweise die soziale Erwünschtheit eine Rolle gespielt haben, wenn der VP bewusst war, dass andere ihre Antwort hören. Antworten wurden möglicherweise niedriger eingeschätzt, um ein positives Selbst- bzw. Altersbild zu stützen, aber auch um angenommenen Hypothesen bzw. Motivationen der Studie zu entsprechen. Denn in den Gesprächen und Fragebögen wurde eine hohe Akzeptanz und der Wunsch nach Umsetzung solcher Dienste berichtet. Die älteren Menschen der Stichprobe bildeten generell sehr niedrige Mittelwerte des Anspannungs-Fragebogens von ca. 1,5 bei einer Skala von 1-4 ab. Hierbei könnte aber auch die wiederholte Präsentation des gleichen Fragenbogen eine Neigung zu konsistenten Antworten bedingen.

Generell lässt sich diskutieren, wie gut subjektive Maße zur Stresserfassung genutzt werden können. Und wenn auf diese zurückgegriffen wird, ob bessere Alternativen bestehen. Weitere Fragebögen, die herangezogen werden könnten, wären die Perceived Stress Scale (PSS; Cohen et al., 1983), der Perceived Stress Questionnaire (PSQ; Fliege et al., 2001) oder der NASA-TLX (Hart & Staveland, 1988) gewesen. Diese fokussieren sich vor allem auf Überforderungszustände durch aktuelle Lebensumstände bzw. den Kontext der Arbeitsbelastung. Hierbei sollten jedoch Versionen erstellt werden, welche die Items so umformuliert, dass sie die momentane Situation abbilden und nicht die der letzten vier Wochen, und inhaltlich auf Mobilitätskontexte angepasst werden.

Auch die Erfassung der physiologischen Daten unterliegt einer gewissen Fehleranfälligkeit. Vor allem bei der Anwendung im Feldsetting mussten die Messinstrumente bestimmte Kriterien erfüllen. Dazu gehörte, dass sie bequem und leicht in den Alltag integriert werden können und dabei kontinuierlich und zuverlässig Daten aufnehmen. Die für den Versuch ausgewählten Smartwatches konnten einfach angelegt und angenehm getragen werden. Jedoch mussten im Laufe der Datenauswertung einige Ausfälle durch technische Fehler verzeichnet werden. Aber auch die Daten, welche aufgezeichnet und ausgewertet wurden, unterliegen gewissen Ungenauigkeiten. Studien haben gezeigt, dass Smartwatches in Ruhephasen relativ gute Ergebnisse liefern, wohingegen die Genauigkeit mit der Aktivitätsintensität abnimmt (Li et al., 2023; Sarhaddi et al., 2022). Um Bewegungsartefakte zu minimieren, wurden deshalb nur Daten ausgewertet, welche sitzend im Auto aufgezeichnet wurden. Jedoch sollte die Genauigkeit und Zuverlässigkeit von Smartwatches trotzdem kritisch betrachtet werden.

Zudem kommt zum Tragen, dass ein Vergleich der Werte lediglich zwischen den verschiedenen Versuchsbedingungen stattfand. Die Fahrt im eigenen Auto sollte hiermit als

Baseline dienen. Jedoch zeigten die Ergebnisse erhöhte Stresswerte der HRV im eigenen Auto. Um einen realen Ausgangszustand festzustellen und die HRV-Werte besser im Kontext des Individuums einordnen zu können, wäre eine echte Baseline Messung im ruhigen Zustand (bspw. zuhause im Ruhezustand) hilfreich gewesen (Shaffer & Ginsberg, 2017).

6.1.5 Explorative Analyse 2: Geschlechtereffekte

Zusätzlich wurde eine explorative Analyse der Geschlechtereffekte durchgeführt, indem die Mittelwerte zwischen den Geschlechtern männlich und weiblich verglichen wurden. Dabei stellte man zwei signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen den Geschlechtern fest: zum einen in den physiologischen Stresswerten (HRV) beim Shuttledienst in bekannter Umgebung und zum anderen in der wahrgenommenen Anspannung (STAI) beim Shuttledienst in ungewohnter Umgebung.

Die Ergebnisse zeigen, dass die weiblichen Teilnehmerinnen ein höheres Stresserleben sowohl in der physiologischen Messung als auch in den subjektiven Bewertungen der Anspannung aufweisen. Sowohl bei Frauen als auch bei Männern nimmt dabei das physiologische Stressniveau mit den Bedingungen ab. Bei der Beantwortung der Fragebögen zu subjektiver Anspannung (STAI) unterscheidet sich jedoch der Verlauf des Stresserlebens zwischen den Geschlechtern. Die Männer berichten im Mittel eine Abnahme der selbstberichteten Anspannung über die Bedingungen hinweg, wohingegen für die Frauen mit den Bedingungen höhere Anspannungswerte erfasst wurden. Somit entsprechen die Frauen eher den vorangenen Hypothesen, dass mit Ungewohntheit der Situation auch das Stresserleben zunimmt.

In Anbetracht des bisherigen Forschungsstandes ließen sich bislang für weibliche Versuchspersonen ein höheres Stressniveau und somit niedrigere HRV-Werte bzw. höhere STAI-Werte aufweisen als für männliche Teilnehmende. Damit stehen die gefundenen Ergebnisse dieser Untersuchung im Einklang zu früheren Publikationen.

Diese geschlechtsspezifischen Beobachtungen können durch unterschiedliche biologische, psychologische, soziale und kulturelle Faktoren bedingt sein (Neyer & Asendorpf, 2017). Vor allem der unterschiedliche Umgang mit der Untersuchungssituation scheint hierbei eine Rolle zu spielen. Nach dem Transaktionalen Stressmodell ist die Basis einer Situationseinschätzung durch interpersonale Merkmale wie Erwartungen und Ansprüche an sich selbst und andere bestimmt (Lazarus & Folkman, 1984). Laut bisheriger Studienergebnisse zeigen Männer im späten Alter signifikant höhere Werte in den Persönlichkeitsvariablen Selbstwirksamkeit und Hartnäckigkeit bei der Zielverfolgung, sowie eine höhere Einschätzung

der Erfolgswahrscheinlichkeit und Realisierbarkeit persönlicher Ziele (Halisch & Geppert, 2000). Wenn eine hohe innere Überzeugung besteht, schwierige oder herausfordernde Situationen erfolgreich meistern zu können, begünstigt das die wahrgenommene Bewältigbarkeit. Somit treten männliche Teilnehmer der Situation potenziell mit höherer Sicherheit und Kontrollüberzeugung entgegen als Frauen, was die Entstehung einer Stressreaktion minimiert. Dabei spielen vor allem Copingstile eine entscheidende Rolle. Weibliche Personen neigen zu emotionsorientierten Coping- und Vermeidungsstrategien, wohingegen männliche Personen problemorientierte und rationale Copingstrategien sowie emotionale Distanzierung anwenden (Matud, 2004). Dies scheint im Zusammenspiel eine begünstigende Situationsbewertung für die Männer zu bewirken, wohingegen die Frauen in der Studie stärker zu stressauslösenden Bewertungen tendieren.

Auch in Bezug auf den Inhalt der Untersuchung lassen sich Unterschiede feststellen. Die Männer der Stichprobe fahren weitaus häufiger aktiv mit dem Auto (90% der Männer fahren täglich / mehrmals wöchentlich) als die Frauen (57,1% der Frauen fahren mehrmals wöchentlich / monatlich). Diese sind häufiger als Beifahrerin unterwegs oder benutzen alternative Mobilitätslösungen (bspw. zu Fuß oder mit dem Fahrrad). Auch geschlechtsspezifische Rollenbilder könnten hierbei eine Rolle spielen: Männer werden oft als technik- und maschinenaffin angesehen, während Frauen in anderen Bereichen als kompetenter wahrgenommen werden (Tellhed et al., 2023). Auch die männlichen Teilnehmenden der Stichprobe zeigten daher größeres Interesse und Vorwissen zu Themen der Mobilität und bedarfsorientierten Shuttles als die weiblichen Teilnehmenden. Auch dies kann sich auf das Stresserleben und die Akzeptanzbewertung ausgewirkt haben, wenn es mit einer erhöhten Motivation und positiven Emotionen einhergeht.

Die unterschiedlichen Ergebnisse des State-Fragebogens zur wahrgenommenen Anspannung zwischen den Geschlechtern lassen sich auf mehrere Faktoren zurückführen. Zum einen wurde bei den männlichen Probanden ein generelles geringeres Stresserleben erfasst. Jedoch haben Frauen häufig einen besseren Zugang zu ihren Emotionen und sind offener darin, diese zu kommunizieren, was zu höheren Werten in der Selbstberichterstattung führen kann (Kring & Gordon, 1998). Männer hingegen neigen dazu, Emotionen wie innere Unruhe und Nervosität herunterzuspielen, um einem gesellschaftlichen Ideal von Stärke und Unemotionalität zu entsprechen. Hierbei könnten Rollenbilder zu Verzerrungen geführt haben, was auch dem offenen Antwortformat über das Telefon geschuldet sein kann.

Die Ergebnisse der explorativen Analyse legen nahe, dass weibliche Teilnehmerinnen sowohl physiologisch als auch subjektiv höhere Stresswerte aufweisen, insbesondere in

ungewohnten Situationen. Dies könnte auf Unterschiede im Umgang mit Stress, Rollenbilder und sozial erlernte Verhaltensweisen zurückzuführen sein. Um Geschlechtereffekte im Zusammenhang mit der Nutzung bedarfsorientierter Shuttles besser beurteilen zu können, sollten zukünftige Forschungsarbeiten diese Unterschiede genauer beleuchten.

6.2 Limitationen

Auch wenn die Studie wichtige Erkenntnisse über dem Umgang mit bedarfsorientierten Shuttlediensten an einer bislang gering beforschten Stichprobe – den älteren Personen in ländlichen Regionen – sammelt, sollten ihre Aussagekraft und Generalisierbarkeit kritisch hinterfragt werden.

Eine der wichtigsten methodischen Einschränkungen ist die sehr kleine Stichprobe von 18 Personen. Dies zieht eine geringe statistische Power mit sich und birgt somit das Risiko, tatsächliche Effekte der Bevölkerung nicht zu erkennen. Auch die Generalisierbarkeit der Ergebnisse kann nur bedingt angenommen werden, da die Repräsentativität aufgrund der Größe der Stichprobe eingeschränkt ist. Ausreißer führen somit schneller zu Verzerrungen und die Zuverlässigkeit der gefundenen Ergebnisse kann nicht gewährleistet werden. Eine Folgeuntersuchung sollte somit eine höhere Stichprobe erfassen, um gefundene Ergebnisse zu bestätigen und nicht erkannte Effekte offenzulegen.

Eine Besonderheit des Studiendesigns ist das Feldsetting. Wie bereits für die Stressmaße beschrieben, beeinflusst eine Umsetzung in realen Gegebenheiten die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Messung. Vor allem die interne Validität wird dadurch gefährdet, wenn die unzähligen Störvariablen der realen Umgebung nicht kontrolliert werden können. Der Einfluss der Bedingungsvariation auf die abhängige Variable Stress kann deshalb nur bedingt interpretiert werden, da Störvariablen wie bspw. Wetter, Verkehrssituation, unvorhersehbare Ereignisse und Interaktionen mit dem Fahrer nicht vollständig eliminiert werden konnten. Vor allem bei der Erhebung von Stress sollten Störfaktoren nicht unterschätzt werden, da Stress in seiner Entstehung sehr komplex und individuell abläuft.

Generell liegt die Vermutung nahe, dass vor allem die Auseinandersetzung mit dem Versuchstelefon zusätzlich stressauslösend war. Durch die anfängliche Technikschiulung und die Befragung zur Smartphone-Nutzung wurde klar, dass die meisten Versuchspersonen zwar ein Smartphone besitzen, jedoch größtenteils nicht sehr sicher im Umgang damit sind (ca. 72% nutzten Smartphone täglich). Es kann nicht klar abgegrenzt werden, welche Teilkomponente des Shuttleangebots höheren Einfluss auf ein ungünstiges Stresserleben hatte – die Smartphone-Nutzung oder die Fahrt im unbekanntem Fahrzeug.

Auch wenn die Studie einige methodische Schwachstellen aufweist, ist für die untersuchte Fragestellung eine Umsetzung im Feld unabdingbar. Denn das Testen innovativer Mobilitätsdienste sollte in realen Umgebungen stattfinden, um tatsächliches Nutzungsverhalten, realistische Interaktionen und Aussagen über die Anwendbarkeit und Akzeptanz wahrheitsgemäß und realitätsnah zu erfassen. Somit kann durch Felduntersuchungen eine hohe externe Validität sichergestellt werden. Die Ergebnisse sind besser generalisierbar und weisen eine höhere ökologische Validität auf. Um sowohl die externe als auch die interne Validität im Feld zu gewährleisten, sollten Untersuchungen Störvariablen weitestgehend kontrollieren, ohne zu weit in die Natürlichkeit der Feldumgebung einzugreifen.

6.3 Fazit und Implikationen

Das übergeordnete Ziel der Arbeit war es, individuelle Beförderungsangebote in ländlichen Regionen prototypisch zu implementieren und zu testen. Da diese Umgebungen stark durch den Individualverkehr geprägt sind, sind bestimmte Bevölkerungsgruppen, wie bspw. Personen im hohen Alter durch Leistungseinbuße, gefährdet. Um Bedürfnisse der Unabhängigkeit und Selbstständigkeit und die gesellschaftliche Teilhabe bis ins hohe Alter beizubehalten, sollte der Erhalt der außerhäuslichen Mobilität sichergestellt werden. Dafür wurde ein bedarfsorientiertes Shuttleangebot im realistischen Setting getestet, und dabei das physiologische und wahrgenommene Stresserleben sowie die Akzeptanz erfasst. Denn vor allem die Messung stressbedingter emotionaler Komponenten bei der Erprobung im Feld wurde bisher nicht ausreichend beleuchtet.

Auch wenn die Interpretation der Ergebnisse in der Generalisierbarkeit und Repräsentativität einige Schwachstellen aufweist, können erste Schlüsse für die praktische Umsetzung von bedarfsorientierten Mobilitätslösungen gezogen werden. Ältere Personen scheinen kein erhöhtes Stressniveau im innovativen Shuttleangebot zu erleben, womit einer weiteren Erprobung und Umsetzung dieser Dienste im ländlichen Raum nichts im Weg steht. Zusätzlich berichtet die Stichprobe hohe Akzeptanz und allgemeines Interesse an der tatsächlichen Umsetzung. Solange beim eigenen Auto jedoch deutlich mehr Vorteile in Flexibilität, Kosten und Zugänglichkeit wahrgenommen werden, steht das einer tatsächlichen Änderung des Mobilitätsverhaltens im Weg. Weitere Forschung sollte an den Zusammenhang von Einstellung und Verhaltensabsicht anknüpfen und dabei untersuchen, wie in Mobilitätskontexten vor allem bei älteren Personen Alltagsverhalten verändert werden kann. Hierbei sollten auch Themen der Verkehrswende und Umwelt berücksichtigt werden.

Weitere Forschungsarbeiten zu dem Themenbereich sollten dabei größere und repräsentativere Stichproben untersuchen und eine zusätzliche Randomisierung der Bedingungen durchführen. Hierbei scheinen offene Fragen zu bestehen, die Ansatzpunkte für neue Forschungsfragen bieten. Dazu gehört bspw. der Einfluss der Umgebung. Auch wenn die vorliegende Untersuchung keinen Einfluss der Umgebung nachweisen konnte, wäre es interessant, diesen Einflussfaktor nochmal genauer zu beleuchten (bspw. auch im Stadt-Land Vergleich). Geschlechterunterschiede im Umgang mit innovativen Mobilitätstechnologien konnten zwar teilweise nachgewiesen werden, doch sollten in nachfolgenden Untersuchungen ebenfalls fokussiert betrachtet werden. Auch der Vergleich verschiedener Alterskohorten könnte ein interessanter Ansatzpunkt sein. Außerdem wurde durch die Studie ersichtlich, dass ein Mangel an verlässlichen, subjektiven Stressfragebögen besteht, welche im Feld gut angewendet werden können, sodass Verzerrungseffekte bei der Wahrnehmung von Stresszuständen entstehen können. Zukünftige Forschung sollte weitere Stressmarker erfassen, welche bspw. auch zeitkritische Veränderungen verlässlich darlegen können.

Durch die qualitativen Interviews konnte ein umfassenderes Bild zu den quantitativen Daten der Stichprobe geschaffen werden. Der Versuchsleitung begegnete eine Gruppe funktionsfähiger, sich frei bewegender Älterer, die erste auftretende Leistungseinbußen gut kompensieren (bspw. durch Hilfe anderer). Dabei präferieren sie das eigene Auto und gewohnte Routinen. Sie sind aber prinzipiell offen, neue Angebote kennenzulernen, wenn diese die richtigen Anreize schaffen. Um dabei eine ausreichende Zugänglichkeit zu gewährleisten, sollte aber auch die digitale Inklusion älterer Personen beachtet werden. Bei fortschreitender Mediatisierung hilft eine ständige Weiterbildung im Umgang mit modernen Medien.

Abschließend lässt sich sagen, dass die vorliegende Arbeit trotz methodischer Einschränkungen erste Hinweise auf die Beantwortung der gestellten Forschungsfragen zulässt. Dabei beleuchtet sie einen Bereich der außerhäuslichen Mobilität, der bislang nur gering beforscht wurde, jedoch immer wichtiger wird: Das Erleben und Verhalten der älteren Bevölkerung auf dem Land. Die Studie legt damit Grundlagen für das generelle Bestreben, bundesweit individuelle und innovative Beförderungsangebote in ländlichen Regionen auszuweiten, um die Anbindung und Teilhabe älteren Menschen zu verbessern.

Literaturverzeichnis

- Ajzen, I., & Fishbein, M. (1975). A Bayesian analysis of attribution processes. *Psychological bulletin*, 82(2), 261.
- Anderson, L. P. (1991). Acculturative stress: A theory of relevance to Black Americans. *Clinical Psychology Review*, 11(6), 685-702.
- Asghari, A., Kadir, R. B. A., Elias, H. B. & Baba, M. B. (2013). Personality traits and examination anxiety: Moderating role of gender. *Alberta Journal Of Educational Research*, 59(1), 45–54. <https://doi.org/10.55016/ojs/ajer.v59i1.55655>
- Awaritefe, A. & Kadiri, A. (1982). The state-trait anxiety inventory and sex. *Physiology & Behavior*, 29(2), 211–213. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(82\)90005-1](https://doi.org/10.1016/0031-9384(82)90005-1)
- Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. (2020). *Achter Altersbericht– Ältere Menschen und Digitalisierung*. BMFSFJ, Berlin.
- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. (2013). *Handbuch „Mobilität im Alter“*. Wien.
- Baltes, P. B. & Baltes, M. M. (1990). Psychological perspectives on successful aging: The model of selective optimization with compensation. In *Cambridge University Press eBooks* (S. 1–34). <https://doi.org/10.1017/cbo9780511665684.003>
- Barnard, M. P., & Chapman, P. (2018). The moderating effect of trait anxiety on anxiety-related thoughts and actions whilst driving. *Personality and individual differences*, 135, 207-211.
- Baumeister, R. F., Bratslavsky, E., Finkenauer, C., & Vohs, K. D. (2001). Bad is stronger than good. *Review of general psychology*, 5(4), 323-370.
- Berg, A. I., Hassing, L. B., McClearn, G. E. & Johansson, B. (2006). What matters for life satisfaction in the oldest-old? *Aging And Mental Health/Aging & Mental Health*, 10(3), 257–264. <https://doi.org/10.1080/13607860500409435>
- Brandtstädter, J., & Renner, G. (1990). Tenacious goal pursuit and flexible goal adjustment: Explication and age-related analysis of assimilative and accommodative strategies of coping. *Psychology and Aging*, 5(1), 58–67. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.5.1.58>
- Busse, A., Plaumann, M., & Walter, U. (2006). Stresstheoretische Modelle. *Weißbuch Prävention 2005/2006: Stress? Ursachen, Erklärungsmodelle und präventive Ansätze*, 63-77.

- Can, Y. S., Chalabianloo, N., Ekiz, D., & Ersoy, C. (2019). Continuous stress detection using wearable sensors in real life: Algorithmic programming contest case study. *Sensors*, *19*(8), 1849.
- Chalmers, J. A., Quintana, D. S., Abbott, M. J. & Kemp, A. H. (2014). Anxiety Disorders are Associated with Reduced Heart Rate Variability: A Meta-Analysis. *Frontiers in Psychiatry*, *5*. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2014.00080>
- Chalmers, J. A., Heathers, J. A. J., Abbott, M. J., Kemp, A. H. & Quintana, D. S. (2016). Worry is associated with robust reductions in heart rate variability: a transdiagnostic study of anxiety psychopathology. *BMC Psychology*, *4*(1). <https://doi.org/10.1186/s40359-016-0138-z>
- Claßen, K., Oswald, F., Doh, M., Kleinemas, U., & Wahl, H.-W. (2014). *Umwelten des Alterns: Wohnen, Mobilität, Technik und Medien*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Classen, S., Mason, J., Hwangbo, S. W., Wersal, J., Rogers, J. & Sisiopiku, V. (2021). Older drivers' experience with automated vehicle technology. *Journal Of Transport & Health*, *22*, 101107. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2021.101107>
- Cohen, S., Kamarck, T. & Mermelstein, R. (1983). Perceived stress scale [Datensatz]. In *PsycTESTS Dataset*. <https://doi.org/10.1037/t02889-000>
- Cohen, S. (1988). Perceived stress in a probability sample of the United States. In S. Spacapan & S. Oskamp (Eds.), *The social psychology of health* (pp. 31–67). Sage Publications, Inc.
- Davis, F. D. (1987). *User acceptance of information systems: the technology acceptance model (TAM)*.
- Diehl, M., Chui, H., Hay, E. L., Lumley, M. A., Grün, D., & Labouvie-Vief, G. (2014). Change in coping and defense mechanisms across adulthood: Longitudinal findings in a European American sample. *Developmental Psychology*, *50*(2), 634-648.
- Diehl, M., Coyle, N., & Labouvie-Vief, G. (1996). Age and sex differences in strategies of coping and defense across the life span. *Psychology and Aging*, *11*(1), 127-139.
- Digital Rebels GmbH. (2005). *Fitrockr Hub – Garmin Sync* (Version 81) [Mobile app]. AppStore. <https://apps.apple.com/de/app/fitrockr-hub-garmin-sync/id1553631734>
- Dimitriev, D. A., Saperova, E. V. & Dimitriev, A. D. (2016). State Anxiety and Nonlinear Dynamics of Heart Rate Variability in Students. *PloS One*, *11*(1), e0146131. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146131>
- DLR German Aerospace Center e.V. (2024). *DLR MovingLab* (3.3.1) [Mobile app]. AppStore. <https://apps.apple.com/de/app/dlr-movinglab/id1296201175>

- Eby, D. W., Molnar, L. J., & Stanciu, S. C. (2018). *Older adults' attitudes and opinions about automated vehicles: A literature review*.
- Ehlert, U., La Marca, R., Abbruzzese, E. & Kübler, U. (2013). *Biopsychologie*. Kohlhammer Verlag.
- Engeln, A. & Schlag, B. (2001). Abschlussbericht zum Forschungsprojekt ANBINDUNG. *Schriftenreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend*, (Bd. 196). Stuttgart: Kohlhammer.
- Ernst, G., Franke, A. & Franzkowiak, P. (2022). Stress und Stressbewältigung. In: Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) (Hrsg.). *Leitbegriffe der Gesundheitsförderung und Prävention. Glossar zu Konzepten, Strategien und Methoden*. <https://doi.org/10.17623/BZGA:Q4-i118-2.0>
- Fliege, H., Rose, M., Arck, P., Levenstein, S., & Klapp, B. F. (2001). Validierung des "perceived stress questionnaire"(PSQ) an einer deutschen Stichprobe. *Diagnostica*, 47(3), 142-152.
- Garmin International. (2018). *Garmin Connect IQ™* (Version 2.29) [Mobile app]. AppStore. <https://apps.apple.com/de/app/garmin-connect-iq/id1317652970>
- Giannakakis, G., Grigoriadis, D., Giannakaki, K., Simantiraki, O., Roniotis, A., & Tsiknakis, M. (2019). Review on psychological stress detection using biosignals. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 13(1), 440-460.
- Grimm, J. (2009). State-trait-anxiety inventory nach Spielberger. *Deutsche Lang- und Kurzversion. Methodenforum der Universität Wien: MF-Working Paper*, 2, 2009.
- Haghzare, S., Campos, J. L., Bak, K. & Mihailidis, A. (2021). Older adults' acceptance of fully automated vehicles: Effects of exposure, driving style, age, and driving conditions. *Accident Analysis And Prevention*, 150, 105919. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105919>
- Halisch, F., & Geppert, U. (2000). *Wohlbefinden im Alter: Der Einfluss von Selbstwirksamkeit, Kontrollüberzeugungen, Bewältigungsstilen und persönlichen Zielen. Ergebnisse aus der Münchner GOLD-Studie*. <https://doi.org/10.23668/psycharchives.10099>
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In *Advances in psychology* (Vol. 52, pp. 139-183). North-Holland.

- Ham, J., Kim, H. E., Kim, J., Seok, J., Kim, E., Park, J. Y., Lee, B. & Oh, J. (2023). Differential relationship of observer-rated and self-rated depression and anxiety scales with heart rate variability features. *Frontiers in Psychiatry, 14*.
<https://doi.org/10.3389/fpsy.2023.1124550>
- Hefter, T., & Götz, K. (2013). Mobilität älterer Menschen. *State of the Art und Schlussfolgerungen für das Projekt COMPAGNO*. Frankfurt am Main.= ISOE-Diskussionspapiere, 36.
- Hesse, T. (2023). *Mobility Days 2023*. <https://elib.dlr.de/198443/1/MobilityDays2023%20-%20Hesse%20-%202023-06-02.pdf>
- Hernando, D., Roca, S., Sancho, J., Alesanco, Á., & Bailón, R. (2018). Validation of the apple watch for heart rate variability measurements during relax and mental stress in healthy subjects. *Sensors, 18*(8), 2619.
- Hieber, A., Mollenkopf, H. , KloØ, U. & Wahl, H. W (2006). Kontinuität und Veränderung in der alltäglichen Mobilität älterer Menschen. *Schriftenreihe Mobilität und Alter der Eugen-Otto-Butz-Stiftung* (Band 2). Köln: TÜV Verlag.
- Hickey, B. A., Chalmers, T., Newton, P., Lin, C. T., Sibbritt, D., McLachlan, C. S., ... & Lal, S. (2021). Smart devices and wearable technologies to detect and monitor mental health conditions and stress: A systematic review. *Sensors, 21*(10), 3461.
- Hu, D. & Gao, L. (2022). Psychological Stress Level Detection Based on Heartbeat Mode. *Applied Sciences, 12*(3), 1409. <https://doi.org/10.3390/app12031409>
- Ice, G. H., & James, G. D. (2007). *Measuring stress in humans: A practical guide for the field* (G. H. Ice & G. D. James (Eds.); Vol. 49). Cambridge University Press.
- Institut für Verkehrsforschung*. (o. D.). <https://www.dlr.de/de/vf/>
- Jensen-Urstad, K., Storck, N., Bouvier, F., Ericson, M., Lindblad, L.E., & Jensen-Urstad, M. (1997). Heart rate variability in healthy subjects is related to age and gender. *Acta physiologica Scandinavica, 160* 3, 235-41.
- Kaiser, H.-J. (2012). Automobilität. In H.-W. Wahl, C. Tesch-Römer & J. Ziegelmann (Eds.), *Angewandte Gerontologie: Interventionen für ein gutes Altern in 100 Schlüsselbegriffen* (S.513–520). Stuttgart: Kohlhammer.
- Kaiser, H. J. & Oswald, W. D. (2000). Autofahren im Alter – eine Literaturanalyse. *Zeitschrift für Gerontopsychologie und -psychiatrie, 13*, 131 – 170.
- Kaiser, H. J. & Kraus, B. (2005). Mobilität für ältere Menschen – Herausforderung für die Gesellschaft. Das Europäische Forschungsprojekt SIZE am Institut für Psychogerontologie der Universität Erlangen Nürnberg.

- Kim, S., Seo, H., Kim, J. & Chung, S. (2011). Relationship between Heart Rate Variability (HRV) and BDI, STAI and STAXI. *Dong-ui Sin-gyeong Jeongsin Gwahakoeji/Dong 'yi Sin 'gyeong Jeongsin Gwahag Hoeji*, 22(4), 87–100. <https://doi.org/10.7231/jon.2011.22.4.087>
- Kim, H., Cheon, E., Bai, D., Lee, Y. H. & Koo, B. (2018). Stress and Heart Rate Variability: A Meta-Analysis and Review of the Literature. *Psychiatry Investigation*, 15(3), 235–245. <https://doi.org/10.30773/pi.2017.08.17>
- Klaperski, S., Koch, E., Hewel, D., Schempp, A., & Müller, J. (2019). Optimizing mental health benefits of exercise: The influence of the exercise environment on acute stress levels and wellbeing. *Mental Health & Prevention*, 15, 200173.
- Kocalevent, R. D. (2005). *Entwicklung eines computeradaptiven Tests zur Erfassung von Stresserleben (Stress-CAT)* (Doctoral dissertation).
- KoKoVI – Verkehr als kooperatives und vernetztes System. (o. D.). DLR Verkehr. <https://verkehrsforschung.dlr.de/de/projekte/kokovi>
- Kring, A. M., & Gordon, A. H. (1998). Sex differences in emotion: Expression, experience, and physiology. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74(3), 686–703. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.74.3.686>
- Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P., & Spielberger, C. D. (1981). *State-Trait-Angstinventar (STAI)*. Manual. Beltz.
- Lawton, M. P. (1983). Environment and other determinants of well-being in older people. *The Gerontologist*, 23(4), 349-357.
- Lawton, M. P. & Nahemow, L. (1973). Ecology and the aging process. In *American Psychological Association eBooks* (S. 619–674). <https://doi.org/10.1037/10044-020>
- Lazarus, R. S. & Folkman, S. (1984). *Stress, Appraisal, and Coping*.
- LeDoux, J. E. (2000). Emotion Circuits in the Brain. *Annual Review Of Neuroscience*, 23(1), 155–184. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.23.1.155>
- Li, Z., Snieder, H., Su, S., Ding, X., Thayer, J. F., Treiber, F. A. & Wang, X. (2009). A longitudinal study in youth of heart rate variability at rest and in response to stress. *International Journal Of Psychophysiology*, 73(3), 212–217. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2009.03.002>
- Li, K., Cardoso, C., Moctezuma-Ramirez, A., Elgalad, A. & Perin, E. (2023). Heart Rate Variability Measurement through a Smart Wearable Device: Another Breakthrough for Personal Health Monitoring? *International Journal Of Environmental Research And*

- Public Health/International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 20(24), 7146. <https://doi.org/10.3390/ijerph20247146>
- Limbourg, M., & Matern, S. (2009). *Erleben, Verhalten und Sicherheit aelterer Menschen im Strassenverkehr. Eine qualitative und quantitative Untersuchung (MOBIAL)* (No. 04).
- Lück, H. E., & Timaeus, E. (1969). *Skalen zur Messung manifester Angst (MAS) und sozialer Wünschbarkeit (SDS-E und SDS-CM)*. Göttingen, Germany: Hogrefe.
- Magaña, V. C., Scherz, W. D., Seepold, R., Madrid, N. M., Pañeda, X. G. & Garcia, R. (2020b). The Effects of the Driver's Mental State and Passenger Compartment Conditions on Driving Performance and Driving Stress. *Sensors*, 20(18), 5274. <https://doi.org/10.3390/s20185274>
- Matthews, G., Joyner, L. A. & Newman, R. (1999). Age and Gender Differences in Stress Responses during Simulated Driving. *Proceedings Of The Human Factors And Ergonomics Society Annual Meeting*, 43(18), 1007–1011. <https://doi.org/10.1177/154193129904301802>
- Matud, M. (2004). Gender differences in stress and coping styles. *Personality And Individual Differences*, 37(7), 1401–1415. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2004.01.010>
- Matuz, A., Van der Linden, D., Kisander, Z., Hernádi, I., Kázmér, K. & Csathó, Á. (2021). Enhanced cardiac vagal tone in mental fatigue: Analysis of heart rate variability in Time-on-Task, recovery, and reactivity. *PloS One*, 16(3), e0238670. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238670>
- McEwen, B. S. (2007). Physiology and Neurobiology of Stress and Adaptation: Central Role of the Brain. *Physiological Reviews*, 87(3), 873–904. <https://doi.org/10.1152/physrev.00041.2006>
- Melo, H. M., Nascimento, L. M., & Takase, E. (2017). Mental fatigue and heart rate variability (HRV): The time-on-task effect. *Psychology & Neuroscience*, 10(4), 428–436. <https://doi.org/10.1037/pne0000110>
- Mlekus, L., Bentler, D., Paruzel, A., Kato-Beiderwieden, A. & Maier, G. W. (2020). How to raise technology acceptance: user experience characteristics as technology-inherent determinants. *Gruppe. Interaktion. Organisation. Zeitschrift für Angewandte Organisationspsychologie*, 51(3), 273–283. <https://doi.org/10.1007/s11612-020-00529-7>
- Mollenkopf, H., & Flaschenträger, P. (2001). *Erhaltung von Mobilität im Alter* (Vol. 197-Schriftenreihe des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend). Stuttgart: Kohlhammer

- Mollenkopf, H., Oswald, F., & Wahl, H. W. (2007). Neue Person-Umwelt-Konstellationen im Alter: Befunde und Perspektiven zu Wohnen, außerhäuslicher Mobilität und Technik. *Altersforschung am Beginn des*, 21, 361-380.
- Musselwhite, C. (2019). Older people's mobility, new transport technologies and user-centred innovation. *Towards user-centric transport in Europe: Challenges, Solutions and collaborations*, 87-103.
- MVVG | Stadtverkehr Neustrelitz – MVVG. (o. D.). <https://mvvg-bus.de/mvvg-stadtverkehr-neustrelitz/>
- Moosbrugger, H., & Kelava, A. (2007). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (Vol. 537). Heidelberg: Springer.
- Nakazato, K. & Shimonaka, Y. (1989). The Japanese State-Trait Anxiety Inventory: Age and Sex Differences. *Perceptual And Motor Skills*, 69(2), 611–617.
<https://doi.org/10.2466/pms.1989.69.2.611>
- Neyer, F. J. & Asendorpf, J. B. (2017). Geschlechtsunterschiede. In *Springer-Lehrbuch* (S. 349–385). https://doi.org/10.1007/978-3-662-54942-1_7
- Olbrecht, T. (2010). *Akzeptanz von E-Learning: eine Auseinandersetzung mit dem Technologieakzeptanzmodell zur Analyse individueller und sozialer Einflussfaktoren* (Dissertation, Universität Jena). https://www.db-thueringen.de/servlets/MCRFileNodeServlet/dbt_derivate_00021996/Olbrecht/Dissertation.pdf
- Oswald, F., Wahl, H., Mollenkopf, H. & Schilling, O. (2003). Housing and Life Satisfaction of Older Adults in Two Rural Regions in Germany. *Research On Aging*, 25(2), 122–143. <https://doi.org/10.1177/0164027502250016>
- Oswald, W., Gatterer, G. & Fleischmann, U. M. (2008). *Gerontopsychologie*. Springer Science & Business Media.
- Raue, M., D'Ambrosio, L.A., Ward, C., Lee, C., Jacquillat, C., & Coughlin, J.F. (2019). The Influence of Feelings While Driving Regular Cars on the Perception and Acceptance of Self-Driving Cars. *Risk Analysis*, 39.
- Rudinger, G., Holz-Rau, C. & Grotz, R. (2004). Freizeitmobilität älterer Menschen. *Dortmunder Beiträge zur Raumplanung*. Verkehr 4. Institut für Raumplanung Universität Dortmund, Fakultät Raumplanung.
- Rudinger, G. & Kocherscheid, K. (2011). Künftige Handlungsfelder – Implikationen für die Praxis. In G. Rudinger & K. Kocherscheid (Eds.), *Ältere Verkehrsteilnehmer – Gefährdet oder gefährlich?* (Vol. 5, S. 253–258). Göttingen: V & R unipress.

- Rudow, B. (1994). *Die Arbeit des Lehrers: zur Psychologie der Lehrertätigkeit, Lehrerbelastung und Lehrergesundheit*.
- Sarhaddi, F., Kazemi, K., Azimi, I., Cao, R., Niela-Vilén, H., Axelin, A., Liljeberg, P. & Rahmani, A. M. (2022). A comprehensive accuracy assessment of Samsung smartwatch heart rate and heart rate variability. *PloS One*, *17*(12), e0268361. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268361>
- Schindler, I. (2008). Persönlichkeitsentwicklung im Alter: Quelle positiver Veränderungen im Verkehrsverhalten?. *Prof. Dr.-Ing. Bernd H. Müller Forschungsstelle Mensch-Verkehr der Eugen-Otto-Butz-Stiftung*, 1973.
- Schlag, B. (1999). Beobachtungen beim Mitfahren. *Altern und Autofahren* (S. 59-71). Bern: Huber.
- Schlag, B. (2008). *Leistungsfähigkeit und Mobilität im Alter*. TÜV Media.
- Schröger, E. (2010). Biopsychologische Methoden. *Biologische Psychologie*, 35-66.
- Schwarzer, C. (1992). Emotionen und Streßbewältigung bei älteren Menschen. In *VS Verlag für Sozialwissenschaften eBooks* (S. 59–86). https://doi.org/10.1007/978-3-322-88764-1_3
- Seiffge-Krenke I., & Lohaus A. (Eds.) (2007). *Stress und Stressbewältigung im Kindes- und Jugendalter*. Göttingen: Hogrefe.
- Selye, H. (1976). Stress without Distress. In *Springer eBooks* (S. 137–146). https://doi.org/10.1007/978-1-4684-2238-2_9
- Shaffer, F. & Ginsberg, J. P. (2017). An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health*, *5*. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>
- Simon, F., & Corbett, C. (1996). Road traffic offending, stress, age, and accident history among male and female drivers. *Ergonomics*, *39*(5), 757–780. <https://doi.org/10.1080/00140139608964497>
- Spielberger, C. D., Gonzalez-Reigosa, F., Martinez-Urrutia, A., Natalicio, L. F., & Natalicio, D. S. (1971). The state-trait anxiety inventory. *Revista Interamericana de Psicología/Interamerican journal of psychology*, *5*(3 & 4).
- Sommer, H. (2023, 18. August). Ein Anruf genügt - und der Ilse-Bus kommt. *Nordkurier*. <https://www.nordkurier.de/regional/neustrelitz/ein-anruf-genuegt-und-der-ilse-bus-kommt-1839176>
- Statistisches Bundesamt. (o. D.). *Ältere Menschen - Die Bevölkerungsgruppe der älteren Menschen ab 65 Jahren*. Destatis. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/Aeltere-Menschen/bevoelkerung-ab-65-j.html>

- Stroebe, W., & Jonas, K. (2002). Gesundheitspsychologie—Eine sozialpsychologische Perspektive. *Sozialpsychologie: Eine Einführung*, 579-622.
- Stoner, S. B. & Spencer, W. B. (1986). Age and Sex Differences on the State-Trait Personality Inventory. *Psychological Reports*, 59(3), 1315–1319.
<https://doi.org/10.2466/pr0.1986.59.3.1315>
- Teckenberg-Jansson, P., Turunen, S., Pölkki, T., Lauri-Haikala, M. J., Lipsanen, J., Henelius, A., ... & Huotilainen, M. (2019). Effects of live music therapy on heart rate variability and self-reported stress and anxiety among hospitalized pregnant women: A randomized controlled trial. *Nordic Journal of Music Therapy*, 28(1), 7-26.
- Tellhed, U., Björklund, F. & Strand, K. K. (2023). Tech-Savvy Men and Caring Women: Middle School Students' Gender Stereotypes Predict Interest in Tech-Education. *Sex Roles*, 88(7–8), 307–325. <https://doi.org/10.1007/s11199-023-01353-1>
- Thayer, J. F. & Lane, R. D. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal Of Affective Disorders*, 61(3), 201–216.
[https://doi.org/10.1016/s0165-0327\(00\)00338-4](https://doi.org/10.1016/s0165-0327(00)00338-4)
- Tracy, L. M. & Giummarra, M. J. (2017). Sex differences in empathy for pain: What is the role of autonomic regulation? *Psychophysiology*, 54(10), 1549–1558.
<https://doi.org/10.1111/psyp.12895>
- Van Dick, R. & Stegmann, S. (2012). Belastung, Beanspruchung und Stress im Lehrerberuf – Theorien und Modelle. In *Springer eBooks* (S. 41–59). https://doi.org/10.1007/978-3-531-18990-1_3
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision sciences*, 39(2), 273-315.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management science*, 46(2), 186-204.
- Voinescu, A., Morgan, P. L., Alford, C. & Caleb-Solly, P. (2020). The utility of psychological measures in evaluating perceived usability of automated vehicle interfaces – A study with older adults. *Transportation Research. Part F, Traffic Psychology And Behaviour*, 72, 244–263. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.05.003>
- Walters, K., Breeze, E., & Wilkinson, P. (2004). Local Area Deprivation and Urban-Rural Differences in Anxiety and Depression Among People Older Than 75 Years in Britain. *American Journal of Public Health*, 94(10), 1768–1774.
<https://doi.org/10.2105/AJPH.94.10.1768>

- Wang, X., Ding, X., Su, S., Li, Z., Riese, H., Thayer, J. F., Treiber, F. & Snieder, H. (2009). Genetic influences on heart rate variability at rest and during stress. *Psychophysiology*, 46(3), 458–465. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2009.00793.x>
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *Journal of personality and social psychology*, 54(6), 1063.
- World Health Organization (2007). *Global Age-friendly Cities: A Guide*. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/43755>
- Zajonc, R. B. (1980). Feeling and thinking: Preferences need no inferences. *American Psychologist*, 35(2), 151–175. <http://doi.org/10.1037/0003-066X.35.2.151>
- Zeitler, E., & Buys, L. (2015). Mobility and out-of-home activities of older people living in suburban environments: 'Because I'm a driver, I don't have a problem'. *Ageing & Society*, 35(4), 785-808. doi:10.1017/S0144686X13001086
- Zhang, J. (2007). Effect of age and sex on heart rate variability in healthy subjects. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 30(5), 374-379.

Anhang A

Ableitung der Akzeptanz-Items nach dem TAM

Mlekus et al., 2020	Olbrecht, 2010	Abgeleitete Items
Nützlichkeit		
Das System zu nutzen, verbessert meine Studienleistung.	Die Nutzung des Systems verbessert meine Arbeitsleistung.	Die Nutzung des Angebots würde meine alltägliche Mobilität verbessern.
Das System in meinem Studium zu nutzen, steigert meine Produktivität, d. h. ich bringe mehr Ergebnisse, mehr Leistungen hervor.	Die Nutzung des Systems erhöht die Produktivität meiner Arbeit.	/
Das System zu nutzen, steigert meine Effektivität in meinem Studium, d. h. ich erreiche meine Ziele besser.	Die Nutzung des Systems steigert die Effektivität meiner Arbeit.	Die Nutzung des Angebots würde die Effektivität meiner Mobilität steigern d.h. ich erreiche meine Ziele schneller/besser.
Ich empfinde das System als nützlich für mein Studium.	Ich finde das System nützlich für meine Arbeit	Ich empfinde das Angebot als nützlich für meine Mobilität.
Benutzerfreundlichkeit		
Der Umgang mit dem System ist klar und verständlich.	Der Umgang mit dem System ist für mich klar und verständlich.	Der Umgang mit dem Angebot ist klar und verständlich.
Der Umgang mit dem System erfordert nicht viel Denkleistung.	Der Umgang mit dem System erfordert von mir keine große geistige Anstrengung.	Der Umgang mit dem Angebot würde von mir keine große geistige Anstrengung erfordern.
Ich empfinde das System als einfach zu nutzen.	Ich finde das System leicht zu bedienen.	Ich empfinde das Angebot als einfach zu nutzen.
Ich empfinde es einfach das System dazu zu bringen, zu tun, was ich möchte.	Ich finde, das System macht ohne Probleme das, was ich möchte.	/
Verhaltensabsicht		
Ich beabsichtige das System innerhalb der nächsten 3 Monate zu nutzen.	Angenommen ich habe Zugang zum System, dann beabsichtige ich es zu nutzen.	Angenommen ich habe Zugang zum Angebot, dann beabsichtige ich es zu nutzen.
Ich sage voraus, dass ich das System innerhalb der nächsten 3 Monate nutzen werde.	Wenn ich Zugang zum System habe, sage ich voraus, dass ich es nutzen werde.	Wenn ich Zugang zum Angebot hätte, sage ich voraus, dass ich es nutzen würde.

Anhang B

Fragebogen der Vorbefragung

Demografische Daten

1. Wie alt sind Sie?

2. Mit welchem Geschlecht identifizieren Sie sich?

- männlich
- weiblich
- divers
- keine Angabe

3. In welchem Ortsteil von Neustrelitz wohnen Sie?

- Fürstensee
- Innenstadt
- Kiefernheide
- Klein Trebbow
- Strelitz-Alt
- Zierke
- Sonstige

4. Mit wie vielen Personen leben Sie in einem Haushalt?

Tragen Sie die Anzahl der Personen ein (Sie ausgeschlossen).

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4 und mehr

5. Welchen Erwerbsstatus haben Sie?

- In Vollzeitbeschäftigung
- In Teilzeitbeschäftigung
- In Rente
- Sonstige

6. Wie hoch ist Ihr Netto-Einkommen?

- Unter 1.500€ pro Monat
- 1.500€ bis unter 2.000€ pro Monat
- 2.000€ bis unter 3.000€ pro Monat
- 3.000€ bis unter 4.000€ pro Monat
- 4.000€ bis unter 5.000€ pro Monat
- Mehr als 5.000€ pro Monat

Mobilität

7. Besitzen Sie einen PKW-Führerschein?

- Ja
- Ja, aber ich fahre nicht selbstständig
- Nein

8. Wie viele Autos stehen Ihnen in Ihrem Haushalt aktuell zur Verfügung?

Tragen Sie die Anzahl ein.

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4 und mehr

9. Wie häufig nutzen Sie folgende Verkehrsmittel?

Wege ausschließlich zu Fuß

- | Nie | Seltener als monatlich | Mehrmals monatlich | Mehrmals wöchentlich | Täglich |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Fahrrad

- | Nie | Seltener als monatlich | Mehrmals monatlich | Mehrmals wöchentlich | Täglich |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Auto (Fahrer*in)

- | Nie | Seltener als monatlich | Mehrmals monatlich | Mehrmals wöchentlich | Täglich |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Auto (Mitfahrer*in)

- | Nie | Seltener als monatlich | Mehrmals monatlich | Mehrmals wöchentlich | Täglich |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Bus

- | Nie | Seltener als monatlich | Mehrmals monatlich | Mehrmals wöchentlich | Täglich |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Nah- und Regionalverkehrszüge

- | Nie | Seltener als monatlich | Mehrmals monatlich | Mehrmals wöchentlich | Täglich |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Taxi

	Seltener als monatlich	Mehrmals monatlich	Mehrmals wöchentlich	Täglich
Nie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Shuttle-Dienste (wie z.B. Berlkönig, Moia)

	Seltener als monatlich	Mehrmals monatlich	Mehrmals wöchentlich	Täglich
Nie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Sonstiges

	Seltener als monatlich	Mehrmals monatlich	Mehrmals wöchentlich	Täglich
Nie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Smartphone-Nutzung

10. Wie häufig nutzen Sie folgende Medien?

Smartphone

	Seltener als monatlich	Mehrmals monatlich	Mehrmals wöchentlich	Täglich
Nie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Zu welchen Zwecken nutzen Sie ihr Smartphone?

- Telefonate
- SMS / Whatsapp
- Soziale Netzwerke (z.B. Instagram, Tiktok, Facebook)
- Online-Beiträge und Nachrichten lesen
- Musik / Radio hören
- Online-Einkauf
- Online-Banking
- Navigation (z.B. Google Maps, Karten)
- Mobilitätsapps (z.B. DB-Navigator)

Sonstiges

Selbständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, Nele Kelpin, geboren 28.10.1998, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung von anderen als den angegebenen Quellen und Hilfsmitteln verfasst habe. Alle Inhalte, die ich aus anderen veröffentlichten oder unveröffentlichten Quellen dem Wortlaut oder dem Sinne nach entnommen habe, sind kenntlich gemacht und im Literaturverzeichnis aufgeführt. Diese Arbeit wurde nicht im Rahmen eines anderen Prüfungsverfahrens eingereicht.

Berlin, den 05.07.24

