

Masterarbeit

Das Lastenrad als Dienstfahrzeug im Personenwirtschaftsverkehr

Annchristin Weiß

Matrikelnummer: 206272

Studiengang Logistik M.Sc.

ausgegeben am:

25.10.2021

eingereicht am:

11.04.2022

Betreuer:

Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen

Dr. Ing. Sven Langkau

Technische Universität Dortmund
Fakultät Maschinenbau
Institut für Transportlogistik
<http://www.itl.tu-dortmund.de>

Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit widmet sich einer Analyse der Anforderungen die durch potenzielle Nutzer*innen an ein Lastenradmodell gestellt werden, wenn dieses für den gewerblichen Einsatz genutzt werden soll. Dabei erfolgt die Betrachtung berufsgruppenspezifisch, um feststellen zu können, ob eine Unterscheidung auf Ebene der Berufsgruppen gewinnbringend ist und diese Erkenntnis gegebenenfalls in zukünftigen Beratungssituationen zu nutzen. Durch eine gezielte Beratung soll die Akzeptanz potenzieller Nutzer*innen gesteigert und Hemmnisse bezüglich dieses klimaschonenden Mobilitätskonzeptes abgebaut werden. Im Zuge dessen wird eine Befragung einiger Vertreter*innen der Berufsgruppen der ambulanten Pfleger*innen, Gebäudereiniger*innen und Schornsteinfeger*innen durchgeführt, anhand derer Mindestanforderungen und Anwendungsfälle je Berufsgruppe abgeleitet und diese Erkenntnisse miteinander verglichen werden. Die erzielten Ergebnisse werden zudem in diversen Nutzwertanalysen exemplarisch verarbeitet und anhand zweier Excel-Tools zur Verfügung gestellt.

Abstract

This study is dedicated to an analysis of the requirements that potential users place on a cargo bike model if it is to be used for commercial purposes. The analysis is carried out specifically for occupational groups in order to determine whether a differentiation at the level of occupational groups is profitable and, if necessary, to use this knowledge in future consultation situations. Through targeted counselling, the acceptance of potential users should be increased and obstacles regarding this climate-friendly mobility concept should be reduced. In the course of this, a survey of some representatives of the occupational groups of ambulant carers, building cleaners and chimney sweeps will be carried out, on the basis of which minimum requirements and use cases will be derived for each occupational group and these findings will be compared with each other. The results obtained are also processed in various utility analyses and made available using two Excel tools.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	III
Abstract	III
Inhaltsverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	X
Symbolverzeichnis	XI
1 Einleitung	13
1.1 Ausgangssituation und Problemstellung	13
1.2 Zielsetzung und Forschungsaufgabe	15
1.3 Aufbau der Arbeit und methodisches Vorgehen	16
2 Charakteristika des Betrachtungsgegenstandes	18
2.1 Begriffliche Abgrenzung relevanter Begriffe und ausgewählte Merkmalsdimensionen von Lastenrädern.....	18
2.1.1 Personenwirtschaftsverkehr.....	18
2.1.2 Lastenrad	18
2.1.3 Pedelec.....	18
2.1.4 Einspurige und Mehrspurige Lastenräder.....	19
2.1.5 Lastenradtypen	20
2.1.6 Antriebsarten	23
2.1.7 Reichweite	23
2.1.8 Motorposition	24
2.1.9 Ladungsaufbauten	25
2.1.10 Aktueller Stand der Forschung	26
2.2 Theoretische Annäherung an die mögliche Ausgestaltungsformen der Datenerhebung.....	29
2.2.1 Gütekriterien der empirischen Forschung	29
2.2.2 Stichprobenplanung.....	29
2.2.3 Fragevarianten	30
2.2.4 Festlegung der Antwortkategorien	32
2.2.5 Fragebogenkonstruktion	32
2.2.6 Ausgewählte Befragungsfehler	33
2.2.7 Befragungskanäle quantitativer Erhebungen.....	34
2.2.8 Pretest	36
2.3 Statistische Auswertung	36
2.3.1 Grundbegriffe der Statistischen Auswertung	36

2.3.2	Univariate Auswertung.....	39
2.3.3	Bivariate Auswertung.....	41
2.3.4	Multivariate Auswertung.....	42
2.4	Multikriterielle Entscheidungsprobleme	44
2.4.1	Grundbegriffe im Kontext der multikriteriellen Entscheidungsfindung	44
2.4.2	Ausgewählte Methoden der multikriteriellen Entscheidungsfindung	45
2.4.3	Vorgehen der Nutzwertanalyse	45
2.4.4	Methoden zur Erhebung der Kriteriengewichtung	47
3	Entwicklung des methodischen Vorgehens	49
3.1	Entwicklung eines standardisierten Befragungsinstruments	49
3.1.1	Verwendete Grundgesamtheiten und Stichproben	49
3.1.2	Verwendete Fragevarianten und Fragebögenkonstruktion.....	51
3.1.3	Verwendete Antwortvarianten.....	53
3.1.4	Verwendeter Befragungskanal	54
3.1.5	Methodik zur Überprüfung des Erhebungsinstruments.....	55
3.2	Statistische Auswertung der erhobenen Daten	55
3.2.1	Datenauswertung	55
3.2.2	Datenaufbereitung	55
3.2.3	Verwendete Verfahren zur Prüfung auf Normalverteilung	56
3.2.4	Methodik zur Identifikation von Zusammenhängen	57
3.2.5	Methodik zur Identifikation von Unterschieden.....	57
3.3	Vorgehen der Nutzwertanalyse	58
3.3.1	Identifikation der Entscheidungskriterien, Bildung eines Zielsystems und Festlegung der Planungsalternativen.....	58
3.3.2	Festlegung der Wertefunktionen	60
3.3.3	Festlegung der Gewichtung der Entscheidungskriterien und des Lastenradtyps.....	65
3.3.4	Sensitivitätsanalyse	67
4	Ergebnisse der Auswertung	68
4.1	Einordnung und Repräsentanz der Ergebnisse	68
4.2	Berufsgruppenspezifische Mindestanforderungen	71
4.3	Test auf Normalverteilung.....	77
4.4	Zusammenhangshypothese.....	78
4.5	Unterschiedshypothesen	81
4.6	Vorstellung der Planungsalternativen in Form des Produktportfolios.....	82
4.7	Gewichtung der Entscheidungskriterien und des bevorzugten Lastenradtyps	83
4.8	Zusammenführung der Ergebnisse im Rahmen der Nutzwertanalyse.....	85
4.9	Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse und Validierung der Gewichtung des Lastenradtyps.....	89
4.10	Nutzerfreundliche Darstellung der erzielten Ergebnisse	93
5	Diskussion der Ergebnisse.....	96

5.1	Repräsentativität der Arbeit.....	96
5.2	Fahrzeugspezifische Mindestanforderungen je Berufsgruppe.....	97
5.3	Einfluss sozialstatistischer Merkmale auf die Gewichtung der Entscheidungskriterien	98
5.4	Unterschiede der Gewichtung der Entscheidungskriterien je Berufsgruppe	99
5.5	Eignung des Unterteilungskriteriums der Berufsgruppen zur Bewertung von Lastenradmodellen	101
5.6	Auswertung der Sensitivitätsanalyse	103
6	Fazit.....	105
6.1	Fragestellung und Vorgehensweise	105
6.2	Wesentliche Erkenntnisse.....	105
6.3	Ausblick.....	107
7	Literatur	XI
	Rechtsquellenverzeichnis.....	XVI
	Anhang	XVII
	Erklärung.....	XLIV

Abkürzungsverzeichnis

ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club
ADFC	Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club
AHP	Analytic Hierarchy Process
BA	Bundesagentur für Arbeit
BMDV (ehemals BMVI)	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BUND	Bund für Umwelt und Naturschutz
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
E-MBT	Electronic Mountainbike
E-MTB	Elektro Mountainbike
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GNW	Gesamtnutzwert
Kfz	Kraftfahrzeug
KID 2010	Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland 2010
km/h	Kilometer pro Stunde
KST	Kolmogorov-Smirnoff-Test
kW	Kilo Watt
kWh	Kilo Watt Stunde
LT	Lastenradtyp
MADM	Multi-Attribute-Decision Making
MID 2017	Mobilität in Deutschland 2017
MODM	Multi-Objective-Decision Making
MWZ	Mittelwertziehung
NWA	Nutzwertanalyse
Pedelec	Pedal Electric Cycle
Pkw	Personenkraftwagen
SMART	Simple Multi-Attribute Rating Technique
StVZO	Straßenverkehrszulassungsordnung
SWT	Shapiro-Wilk-Test
TNW	Teilnutzwert
WIV 2016	Untersuchung des Einsatzes von Fahrrädern im Wirtschaftsverkehr 2016
ZG	Zielerfüllungsgrad
ZIV	Zweirad-Industrie-Verband

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1: Vor- und Nachteile ein- und mehrspuriger Lastenräder (eigene Darstellung i.A.a.ADFC 2020)	20
Abb. 2-2: Bäckerrad/ Postrad (eigene Darstellung)	21
Abb. 2-3: Long Tail (eigene Darstellung)	21
Abb. 2-4: Long John (eigene Darstellung)	22
Abb. 2-5: Trike (eigen Darstellung)	22
Abb. 2-6: Schwertransporter (eigene Darstellung)	23
Abb. 2-7 Offene Transportbox (eigene Darstellung)	25
Abb. 2-8 Ladungsfläche mit Reling (eigene Darstellung)	26
Abb. 2-9 - geschlossene Transportbox (eigene Darstellung)	26
Abb. 3-1: Sozialstatistische Merkmale der Grundgesamtheiten (eigene Darstellung i.A.a Bundesagentur für Arbeit 2021a, 2021b, 2021c)	50
Abb. 3-2: Fragebogenkonstruktion (eigene Darstellung)	53
Abb. 3-3: Abfrage der Präferenzen	54
Abb. 3-4: Zielsystem der Nutzwertanalyse	60
Abb. 3-5: Wertefunktion des Attributs Anzahl witterungsgeschützter Komponenten	61
Abb. 3-6: Wertefunktion des Attributs <i>Gewicht in kg</i>	62
Abb. 3-7: Wertefunktion des Attributs <i>Abschließbares Transportvolumen in l</i>	63
Abb. 3-8: Wertefunktion des Attributs <i>Reichweite in km</i>	65
Abb. 4-1: GG und SP der ambulanten Pfleger*innen (eigene Darstellung i.A.a. Bundesagentur für Arbeit 2021a)	68
Abb. 4-2: GG und SP der Gebäudereiniger*innen (eigene Darstellung i.A.a. Bundesagentur für Arbeit 2021b)	69
Abb. 4-3: GG und SP der Schornsteinfeger*innen (eigene Darstellung i.A.a. Bundesagentur für Arbeit 2021c)	70
Abb. 4-4: Tagesstrecken in km in der Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen	71
Abb. 4-5: Anfahrtswege in km in der Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen	72
Abb. 4-6: Transportbedarf in kg in der Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen	72
Abb. 4-7: Tagesstrecken in km in der Berufsgruppe der Gebäudereiniger*innen	73
Abb. 4-8: Anfahrtswege in km in der Berufsgruppe der Gebäudereiniger*innen	73
Abb. 4-9: Transportbedarf in kg in der Berufsgruppe der Gebäudereiniger*innen	74
Abb. 4-10: Tagesstrecken in km in der Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen	75
Abb. 4-11: Anfahrtswege in km in der Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen	75
Abb. 4-12: Transportbedarf in kg in der Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen	76
Abb. 4-13: Mann-Whitney-U Geschlecht u. Gewichtung einfache Handhabung	80
Abb. 4-14: Anteile der Lastenradtypen im Produktportfolio	83
Abb. 4-15: Eignung der Lastenradtypen je Berufsgruppe	84
Abb. 4-16: Vergleich Ergebnisse nach MWZ der Bewertung F2.2	91
Abb. 4-17: Vergleich Ergebnisse nach MWZ der Bewertung F1.2	92
Abb. 4-18: Vergleich Ergebnisse nach MWZ der Bewertung F3.2	92
Abb. 4-19: Excel-Tool - berufsgruppenspezifische Beratung	94

Abb. 4-20: Excel-Tool- Individuelle Beratung	95
Abb. 5-1: Transportbedarf in kg nach Berufsgruppe	98
Abb. 5-2: Geschlechterverteilung innerhalb der Stichproben nach Berufsgruppen.....	100
Abb. 5-3: Vergleich Bewertung Lademeister vs. U	103

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1: Skalenniveaus (eigene Darstellung i.A.a. Berger-Grabner 2016, S. 123)	38
Tab. 2-2: Effektstärkemaße (eigene Darstellung i.A.a. Cohen 1988, S. 155–159).....	39
Tab. 2-3: Auswertungsklassen (eigene Darstellung i.A.a. Berger-Grabner 2016, S. 171– 183) 43	
Tab. 3-1: Punktevergabe Witterungsschutz	61
Tab. 3-2: Punktevergabe der Unterkriterien "Motorposition" und "Anzahl der Spuren"	62
Tab. 4-1: Test auf Normalverteilung.....	78
Tab. 4-2: Kendalls Tau Alter u. Gewichtung.....	79
Tab. 4-3: Eta ² Geschlecht u. Gewichtung	79
Tab. 4-4: Kendalls Tau Freizeitfahrradnutzung u. Gewichtung.....	80
Tab. 4-5: Kendalls Tau Erfahrungen E-Bike u. Gewichtung	81
Tab. 4-6: Kendalls Tau Erfahrung Lastenrad u. Gewichtung	81
Tab. 4-7: Unterschiede der Gewichtung durch einzelne Berufsgruppen	82
Tab. 4-8: Gewichtung der Entscheidungskriterien je Berufsgruppe (vollständig).....	84
Tab. 4-9: Gewichtung der Entscheidungskriterien je Berufsgruppe (angepasst).....	85
Tab. 4-10: Ergebnisse der NWA nach Anwendungsfall	86
Tab. 4-11: Beste Planungsalternative laut NWA für F1.1	87
Tab. 4-12: Beste Planungsalternative laut NWA für F2.1	88
Tab. 4-13: Beste Planungsalternative laut NWA für F3.4	88
Tab. 4-14: Übersicht Ergebnisse NWA pro Fall	89
Tab. 4-15: Ergebnisse NWA F2.2.....	90
Tab. 4-16: Alternativenbewertung nach Mittelwertziehung der Bewertung für F2.2.....	90
Tab. 4-17: Ergebnisse NWA nach MWZ der Bewertung F2.2.....	90
Tab. 4-18: Auswertung der Abweichungen nach Mittelwertziehung	93
Tab. 5-1: Mindestanforderungen nach Anwendungsfällen: Reichweite	97

Symbolverzeichnis

A	Menge der Planungsalternativen
a	Planungsalternative a
B	Menge der Berufsgruppen
b	Berufsgruppe b
fV_b	Angenommenes Kofferraumvolumen der Berufsgruppe b
g_a	Gewicht der Planungsalternative a in kg
Gew_{AT_b}	Gewichtung des Entscheidungskriteriums abschließbare Transportbox der Berufsgruppe b
Gew_{EA_b}	Gewichtung des Entscheidungskriteriums E-Antrieb der Berufsgruppe b
Gew_{EH_b}	Gewichtung des Entscheidungskriteriums Einfache Handhabung der Berufsgruppe b
Gew_{R_b}	Gewichtung des Entscheidungskriteriums Reichweite der Berufsgruppe b
Gew_{WS_b}	Gewichtung des Entscheidungskriteriums Witterungsschutz der Berufsgruppe b
$GNW_{a,b,f}$	Gesamtnutzwert der Planungsalternative a für die Berufsgruppe b im Anwendungsfall f
K	Menge der Kriterien
k	Kriterium k
L	Menge der Lastenradtypen
l	Lastenradtyp l
$maxG_A$	Maximales Gewicht der in der Menge A enthaltenen Planungsalternativen
$mixG_A$	Minimales Gewicht der in der Menge A enthaltenen Planungsalternativen
P	Menge der befragten Personen
p	Person p
p_b	Person p der Berufsgruppe b
$Praef_{LT_{l,b}}$	Präferenz des Lastenradtyp l der Berufsgruppe b
$Punktanteil_{k,pb}$	Punktanteil des Kriteriums k vergeben durch Person p der Berufsgruppe b an der Gesamtpunkt der durch Person p vergebenen Punkte
$Punkt_{k,pb}$	Punkt des Kriteriums k vergeben durch Person p der Berufsgruppe b
r_a	Reichweite der Planungsalternative a in km

s_f	Schwellenwert des Anwendungsfalls f in km
TNW_AT _{a,b}	Teilnutzwert des Kriteriums abschließbare Transportbox für die Planungsalternative für die Berufsgruppe b
TNW_EA _{a,b}	Teilnutzwert des Kriteriums E-Antrieb der Planungsalternative a für die Berufsgruppe b
TNW_EH _{a,b}	Teilnutzwert des Kriteriums einfache Handhabung der Planungsalternative a für die Berufsgruppe b
TNW_R _{a,b,f}	Teilnutzwert des Kriteriums Reichweite der Planungsalternative a für die Berufsgruppe b im Anwendungsfall f
TNW_WS _{a,b}	Teilnutzwert des Kriteriums Witterungsschutz der Planungsalternative a für die Berufsgruppe b
v_a	Abschliebares Transportvolumen in l der Planungsalternative a
ZG_AT _{a,b}	Zielerfüllungsgrad des Attributs abschließbares Transportvolumen der Planungsalternative a für die Berufsgruppe b
ZG_EA _a	Zielerfüllungsgrad des Attributs E-Antrieb der Planungsalternative a
ZG_G _{a,b}	Zielerfüllungsgrad des Attributs Gewicht in kg der Planungsalternative a für die Berufsgruppe b
ZG_MP _{a,b}	Zielerfüllungsgrad des Attributs Motorposition der Planungsalternative a für die Berufsgruppe b
ZG_R _{a,f}	Zielerfüllungsgrad des Attributs Reichweite der Planungsalternative a für den Anwendungsfall f
ZG_S _{a,b}	Zielerfüllungsgrad des Attributs Anzahl der Spuren der Planungsalternative a für die Berufsgruppe b
ZG_WS _a	Zielerfüllungsgrad des Attributs Witterungsschutz der Planungsalternative a
Zustimmung _{l,b}	Zustimmung der Berufsgruppe b zum Lastenradtyp l

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Lärm, Luftverschmutzung, überlastete Infrastrukturen und Staus sind ein wesentlicher Teil der Problematik, die im Hinblick auf den Verkehr in deutschen Ballungsgebieten beobachtet werden kann. Dabei ist insbesondere ein effizienter Wirtschaftsverkehr ein wesentlicher Faktor zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit deutscher Städte. Dem gegenüber stehen gesellschaftliche Ziele wie die Lebensqualität im urbanen Raum, Klimaschutz und Luftreinhaltevorhaben, deren Erreichung mitunter durch das steigende Verkehrsaufkommen im Bereich des Wirtschaftsverkehrs ausgebremst bzw. verhindert wird. Die voranschreitende Urbanisierung, der stark wachsende Online-Handel und die zunehmende Mobilität der Bevölkerung lassen vermuten, dass es in naher Zukunft praktikable Alternativen zu Fahrzeugen mit Verbrennmotoren braucht, um trotz des steigenden Verkehrsaufkommens die Lebensqualität auch in Städten aufrechtzuerhalten, die Klimaziele nicht zu verfehlen und die Effizienz der Verkehrsinfrastruktur zu erhalten.

Konsens des wissenschaftlichen Diskurses zur Bewältigung dieser Herausforderungen im Bereich der städtischen Mobilität ist die Notwendigkeit unterschiedlichster Mobilitätskonzepte, um die Anforderungen der diversen Bereiche und Akteure auf diesem Feld bestmöglich abdecken zu können und gangbare Alternativen zu konventionellen Verkehrsmitteln zu schaffen. (Schramm 2016, S. 3–4)

Zum Erhebungszeitpunkt der Mobilitätsstudie „Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland 2010“ (KID 2010) betrug der Anteil des Wirtschaftsverkehr an der Gesamtheit aller Fahrten bereits 36 % (Wermuth 2010, S. 26). Dies unterstreicht, dass dieser eine wesentliche Stellschraube bei Überlegungen zur Abmilderung der eingangs beschriebener Entwicklungen darstellt. Betrachtet man die Ergebnisse der im Auftrag des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV¹) erstellten Studie „Mobilität in Deutschland 2017“ im Detail, wird die Bedeutung des Wirtschaftsverkehrs und insbesondere des Personenwirtschaftsverkehrs² für die Lösung des Problems deutlich.

Im Rahmen der Befragung des BMDV gaben 28 % der Teilnehmer*innen in Stadtgebieten an, regelmäßige berufliche Wege mit einem gewerblichen Pkw zurückzulegen. (BMDV 2017b) Dabei wurden als Hauptzweck dieser Fahrten in 70 % der Fälle, Tätigkeiten im Bereich des Personenwirtschaftsverkehrs angegeben. (BMDV 2017a) Abgeleitet aus dem Anteil des Personenwirtschaftsverkehrs am Verkehrsaufkommen in urbanen Räumen und den Kriterien zur Eignung eines Lastenrades in spezifischen Anwendungsgebieten und den damit verbundenen positiven Effekten auf Mitarbeiter*innen, Gewerbetreibende und das öffentliche Leben, scheint das hier entstehende Potential durch eine Verkehrsverlagerung auf das Rad erheblich. Besonders relevant im

¹ Ehemals BMVI

² Der hier genannte prozentuale Wert ist die Summe der Anteile der Fahrten, dessen Hauptzweck in der Erhebung des MID den Kategorien „Besuch/Besichtigung/Besprechung“, „Kundendienst/ Erledigung“, Sozialdienst/ Betreuung“ zugeordnet wurden.

Zusammenhang mit der Betrachtung des gewerblichen Einsatzes von Lastenrädern ist die Erkenntnis, dass 27 % der Tagesstrecken zur Bewältigung regelmäßiger beruflicher Wege in städtischen Regionen, welche mit einem gewerblichen Pkw zurückgelegt werden, eine Länge von unter 30 km aufwiesen. Bei privaten Pkw, welche für diesen Zweck und in diesem Raum eingesetzt werden, konnte dieser Wert mit 37 % beziffert werden. Abgeleitet aus diesen Zahlen lässt sich ein erhebliches Verlagerungspotenzial des Personenwirtschaftsverkehrs auf Lastenräder vermuten. (BMDV 2017c)

In diversen Studien wurde bereits der gewerbliche Einsatz von Lastenrädern als Lösungskonzept der beschriebenen Problematik diskutiert. Neben den positiven Effekten auf die gesellschaftlichen Ziele des Klimaschutzes und der Luftreinhaltung in Ballungsgebieten bietet der gewerbliche Einsatz von Lastenrädern zudem für Unternehmen wesentliche Wettbewerbsvorteile. So ist eine Senkung der Gesamtbetriebskosten durch den Wegfall von Kfz-Steuern und Parkausweisen insbesondere im Innenstadtbereich ein wesentlicher Vorteil. (Vgl. Gruber et al. 2016, S. 38–40; Gruber et al. 2021, S. 10–11) Vor dem Hintergrund der aktuellen Entwicklung bezüglich der Energiekosten ist hier die Reduzierung der Kraftstoffkosten gesondert zu nennen. Zudem eröffnet das Lastenrad einen Zugang zu Arbeitnehmern, welche nicht über einen Pkw-Führerschein verfügen und stellt somit, insbesondere in Branchen, in denen ein Fachkräftemangel besteht, ein erhebliches Potential zur Erschließung neuer Arbeitskraft dar. Darüber hinaus bietet der Einsatz eines Lastenrades für Betriebe zusätzliches Marketingpotential durch die Folierung der Transporteinheit mit dem Firmenlogo oder entsprechenden Werbefolien oder Ähnliches. Ebenso kann durch die Diversifizierung des Fuhrparks, zu einer Mischform aus Personenkraftwagen und Lastenrädern die Effizienz der Touren insbesondere in Ballungsgebieten gesteigert werden, da in diesen Bereichen bis zu einer Streckenlänge von bis 20 km durch den Einsatz von Lastenrädern nachweislich kein zeitlicher Nachteil entsteht (Gruber et al. 2021, S. 8).

Die Einordnung von Berufsgruppen in das Marktsegment des Personenwirtschaftsverkehr wird anhand des Zwecks der Fahrt vorgenommen. Dies wiederum hat zur Folge, dass die beschriebenen Merkmale zur Bewertung der Eignung in Anwendungsgebieten des Personenwirtschaftsverkehrs eine hohe Heterogenität zwischen den einzelnen Berufsgruppen bzw. Berufsuntergruppen aufweisen. Studien auf diesem Forschungsfeld konnten zwar diverse fahrzeug- und anwenderspezifische Anforderungen zur Akzeptanzsteigerung potenzieller Nutzer*innen identifizieren und günstige infrastrukturelle Gegebenheiten benennen, jedoch erfolgte die Betrachtung stets anhand einer Unterteilung von Marktsegmenten oder Wirtschaftszweigen. (Gruber et al. 2016, S. 6–8, 2021, S. 6–11) Eine feingranulare Betrachtung einzelner Berufsgruppen demnach sinnstiftend, da diese zum einen mit unterschiedlichen Rahmenbedingungen wie Tourenlänge oder Anzahl der Einzelfahrten pro Tag konfrontiert sind und zum anderen unterschiedliche Anforderungen an Transportkapazitäten bzw. Transportfahrzeuge gestellt werden. So sind beispielsweise Schornsteinfeger*innen und Gebäudereiniger*innen der Branche des Handwerks und dem Marktsegment des Personenverkehrs zuzuordnen. Der Arbeitsalltag dieser beiden Berufsuntergruppen unterscheidet sich jedoch erheblich, wodurch eine unterschiedliche Bewertung der Eignung und Gewichtung der fahrzeugspezifischen Kriterien zu erwarten ist.

1.2 Zielsetzung und Forschungsaufgabe

Im Zuge dieser Arbeit soll eine detaillierte Betrachtung der berufsgruppenspezifischen Anforderungen der Schornsteinfeger*innen, Gebäudereiniger*innen und ambulanten Pflegekräfte vorgenommen werden. Auf Basis zuvor identifizierter Entscheidungskriterien zur Bewertung einzelner Lastenradmodelle sollen dabei Mindestanforderungen je Berufsgruppe identifiziert werden. Zusätzlich soll eine Erhebung der Präferenzen der Mitarbeiter*innen der betrachteten Bereiche durchgeführt werden. Diese soll Aufschluss darüber geben, inwieweit und durch welche fahrzeugspezifischen Faktoren die Akzeptanz der Mitarbeiter*innen bezüglich des Vorhabens, bisherige Dienstfahrzeuge durch Lastenräder zu ersetzen, gesteigert werden kann. Diese Akzeptanzsteigerung ist ein wesentlicher Faktor für eine erfolgreiche Implementierung eines neuen Mobilitätskonzeptes in bereits bestehende Unternehmensstrukturen, weshalb insbesondere die Einstellungen und Präferenzen der Mitarbeiter*innen im operativen Geschäft im Fokus der Betrachtung stehen sollen. Es soll die Annahme geprüft werden, ob sich die Rahmenbedingungen und damit die Mindestanforderungen je Bereich unterscheiden. Da die Akzeptanz des gewerblichen Einsatzes eines Lastenrades zudem von sozialstatistischen Faktoren beeinflusst wird soll untersucht werden, ob ebenfalls die Gewichtung der einzelnen Entscheidungskriterien von Berufsgruppe, Geschlecht, Alter und der bisherigen Fahrradnutzung beeinflusst wird. (Gruber 2021, S. 117)

Abgeleitet aus dem Ziel des Forschungsvorhabens, den genannten Annahmen sowie der beschriebenen Limitierung des Forschungsfeldes können die folgenden Forschungsfragen formuliert werden:

1. Welche **fahrzeugspezifischen Mindestanforderungen** an ein gewerblich eingesetztes Lastenrad im Arbeitsalltag der im Bundesgebiet arbeitenden Schornsteinfeger*innen, Gebäudereiniger*innen und ambulanten Pflegekräfte können anhand der Betrachtung eines üblichen Arbeitsalltags identifiziert werden?
2. Wie **gewichten** im Bundesgebiet arbeitende Schornsteinfeger*innen, Gebäudereiniger*innen und ambulante Pflegekräfte die **fahrzeugspezifischen Merkmalsausprägungen** eines Lastenrades im Hinblick auf dessen gewerblichen Einsatz als Dienstfahrzeug in ihrem Arbeitsalltag?
3. Wird die Gewichtung der fahrzeugspezifischen Merkmalsausprägungen eines Lastenrades im Hinblick auf dessen gewerblichen Einsatz als Dienstfahrzeug im Arbeitsalltag der im Bundesgebiet arbeitenden Schornsteinfeger*innen, Gebäudereiniger*innen und ambulanten Pflegekräfte durch das **Alter, Geschlecht oder die bisherige Fahrradnutzung** einer befragten Person beeinflusst?
4. Können **signifikante Unterschiede je Berufsgruppe** bezüglich der Gewichtungen der fahrzeugspezifischen Merkmalsausprägungen eines Lastenrades im Hinblick auf dessen gewerblichen Einsatz als Dienstfahrzeug im Arbeitsalltag der im Bundesgebiet arbeitenden Schornsteinfeger*innen, Gebäudereiniger*innen und ambulanten Pflegekräfte festgestellt werden?

5. Ist eine **berufsgruppenspezifische Nutzwertanalyse** im Zuge der Beurteilung der Eignung eines Lastenradmodells für den Einsatz in Berufsalltag von Schornsteinfeger*innen, Gebäudereiniger*innen und ambulanten Pfleger*innen eine **sinnvolle Unterteilung**?

Basierend auf einer statistischen Auswertung der erhobenen Daten zur Beantwortung der Forschungsfragen sollen spezifische Anwendungsfälle pro Berufsgruppe gebildet werden. Darauf aufbauend sollen jeweils Nutzwertanalysen durchgeführt werden. Unter Zuhilfenahme eines im Vorfeld erstellten Produktportfolios, welches die Planungsalternativen enthält, sollen exemplarische Empfehlungen zu geeigneten Lastenmodellen für die jeweiligen Anwendungsfälle auf Basis der identifizierten Mindestanforderungen und angegebenen Gewichtungen erarbeitet werden.

1.3 Aufbau der Arbeit und methodisches Vorgehen

Die hier vorliegende Arbeit verfolgt das Ziel, einen umfassenden Einblick in die Wichtigkeit der, für die ambulante Pfleger*innen, Schornsteinfeger*innen sowie Gebäudereiniger*innen, relevanter Kriterien zur Akzeptanz eines Lastenrades als vollständigen oder teilweisen Ersatz zum konventionell betriebenen Dienstwagen zu geben. Hierfür wird in **Kapitel 2 Charakteristika des Betrachtungsgegenstandes** eine umfassende Literaturrecherche zur Abgrenzung des Forschungsgegenstandes sowie zur Identifikation geeigneter Vorgehensweisen zur Bearbeitung dieser Forschungsfrage durchgeführt. Im Zuge dessen werden zu Beginn relevante Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit Lastenrädern definiert und entscheidende fahrzeugspezifische Merkmalsdimensionen vorgestellt. Darüber hinaus wird der aktuelle Stand der Forschung vorgestellt und anschließend eine Auswahl an möglichen Vorgehensweisen zur Erhebung und Auswertung der benötigten Daten sowie deren Weiterverarbeitung im Rahmen einer Nutzwertanalysen dargestellt.

Kapitel 3 Entwicklung des methodischen Vorgehens widmet sich der Entwicklung einer passenden Vorgehensweise zur Beantwortung der Forschungsfragen auf Grundlage der vorausgegangenen Recherche sowie der Gegebenheiten des Forschungsumfeldes. Zu Beginn wird ein standardisiertes Befragungsinstrument entwickelt, mit welchem der typische Berufsalltag der befragten Personen ermittelt werden kann, um im nachfolgenden Schritt der Datenauswertungen daraus Mindestanforderungen je Berufsgruppe ableiten zu können. Ebenso sollen anhand der Mindestanforderungen einzelne Anwendungsfälle der betrachteten Berufsgruppen identifiziert werden. Weiterhin dient die Befragung der Erhebung von einer Gewichtung einzelner, für die Akzeptanz der Nutzer*innen relevanten fahrzeugspezifischer Entscheidungskriterien. Zusätzlich soll ebenso erfasst werden, welche Lastenradtypen von den Vertreter*innen der Berufsgruppen als geeignet bewertet werden.

Nach der Entwicklung der Erhebungsmethode werden passende statistische Auswertungsverfahren identifiziert, um sowohl Zusammenhänge zwischen einzelnen Merkmalen der Person und deren Gewichtung der Entscheidungskriterien zu erfassen als auch Unterschiede zwischen der Bewertung der Berufsgruppen herauszuarbeiten. Dabei dient die Analyse von berufsgruppenun-spezifischen Zusammenhängen der zusätzlichen Überprüfung identifizierter Unterschiede. Kapitel 3 schließt mit dem Unterkapitel zur Entwicklung eines geeigneten Vorgehens der Entscheidungsunterstützung. Im Zuge dessen wird sowohl das Zielsystem anhand der zuvor identifizierten

relevanten Entscheidungskriterien definiert als auch deren Gewichtung festgesetzt. Zudem werden auf Grundlage der identifizierten Mindestanforderungen entsprechende Wertfunktionen festgelegt und ein geeignetes Verfahren zur Überprüfung der Stabilität des entwickelten Verfahrens der Nutzwertanalyse herausgearbeitet.

Die Auswertung der erzielten Ergebnisse erfolgt in **Kapitel 4 Ergebnisse der Auswertung**. Beginnend mit einer Darlegung der für die Einordnung der Repräsentanz relevanten Ergebnisse werden anschließend die berufsgruppenspezifischen Mindestanforderungen vorgestellt und zusätzliche Anwendungsfälle definiert. Zur Begründung des weiteren Vorgehens zur bivariaten Auswertung der erhobenen Daten werden diese auf ihre Verteilungsform hin geprüft und anschließend die entsprechenden Ergebnisse der statistischen Auswertung hinsichtlich etwaiger Zusammenhänge und Unterschiede vorgestellt. Daran anschließend erfolgt die Vorstellung der abschließenden Gewichtung der Entscheidungskriterien pro Berufsgruppe bzw. Anwendungsfall. Basierend auf den dargestellten Ergebnissen erfolgt anschließend die Vorstellung der durchgeführten Nutzwertanalysen und die Überprüfung der erzielten Ergebnisse anhand einer Sensitivitätsanalyse.

Kapitel 5 Diskussion der Ergebnisse umfasst die Diskussion und Interpretation der vorliegenden Ergebnisse sowie eine detaillierte Beantwortung der Forschungsfragen. Dies beinhaltet die Bewertung der erhobenen Daten hinsichtlich ihrer Repräsentanz für die betrachteten Grundgesamtheiten sowie eine Diskussion der erfassten fahrzeugspezifischen Mindestanforderungen und der daraus abgeleiteten Anwendungsfälle. Darüber hinaus werden die identifizierten Zusammenhänge zwischen den sozialstatistischen Merkmalen der Befragten und deren Gewichtung der Entscheidungskriterien diskutiert und in ein Verhältnis zu den herausgearbeiteten Unterschieden zwischen den einzelnen Berufsgruppen gesetzt. Abschließend erfolgt die Interpretation der Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse. In **Kapitel 6 Fazit** werden die Grundzüge der vorliegenden Arbeit in zusammengefasster Form beschrieben, die wesentlichen Ergebnisse dieser Arbeit herausgestellt und ein Ausblick hinsichtlich der offenen Aspekte der Forschungsfrage und entsprechender Zukunftsperspektiven aufgezeigt.

2 Charakteristika des Betrachtungsgegenstandes

2.1 Begriffliche Abgrenzung relevanter Begriffe und ausgewählte Merkmalsdimensionen von Lastenrädern

Grundlage einer nachvollziehbaren Bearbeitung eines Forschungsvorhabens ist ein einheitliches und gemeinsames Begriffsverständnis der für die Diskussion relevanten Begriffe sowie eine klare Abgrenzung des Themas gegenüber weiteren Forschungsbestrebungen. Demnach widmet sich das folgende Unterkapitel der Definition relevanter Begriffe im Kontext des gewerblichen Einsatzes von Lastenrädern, der Vorstellung der in dieser Arbeit betrachteten Merkmalsdimensionen sowie einer Abgrenzung zu bereits abgeschlossenen Studien auf dem bearbeiteten Forschungsfeld.

2.1.1 Personenwirtschaftsverkehr

Der Personenwirtschaftsverkehr umfasst die gewerblichen Verkehre von Unternehmen der Dienstleistungsbranche und Gewerbetreibenden. Dabei ist das Erreichen des Einsatzortes, bzw. die Überwindung der Distanz zwischen zwei Einsatzorten der Hauptzweck des eingesetzten Fahrzeugs. Der Transport von Gütern, im Sinne von bspw. Arbeitsmaterialien, ist hier lediglich ein untergeordneter Aspekt. Hauptaugenmerk liegt auf dem Transport der dienstleistenden Person. (Gruber et al. 2016, S. 30)

2.1.2 Lastenrad

In der deutschen Gesetzgebung ist das Lastenrad als solches nicht explizit definiert und diesem Umstand geschuldet, der allgemeinen Definition des Fahrrades zuzuordnen. Gemäß § 63a Absatz 1 StVZO ist „Ein Fahrrad [...] ein Fahrzeug mit mindestens zwei Rädern, das ausschließlich durch die Muskelkraft auf ihm befindlicher Personen mit Hilfe von Pedalen oder Handkurbeln angetrieben wird“ (§ 63a Abs. 2 StVZO 2022). Lastenräder grenzen sich durch ihre stabilere Bauart sowie die Möglichkeit durch An- und Aufbauten die Transportkapazität des Rades deutlich zu erhöhen, von gewöhnlichen Fahrrädern ab (ADAC 2020).

Lastenräder werden im Alltag in den unterschiedlichsten Anwendungsgebieten eingesetzt. Aus diesem Grund haben sich an die entsprechenden Anwendungsgebiete angepasste Lastenradtypen herausentwickelt. Die Eignung eines Rades für einen spezifischen Einsatzzweck hängt von unterschiedlichen Merkmalen ab. Beispielhaft können hier die Anzahl der Spuren, das Gewicht des Rades, die Art der Transportaufbauten oder der Grad des Witterungsschutzes genannt werden. Bei Lastenrädern mit elektrischer Tretunterstützung sind zusätzlich die Motorposition und die Reichweite des Akkus zu berücksichtigen. Im Folgenden werden die unterschiedlichen Ausprägungen dieser Merkmale eines Lastenrades genauer beleuchtet.

2.1.3 Pedelec

Der Begriff Pedelec (Pedal Electric Cycle) dient als Oberbegriff für Fahrräder mit einem elektromotorischem Hilfsantrieb. Die darin enthaltenen Räder lassen sich in zwei Kategorien aufteilen.

Die erste umfasst die Pedelecs, die, aus steuer- und verkehrsrechtlicher Sicht, traditionellen Fahrrädern gleichgestellt sind. Um dieser ersten Kategorie zugeordnet zu werden, muss ein Pedelec bestimmte Voraussetzungen erfüllen, welche dem § 63a Abs. 2 der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) zu entnehmen sind. Demnach gilt als ein

*„Fahrrad [...] auch ein Fahrzeug im Sinne des Absatzes 1, das mit einer elektrischen Tret-
hilfe ausgerüstet ist, die mit einem elektromotorischen Hilfsantrieb mit einer größten Nenndau-
erleistung von 0,25 kW ausgestattet ist, dessen Unterstützung sich mit zunehmender Fahrzeu-
geschwindigkeit progressiv verringert und beim Erreichen einer Geschwindigkeit von 25 km/h
oder wenn der Fahrer mit dem Treten oder Kurbeln einhält, unterbrochen wird. Die Anfor-
derungen des Satzes 1 sind auch dann erfüllt, wenn das Fahrrad über einen Hilfsantrieb im Sinne
des Satzes 1 verfügt, der eine Beschleunigung des Fahrzeugs auf eine Geschwindigkeit von bis
zu 6 km/h, auch ohne gleichzeitiges Treten oder Kurbeln des Fahrers, ermöglicht (Anfahr- oder
Schiebehilfe).“ (§ 63a Abs. 2 StVZO 2022)*

Pedelecs, welche die in diesem Paragraphen festgehaltenen Kriterien nicht erfüllen, werden als S-Pedelecs bezeichnet und aus verkehrsrechtlicher Sicht als Kraftfahrzeuge eingestuft. In den meisten Fällen unterstützt der Motor bis zu einer Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h. Daher ist neben einem Versicherungskennzeichen auch eine Fahrerlaubnis notwendig, um ein S-Pedelec fahren zu dürfen. Ebenso bestehen eine Helmpflicht und das Mindestalter von 16 Jahren. S-Pedelecs dürfen grundsätzlich nicht auf Radwegen fahren. (Greenstorm Mobility GmbH 2021)

Gegenstand dieser Arbeit sind ausschließlich Räder, die die Kriterien des §63a Absatz 2 StVZO erfüllen und somit dem traditionellen Fahrrad gleichgestellt sind. Eine Betrachtung von S-Pedelecs wird demnach im Folgenden nicht vorgenommen.

2.1.4 Einspurige und Mehrspurige Lastenräder

Unterschieden werden können Lastenräder anhand der Anzahl ihrer Räder und damit einhergehend der Ein- oder Mehrspurigkeit. Dabei bringen beide Varianten jeweils Vor- und Nachteile mit sich, welche es vor dem Hintergrund des geplanten Einsatzgebiets eines Lastenrades abzuwägen gilt.

Die Fahreigenschaften einspuriger Lastenräder sind denen eines herkömmlichen Fahrrades besonders ähnlich. Demnach können mit vielen einspurigen Lastenradmodellen Kurven oder Engpässe mit gewohnter Geschwindigkeit genommen werden, wodurch sich häufig bei bereits fahrraderfahrenen Nutzer*innen schnell ein sicheres Fahrgefühl einstellt. Allerdings lässt sich mit einem einspurigen Lastenrad im Vergleich zu mehrspurigen Varianten meist weniger Volumen und Gewicht transportieren, da die Transportfläche in der Regel die Breite des Lenkers nicht oder nur unwesentlich überschreitet. Außerdem führt ein hohes Transportgewicht bei niedrigen Geschwindigkeiten zu geringer Fahrstabilität. Darüber hinaus verfügen einspurige Varianten im Stand über eine geringere Stabilität, wodurch das Be- und Entladen unkomfortabel ausfallen kann.

Demgegenüber stehen die mehrspurigen Lastenradmodelle. Diese zeichnen sich durch eine hohe Stabilität im Stand und während des Fahrens, auch bei geringen Geschwindigkeiten, aus. Darüber hinaus sind sie üblicherweise mit großen und breiten Ladeflächen und unter Umständen auch Ladungseinheiten ausgestattet, welche mühelos im Stand be- und entladen werden können.

Der Zugewinn an Stabilität wirkt sich allerdings negativ auf die Agilität des Rades aus. So können mit einem mehrspurigen Lastenrad, insbesondere im Stadtverkehr, keine vergleichbaren Geschwindigkeiten erreicht werden. Ebenso ist der Wendekreis, bedingt durch den Wegfall der Möglichkeit, mit dem eigenen Körpergewicht zu lenken, deutlich größer als bei einspurigen Varianten. (ADFC 2020)

Einspurige Lastenräder	Mehrspurige Lastenräder
+ Sehr wendig	+ Große, breite Transportboxen
+ Hohe Geschwindigkeiten	+ Stabiler Stand auch bei großen Lasten
+ Fahreigenschaften ähnlich wie bei herkömmlichem Fahrrad	
- geringe Fahrstabilität bei großer Beladung oder geringer Geschwindigkeit	- Fahreigenschaften unterscheiden sich stark zu denen, eines herkömmlichen Rades
- Wenig sicherer Stand	- Geringere Geschwindigkeiten
- schmale Ladefläche	

Abb. 2-1: Vor- und Nachteile ein- und mehrspuriger Lastenräder (eigene Darstellung i.A.a.ADFC 2020)

2.1.5 Lastenradtypen

Neben der groben Einteilung nach Anzahl der Spuren eines Lastenrades können weiterhin fünf Lastenradtypen benannt werden. Die wesentlichen Unterschiede werden im Folgenden kurz dargestellt.

Das typischerweise einspurige Postrad (auch Bäckerrad oder Lieferbike genannt) zeichnet sich durch einen tiefen Einstieg und eine stabile Bauweise aus. Es verfügt in der Regel über eine etwa lenkerbreite Transportbox, welche über dem Vorderrad angebracht ist und eine zusätzliche Möglichkeit zur Beladung in Form eines, über dem Hinterrad angebrachten, Gepäckträgers. Das Vorderrad ist häufig zu Gunsten der Stabilität bzw. des Erhalts eines niedrigen Schwerpunktes kleiner dimensioniert als das Hinterrad. (ADAC 2020) Die Fahreigenschaften des Postrades werden, trotz der stabileren Bauweise des Rahmens und der einzelnen Komponenten, als ähnlich zu denen eines klassischen Fahrrads beschrieben. Besonders geeignet ist dieser Lastenradtyp für den schnellen Transport kleinerer Güter auf allen Streckenlängen. (DLR 2021, S. 22) Eine charakteristische Darstellung eines Postrades ist in Abb. 2-2 zu sehen.



Abb. 2-2: Bäckerrad/ Postrad (eigene Darstellung)

Lastenräder der Kategorie Long Tail, wie in Abb. 2-3 dargestellt, sind einspurig und zeichnen sich durch einen verlängerten Radstand aus. Die Verlängerung befindet sich zwischen Sattel und Hinterrad. Die Ladefläche ist dementsprechend hinten, wodurch auch höhere Lasten ohne Einschränkungen des Sichtfeldes transportiert werden können. (DLR 2021, S. 24) Durch die Positionierung der Ladefläche hinten am Rad ist die Sicht während der Fahrt nicht eingeschränkt. Trotz des verlängerten Radstands werden die Fahreigenschaften des Long Tails als ähnlich zum klassischen Fahrrad beschrieben. Dieser Lastenradtyp eignet sich für den schnellen Transport von leichten bis mittelschweren Gütern. Auch für den Einsatz auf längeren Strecken ist das Long Tail geeignet. (DLR 2021, S. 24)

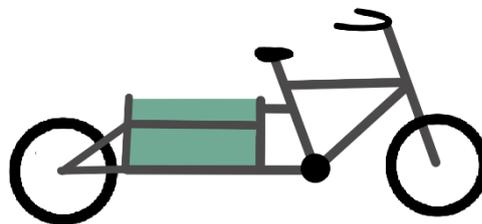


Abb. 2-3: Long Tail (eigene Darstellung)

Lastenräder der Kategorie Long John verfügen, wie in Abb. 2-4 zu sehen, über zwei Räder und sind somit einspurig. Der Radstand ist üblicherweise verlängert, wodurch eine Ladefläche zwischen Vorderrad und Lenker entsteht. Demnach sind Modelle dieser Kategorie länger, aber nicht wesentlich breiter als übliche Fahrräder. Grundsätzlich erfolgt die Lenkung des, meist kleineren, Vorderrads indirekt über eine Schubstange oder einen Seilzug. Insbesondere für leichte und mittelschwere Transporte auf längeren Strecken eignet sich dieser Lastenradtyp. Durch die, eines klassischen Rades ähnlichen Fahreigenschaften und der damit verbundenen Agilität ist das Long John auch für schnelle Transporte tauglich. (DLR 2021, S. 23)

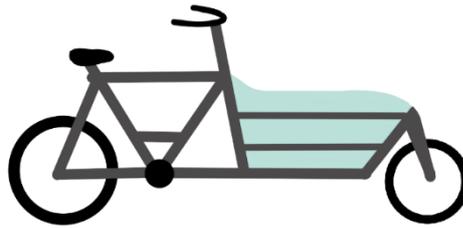


Abb. 2-4: Long John (eigene Darstellung)

Abb. 2-5 zeigt eine charakteristische Darstellung eines Trikes. Dieses zählt zu den dreirädrigen Lastenrädern. Die meisten Modelle verfügen über ein Hinterrad und zwei Vorderräder. Die demnach vorhandene Mehrspurigkeit sorgt für Stabilität, sowohl während der Fahrt als auch nach Abstellen des Rades und bietet eine deutlich größere Transportfläche im Vergleich zu einspurigen Modellen. (ADAC 2020) Durch seine Mehrspurigkeit unterscheidet sich das Fahrverhalten eines Trikes deutlich von dem eines einspurigen Lastenradtyps. Das Lastenrad ist weniger wendig und Kurven müssen bei einem geringen Tempo genommen werden, da andernfalls die Gefahr des Umkippens besteht. Daher eignet sich dieser Lastenradtyp vorrangig für den Transport mittelschwerer Güter auf kurzen bis mittleren Strecken. Die Geschwindigkeit ist im Vergleich zu einspurigen Varianten herabgesetzt, wodurch sich diese Variante für weniger zeitkritische Transporte eignet. (DLR 2021, S. 24)

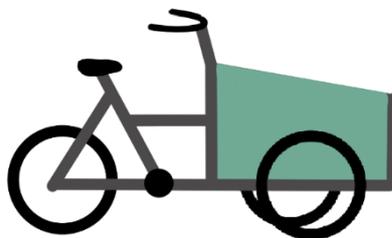


Abb. 2-5: Trike (eigen Darstellung)

Die Modelle der Typs „Schwertransporter“ unterscheiden sich je nach Einsatzgebiet teilweise sehr stark voneinander. Dennoch sind sie grundsätzlich mehrspurig, meist drei- oder vierrädrig. Üblicherweise befindet sich die Ladefläche hinten am Fahrrad und ist mit Europaletten kompatibel. Ausgestattet mit entsprechenden Transportboxen, wie exemplarisch in Abb. 2-6 dargestellt, sind die Schwertransporter nicht nur bedeutend breiter und länger als normale Fahrräder, sondern auch wesentlich höher. Im Gegenzug dazu sind diese jedoch im Stand kippstabil. Durch die im Vergleich zu herkömmlichen Rädern völlig andersartige Dimensionierung bezüglich der Breite, Höhe und des Gewichts sowie der Anzahl der Spuren ist das Fahrverhalten deutlich verändert. Auch bei diesem Lastenradtyp besteht bei zu hohen Geschwindigkeiten in Kurven das Risiko des Umkippens. Demzufolge werden Modelle des Typs Schwertransporter für den zeitunkritischen

Transport von schweren und großen Gütern auf kurzen bis mittellangen Strecken empfohlen. (DLR 2021, S. 25)

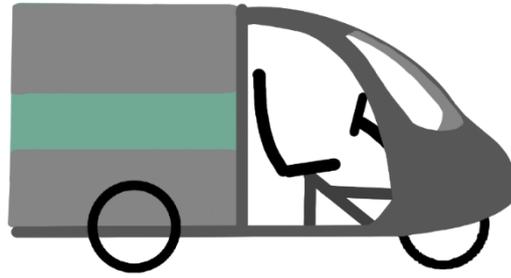


Abb. 2-6: Schwertransporter (eigene Darstellung)

2.1.6 Antriebsarten

Lastenradmodelle lassen sich zusätzlich anhand ihres Elektrifizierungsgrades unterscheiden. Neben den klassischen, ausschließlich durch menschliche Muskelkraft angetriebenen Modellen werden auch Varianten mit Elektromotoren am Markt angeboten. Herauszustellen ist hier die Unterscheidung zwischen Pedelecs und E-Bikes. Während Pedelecs, wie bereits in Unterkapitel 2.1.3 beschrieben, mit einer elektrischen Tretunterstützung ausgestattet sind, ist bei E-Bikes, ähnlich wie bei einem Mofa, kein Kraftaufwand nötig, um das Rad zu bewegen. Eine tragende Rolle spielt diese Unterscheidung bei den rechtlichen Rahmenbedingungen, unter denen das entsprechende Rad gefahren werden darf. Gemäß § 63a Absatz 2 der StVZO gilt als Fahrrad auch „[...] ein Fahrzeug im Sinne des Absatzes 1, das mit einer elektrischen Trethilfe ausgerüstet ist, die mit einem elektromotorischen Hilfsantrieb [...] ausgestattet ist [...]“. Pedelecs sind folglich aus rechtlicher Sicht als Fahrräder zu bewerten, woraus hervorgeht, dass diesen und deren Fahrer*innen dieselben Rechte und Pflichten auferlegt sind.

2.1.7 Reichweite

Die Reichweite eines Pedelecs bezeichnet die Distanz, die mithilfe der elektrischer Tretunterstützung zurückgelegt werden kann. Ist diese Reichweite erreicht, haben die Fahrer*innen die Möglichkeit, ohne diese Tretunterstützung weiterzufahren.

Dabei ist die Reichweite durch eine Reihe an Faktoren beeinflusst, wodurch die Komplexität ihrer Berechnung häufig außerhalb des Kompetenzbereichs der Endverbraucher*innen liegt. Diese sind somit meist auf Herstellerangaben angewiesen. Diese Angaben unterliegen bislang keiner Regulierung hinsichtlich der Berechnung. Am 1. Juli 2021 trat allerdings die (DIN/ TS 31064) in Kraft, Diese enthält den Reichweitentest R_{200} , welcher eine genormte Methode zur Testung bzw. Berechnung der Reichweiten vorschlägt. Verbraucher*innen können sich somit zukünftig an der Reichweite nach R_{200} orientieren, um verschiedene Pedelecs miteinander zu vergleichen. Vorausgesetzt ist allerdings, dass die Hersteller*innen die Reichweite ihrer Modelle nach R_{200} ausweisen. Dies ist bisher nicht rechtlich bindend. (ZIV 2018, S. 1–8)

2.1.8 Motorposition

Unterschieden werden können Pedelecs auch hinsichtlich der Position ihres Motors. Grundsätzlich gibt es die Möglichkeiten eines Heck- oder Frontantriebs sowie die Anbringung in Form eines Mittelmotors.

Fahrräder, die mit einem Heckantrieb ausgestattet sind, zeichnen sich durch einen etwas nach hinten verlagerten Schwerpunkt aus. Dies führt zu einer erhöhten Traktion, wodurch ein Heckantrieb besonders für das sportliche Fahren geeignet ist. Einer negativen Beeinflussung des Fahrverhaltens durch einen zu weit nach hinten verlagerten Schwerpunkt wird in der Regel mit einer mittigen Anbringung des Akkus entgegengewirkt. Üblicherweise wird ein Heckantrieb mit einer Kettenschaltung kombiniert. Der Motor ist meist an der Nabe des hinteren Laufrades verbaut. (ebike.de 2021) Hinterradmotoren lassen sich üblicherweise problemlos nachrüsten und sind sehr leise und leistungsstark. Darüber hinaus kann von einer möglichen Energierückgewinnung profitiert werden, während der Verschleiß von Kette und Ritzel sehr gering ist. Zu beachten ist allerdings, dass der Hinterradausbau anspruchsvoller ist als bei anderen Motorpositionen. Außerdem könnten Modelle mit Heckantrieb unter Umständen hecklastig sein, falls nicht, wie bereits oben beschrieben, beispielsweise der Akku ebenfalls hinten angebracht wird. (ElektroBIKE 2019)

Der Frontantrieb ist bei Pedelecs eher selten vertreten. Dies scheint hauptsächlich auf das zusätzliche Gewicht am Vorderrad und das damit einhergehende, schlechtere Fahrverhalten zurückzuführen zu sein. (ElektroBIKE 2019) Die Anbringung eines Frontantriebes erfolgt am vorderen Laufrad und ist besonders kostengünstig und technisch einfach zu realisieren. Die Rücktrittbremse, Naben- und Kettenschaltungen werden von dem Einbau eines Frontmotors nicht beeinträchtigt, wodurch diese sich, wie bei einem konventionellen Fahrrad problemlos anbringen lassen. Pedelecs, die mit dieser Motorposition ausgestattet sind, eignen sich eher für Kurzstrecken. Das Gewicht des Motors am Vorderrad erschwert das Lenken und sorgt in der Regel für ein ungewohntes Fahrgefühl. Hinzu kommt, dass der Schwerpunkt durch das Gewicht von Fahrer*innen und des Akkus unter Umständen nach hinten verlagert wird, wodurch insbesondere bei Nässe oder zu glatten Untergründen die Gefahr besteht, dass das Vorderrad durchdreht. Bei hohen Belastungen wie beispielsweise Auffahrten mit Steigung erhitzt der Motor schnell und verliert daher an Leistung. (ebike.de 2021) Darüber hinaus unterstützen Frontmotoren eher unharmonisch, da diese teilweise einen erheblichen Vor- und Nachlauf haben. (ElektroBIKE 2019)

Insbesondere an den neueren Pedelecs sind häufig Mittelmotoren verbaut. Diese eignen sich durch ihren tiefen, zentralen Schwerpunkt sowohl als starke E-MTB als auch als sanfte City-Bike Variante, da sie ein sehr fahrradähnliches Fahrgefühl garantieren. (ElektroBIKE 2019) Die Anbringung des Motors erfolgt als Teil des Tretlagers, wodurch dieser direkt an der Kurbel verortet ist. Auf diese Weise kann direkt in Abhängigkeit zur Tretkraft der fahrenden Person eine Antriebskraft erzeugt werden, welche auf das Tretlager und die Kette an das Hinterrad übertragen wird. Durch den Anbau des Mittelmotors am Tretlager ist dieser weiterhin mit allen Schaltgruppen kombinierbar. Durch den weit fortgeschrittenen Entwicklungsstand der benötigten Sensorik wirkt ein Mittelmotor meist sehr direkt und bietet eine harmonische Tretunterstützung. Ein Nachteil an dieser Motorvariante ist der erhöhte Verschleiß, welcher sich insbesondere an den Ritzeln der Tretkurbeln und der Kette zeigt. Außerdem ist anzumerken, dass ein Nachrüsten nicht bzw. nur sehr schwer möglich ist. (ebike.de 2021)

2.1.9 Ladungsaufbauten

Eine Vielzahl an Lastenradmodellen lässt sich, je nach Einsatzzweck, modular so gestalten, dass die Anforderungen bestmöglich gedeckt sind. Dazu zählt auch die Modularität im Bereich der Ladungsaufbauten, welche am Lastenrad angebracht werden können. Je nach Modell lassen sich diese auch kurzfristig austauschen. Im Wesentlichen kann dabei zwischen offenen und geschlossenen Transportboxen sowie simplen Ladeflächen mit Reling unterschieden werden, wobei hier jede Ausführung wiederum ihre eigenen Vor- und Nachteile bietet. Diese werden im Folgenden skizziert.

Offene Transportboxen, wie exemplarisch in Abb. 2-7 zu sehen, bieten den Fahrer*innen den Vorteil, schnell und direkt auf die Ladung zugreifen zu können. Darüber hinaus können auch Gegenstände transportiert werden, die die Höhe bzw. Länge der Transportbox übersteigen. Durch die geschlossenen Seiten- und Bodenwände lassen sich auch kleinteilige Güter und Schüttgut, wie beispielsweise Mutterboden, transportieren. Allerdings ist darauf zu achten, dass die Zuladung durch sicherheitstechnische Grenzen limitiert ist. Ein Nachteil dieser Art der Ladungsaufbauten besteht in dem nicht vorhandenen Witterungsschutz der transportierten Güter. Für den Transport von witterungsempfindlichen Gütern ist die offene Transportbox demnach ungeeignet. Beim Verlassen des beladenen Lastenrades sind die transportierten Güter zudem nicht vor Diebstahl geschützt.



Abb. 2-7 Offene Transportbox (eigene Darstellung)

Lastenräder mit einer offenen Ladefläche verfügen meist zusätzlich über eine Reling zur Ladungssicherung, wie in Abb. 2-8 zu sehen ist. Diese Ausführung der Ladungseinheit bietet die Möglichkeit, diverse Transportbehälter, wie beispielsweise Bäckerkisten, zuzuladen. Dies bietet sich insbesondere dann an, wenn die Güter ohnehin auf Ladungsträgern oder in Transportbehältern transportiert werden. Von der Beschaffenheit dieser Ladungsträger bzw. Transportbehälter hängt weiterhin ab, ob diese Variante sich für einen Transport von witterungsempfindlichen Gütern eignet. Kleinteilige Güter sowie Schüttgüter können nur in Verbindung mit zusätzlichen Transportbehältern mit dieser Variante transportiert werden.

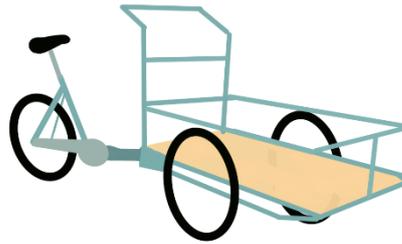


Abb. 2-8 Ladungsfläche mit Reling (eigene Darstellung)

Mit geschlossenen Transportboxen, wie in Abb. 2-9 zu sehen, lassen sich witterungsempfindliche Güter transportieren. Da das Transportgut durch das geschlossene System vor (Fahrt-)Wind geschützt ist, können auch besonders kleinteilige oder leichte Gegenstände sicher verstaut werden. Viele Varianten der geschlossenen Transportboxen sind darüber hinaus mit einem Schloss ausgestattet. Kombiniert mit etwaigen Systemen zum Diebstahlschutz des Rades selbst bieten diese abschließbaren Transportboxen einen hohen Schutz. Bedingt durch diese Sicherungsvorrichtungen ist ein schneller Zugriff auf Güter nur eingeschränkt möglich, wodurch sich die Praktikabilität für einen Einsatzzweck mit sehr häufigem und schnellem Zugriff auf das Transportgut verringern dürfte.



Abb. 2-9 - geschlossene Transportbox (eigene Darstellung)

Die hier aufgeführten Varianten der Ladungsaufbauten lassen sich mit diversen Zusatzkomponenten kombinieren. So sind beispielweise für die meisten Varianten der offene Transportboxen witterungsbeständige Abdeckplanen erhältlich. Neben den serienmäßig produzierten Standardkonzepten gibt es weiterhin die Möglichkeit der Sonderanfertigung für spezielle Einsatzgebiete, deren genauere Betrachtung hier jedoch nicht zweckdienlich erscheint.

2.1.10 Aktueller Stand der Forschung

Im folgenden Unterkapitel werden bereits durchgeführte Studien dieses Forschungsfeldes vorgestellt, Gemeinsamkeiten identifiziert und eine Abgrenzung zu dem hier angestrebten Forschungsvorhaben vollzogen.

Das vom Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) initiierte Projekt **„Pflegerdienste machen mobil – Mit dem Elektrorad zur Patientin“** wurde von Mai 2010 bis September 2011 in Zusammenarbeit mit fünf ambulanten Pflegediensten in Bremen durchgeführt. Den Mitarbeiter*innen der Pflegedienste wurden teils für mehrere Wochen Pedelecs zur Verfügung gestellt, um der Belegschaft die Möglichkeit zu bieten, diese zu testen und etwaige Vor- und Nachteile im alltäglichen Einsatz beim ambulanten Pflegedienst herausarbeiten zu können. Im Nachgang wurden die Beobachtungen mittels einer Befragung der Mitarbeiter*innen und einer Mobilitätsanalyse aufbereitet und ausgewertet. Im Zuge der Befragung gaben 65% der Nutzer*innen an, ihre Touren mit dem Pedelec schneller oder mindestens genau so schnell wie mit einem Pkw bewältigt zu haben. Darüber hinaus berichteten 76% der Befragten, Spaß an der Fahrt mit dem Fahrrad gehabt zu haben. Allerdings nahmen 60% der Testteilnehmer*innen das Pedelec als Verschlechterung gegenüber dem Pkw wahr. Als Gründe wurden mangelnder Komfort, der fehlende Schutz vor Witterungsbedingungen sowie die umständliche Handhabung beim An- und Abschließen des Rades genannt. Außerdem nannten 44% der Tester*innen zu lange Tageswegstrecken als Hemmnisse für die regelmäßige Nutzung des Pedelecs. Die Toleranzgrenze gaben die Befragten zwischen 17 und 100 km an. Als weiterer Nachteil der Nutzung eines Pedelecs wurden die eingeschränkten Möglichkeiten des Transports der Pflegeausrüstung genannt. (Glinka 2011)

Das 2016 abgeschlossene Forschungsprojekt **„Untersuchung des Einsatzes von Fahrrädern im Wirtschaftsverkehr“** (kurz WIV) des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) untersuchte verschiedene Bereiche der Betrachtung des gewerblichen Einsatzes von (Lasten-)Fahrrädern anhand von Sekundärrecherchen, Experteninterviews und einer planerischen Analyse. Im Zuge dessen wurde eine strukturierte Bestandsaufnahme der gewerblichen Einsatzmöglichkeiten von (Lasten-)Fahrrädern durchgeführt. Die Betrachtung erfolgte auf Ebene der Marktsegmente. Dabei wurden Postdienstleister*innen, Kurierdienstleister*innen, Paketdienstleister*innen und Lieferservices sowie der Werkverkehr und der Personenwirtschaftsverkehr betrachtet. Außerdem konnten maximale Substitutionspotentiale der gewerblichen Fahrradnutzung auf Basis der Bildung von Szenarien quantifiziert werden. Begleitend wurden, aus Nutzerperspektive treibende und hemmende, Faktoren herausgearbeitet und infrastrukturelle, rechtliche und verkehrspolitische Anforderungen zur Förderung des gewerblichen Fahrradverkehrs identifiziert. Abschließend wurden Handlungsempfehlungen sowohl für Institutionen als auch für potenzielle Nutzer*innen entwickelt. (Gruber et al. 2016, S. 6–8) Bezüglich der fahrzeugspezifischen Einflussfaktoren konnten unter anderem die Transportkapazität, Zuladung und zurückzulegenden Distanzen identifiziert werden. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass auch die Erfüllung persönlicher Bedürfnisse wie Komfort, Witterungsunabhängigkeit und Sicherheit einen Einfluss auf die Bereitschaft zur Nutzung eines Lastenrades im gewerblichen Kontext haben. Neben den genannten Faktoren wurden weitere, insbesondere für die Kaufentscheidung, relevante fahrzeugspezifische Aspekte ermittelt. Diese beschreiben jedoch vorrangig die Sichtweise des Unternehmens, wodurch diese hier keine weitere Beachtung finden. (Gruber et al. 2016, S. 63–64)

Das Institut für Verkehrsforschung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) untersuchte im Rahmen des Projektes **„Ich entlaste Städte“** (im Folgenden mit IES abgekürzt) die Einsatzmöglichkeiten von Lastenrädern im gewerblichen Verkehr. Im Zuge dessen erfolgte im Zeitraum von September 2017 bis Dezember 2019 eine bundeweite Testphase, in welcher das

DLR 152 Lastenräder zu Testzwecken für über 750 Unternehmen und Institutionen bereitstellte. Begleitend wurde ein obligatorischer Online-Fragebogen sowie ein 30-minütiges Interview mit den Teilnehmer*innen durchgeführt. Außerdem wurden die gefahrenen Strecken mit einer App nachverfolgt und durch die Nutzer*innen bewertet. (Gruber und Rudolph 2021, S. 6) Die Ziele dieses Projektes bestanden in der Schaffung eines bundesweiten Bewusstseins für die Möglichkeit des gewerblichen Einsatzes von Lastenrädern in diversen Branchen, einer Quantifizierung der Klimawirkung durch die im Projekt eingesetzten Lastenräder sowie einer Hochrechnung dieser Effekte zur Abschätzung des deutschlandweiten CO₂-Minderungspotentials. Außerdem wurde die Nutzungsbereitschaft von Unternehmen untersucht und Faktoren, die die Kaufentscheidung beeinflussen, identifiziert. Darüber hinaus wurden Treiber und Hemmnisse einer weiteren Marktdurchdringung von Lastenrädern herausgestellt. (Gruber et al. 2021, S. 11) Im Zuge der Untersuchung schätzten zwei Drittel der Befragten die Eignung eines Lastenrades als Dienstfahrzeug in ihrem Arbeitsumfeld „gut“ bis „sehr gut“ ein. Allerdings konnte auch bei einem Fünftel der Testteilnehmer*innen eine unzureichende Nutzung des Lastenrades festgestellt werden. Als Gründe dafür wurden, ähnlich wie im Projekt „Pflege macht mobil – Mit dem Elektrorad zum Patienten“, Witterungsbedingungen, eine zu komplizierte Handhabung und ein zu hohes Transportvolumen der zu befördernden Arbeitsutensilien genannt. Zusätzlich wurden außerdem Sicherheitsbedenken im Kontext des Straßenverkehrs angemerkt. 80% der Befragten sahen außerdem Optimierungspotential in dem von ihnen getesteten Modell. Die Kritik bezog sich hierbei vorrangig auf die Transportkiste, die Fahrzeughandhabung sowie den Fahrkomfort. Es ließ sich ableiten, dass Unternehmen des Marktsegments des Personenwirtschaftsverkehrs eher für den Einsatz von Lastenrädern geeignet sind. Dies wurde damit begründet, dass der Transport von Gütern nicht im Vordergrund ihrer Tätigkeit steht und somit die Wertschöpfung, welche durch den Transport entsteht, nicht direkt von dem Umfang der transportierten Güter abhängt. Die Betrachtung der Fahrzeiten ergab, dass die Lastenräder im Vergleich zum Pkw im städtischen Verkehr und auf Strecken bis 20km kaum einen zeitlichen Nachteil verursachen. Dies ist unter anderem auf den Wegfall der Parkplatzsuche zurückzuführen. Die Betrachtung der Bereitschaft zur Nutzung eines Lastenrades ergab Niederschlag als einen wesentlich größeren Hindernisgrund als niedrige Temperaturen. Auch unzureichender Pkw-Parkraum im Einsatzgebiet und das Fehlen einer guten Fahrradinfrastruktur wirkten sich negativ auf die Bereitschaft aus. Außerdem wurden einspurige Lastenräder für ein breiteres Anwendungsgebiet eingesetzt als zweispurige Modelle. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass die Lastenräder eher für kürzere Wege eingesetzt wurden. (Gruber et al. 2021, S. 6–9)

Die hier vorgestellten Studien eint eine besonders praxisorientierte Herangehensweise zur Untersuchung der Anforderungen für und Einflussfaktoren auf die Nutzungsbereitschaft und den Einsatz von Fahrrädern im gewerblichen Verkehr. Während das Projekt „Pflegedienste machen mobil – Mit dem Elektrorad zur Patientin“ klassische Fahrräder zum Forschungsgegenstand seiner Betrachtung macht, behandeln die Studien IES und WIV 2016 ebenfalls den Einsatz von Lastenrädern. Trotz dieses Unterschieds stimmen einige wesentliche Einflussfaktoren über alle Studien hinweg überein. Es bleibt festzuhalten, dass sowohl die Witterungsbedingungen, die Länge der Strecken, die im Arbeitsalltag zurückgelegt werden müssen, die Handhabung als auch der Komfort und das Transportvolumen in allen Studien als entscheidende Faktoren herausgestellt wurden. Die Auswertung der im Rahmen des IES noch WIV erzielten Erkenntnisse erfolgte nicht auf Basis

spezifischer Branchen, sondern hinsichtlich einer Unterscheidung zwischen Marktsegmenten beziehungsweise Wirtschaftszweigen.

2.2 Theoretische Annäherung an die mögliche Ausgestaltungsformen der Datenerhebung

Im Vorfeld der Erhebung der zur Beantwortung der Forschungsfrage benötigten Daten sind eine Reihe an Überlegungen und Abwägungen vor dem Hintergrund der zu befragenden Grundgesamtheit, der zur Verfügung stehenden finanziellen, organisatorischen und zeitlichen Mittel sowie der angestrebten Ergebnisse zu tätigen. Im Hinblick darauf werden im folgenden Unterkapitel die verschiedenen Ausgestaltungsmöglichkeiten der Erhebung sowie deren Eignung für unterschiedliche Anwendungen vorgestellt.

2.2.1 Gütekriterien der empirischen Forschung

Zur Sicherung der Qualität und damit auch Aussagekraft empirischer Forschung sind einige Gütekriterien einzuhalten. Diese umfassen den Anspruch der Objektivität, Reliabilität und Validität. Die dahinterstehenden Konzepte werden im Folgenden ausgeführt.

In diesem Kontext bezeichnet die Objektivität die Überprüfbarkeit der getroffenen Aussagen. Demnach müssen die erzielten Erkenntnisse unabhängig von subjektiven Einflüssen des Erhebenden intersubjektiv, also durch unterschiedliche Personen, nachprüfbar sein. Um die Objektivität bei der Durchführung und Auswertung zu erreichen, ist die Standardisierung der Untersuchungs- und Auswertungssituation ein praktikables Vorgehen. Die Objektivität der erzielten Erkenntnisse wird durch eine detaillierte Dokumentation aller hierfür notwendigen Schritte gewährleistet.

Die Reliabilität, also der Anspruch, dass eine Wiederholung der Messung zu den gleichen bzw. sehr ähnlichen Erkenntnissen führt, ist Ausdruck der formalen Genauigkeit im Zuge der empirischen Forschung. Um dieses Kriterium zu erfüllen, müssen die erzielten Ergebnisse ohne Zufallsfehler vorliegen. Das bedeutet, dass unter gleichen Rahmenbedingungen durch das gleiche Messinstrument die gleichen Ergebnisse erzielt werden. Um eine Wiederholung der Forschung zu ermöglichen, ist auch hier eine genaue Dokumentation der Vorgehensweise unabdingbar.

Die Validität erfordert, dass die Forschung exakt das Thema behandelt, welches der Titel bzw. das Thema an sich vorgibt. Im Kontext der empirischen Untersuchung umfasst dies die Betrachtung des Erhebungsinstrumentes hinsichtlich seiner Eignung zu der Beantwortung der Forschungsfrage. (Berger-Grabner 2016, S. 29–30)

2.2.2 Stichprobenplanung

Im Zuge der Stichprobenplanung wird festgelegt, welcher Personenkreis befragt werden sollen, wie die Teilnehmer*innen ausgewählt werden und die Größe der Stichprobe festgelegt. Es werden also die Grundgesamtheit, die Art der Erhebung und der Stichprobenumfang festgelegt. Diese Entscheidungen werden vor dem Hintergrund der Forschungshypothese(n) getroffen. Zur Festlegung der Grundgesamtheit ist zudem die gewählte Erhebungsmethode ausschlaggebend. Führt man beispielsweise eine Onlinebefragung durch, reduziert sich die betrachtete Grundgesamtheit auf die Personen, die über ein geeignetes Endgerät sowie einen Internetzugang verfügen. Bei der

Festlegung der Stichprobe, welche eine Teilmenge der Grundgesamtheit darstellt, ist eine möglichst repräsentative Population anzustreben. Ob eine Stichprobe repräsentativ ist, wird unter anderem daran gemessen, dass die statistischen Maßzahlen wie Mittelwert, Standardabweichung oder Modus (siehe auch Unterkapitel 2.3.1) der Grundgesamtheit und Stichprobe möglichst ähnlich sind. Darüber hinaus sind die Gütekriterien empirischer Forschung (siehe auch Unterkapitel 2.2.1) einzuhalten, um repräsentative Aussagen treffen zu können. (Berger-Grabner 2016, S. 201–207)

Bei der Wahl zwischen Totalerhebung und Stichprobenerhebung ist die Größe und Überschaubarkeit der Grundgesamtheit ausschlaggebend. Handelt es sich hierbei beispielsweise um die Schüler*innen einer bestimmten Klasse an einer bestimmten Schule, ist eine Totalerhebung gut umsetzbar und dadurch auch die sinnvolle Wahl. Häufig ist die Grundgesamtheit allerdings wesentlich größer, sodass eine Totalerhebung aus finanziellen, zeitlichen und organisatorischen Gründen nicht möglich ist, weshalb eine Vielzahl an Erhebungen mittels einer Stichprobe durchgeführt wird.

Um eine Stichprobenerhebung durchzuführen, muss die Vorgehensweise zur Auswahl der Objekte aus der Grundgesamtheit exakt definiert werden. Dabei wird zwischen einer Zufallsauswahl und einer willkürlichen, bewussten Auswahl der Stichprobe unterschieden. Voraussetzung für die Zufallsauswahl ist eine bekannte, exakt definierte Grundgesamtheit. Jedes Element darf nur einmal in der Grundgesamtheit auftreten. Zudem muss jedes Objekt eine berechenbare Auswahlchance haben, Teil der Stichprobe zu werden. Die systematische, also willkürliche und bewusste Auswahl einer Stichprobe beruht auf subjektiven Erwägungen hinsichtlich der heranzuziehenden Auswahlkriterien. Diese können beispielsweise, wie bei der sogenannten Klumpenstichprobe durch räumliche Nähe der Objekte zueinander begründet sein oder anhand von Quoten festgelegt werden. Anschließend an die Überlegungen hinsichtlich der Definition der Grundgesamtheit und der Art der Erhebung wird der optimale Stichprobenumfang festgelegt. Dabei werden personelle, sachliche, zeitliche und finanzielle Umstände und die angestrebte Genauigkeit der Ergebnisse gegeneinander abgewogen. Generell stehen die Genauigkeit der erzielten Ergebnisse und der damit verbundene Aufwand in einem positiven Zusammenhang zu dem Stichprobenumfang. (Berger-Grabner 2016, S. 201–207)

2.2.3 Fragevarianten

Fragen und die ihnen zugeordneten Antwortmöglichkeiten lassen sich in bestimmte Klassen unterteilen. Gemessen am Grad der Standardisierung der Antwortmöglichkeiten wird in geschlossene, offene und hybride Fragestellungen unterschieden. Geschlossene Fragen zeichnen sich dadurch aus, dass vordefinierte Antwortmöglichkeiten vorhanden sind, die die Befragten auswählen können. Bei geschlossenen Fragen wird den Befragten kein Raum zu einer individuellen Beantwortung der Frage eingeräumt. Offene Fragen hingegen enthalten keinerlei vordefinierte Antworten und sind nicht klar mit "ja" oder "nein" zu beantworten. Hybride Fragen sind eine Mischform aus offenen und geschlossenen Fragen. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn neben vordefinierten Antworten auch Felder wie "sonstiges" oder ein zusätzliches Freitextfeld in den Antwortmöglichkeiten enthalten sind. Der Grad der Standardisierung der Antwortmöglichkeiten hat erhebliche Auswirkungen auf die Komplexität der Datenaufbereitung im Vorfeld der Auswertung der Befragung. Für offene Fragen muss eine Auswertungssystematik entwickelt werden, um die

diversen Antworten in bestimmten Kategorien ordnen und somit miteinander vergleichen zu können. Dieser Schritt entfällt gänzlich bei der Bearbeitung geschlossener Fragen. Erschwerend kommt hinzu, dass bei der Zuordnung der Antworten auf offene Fragen ein Informationsverlust auftreten kann und die Zuordnung der Antworten zu den festgelegten Kategorien von der subjektiven Einschätzung des Auswertenden geprägt sein kann. Dem entgegen steht der Informationsgewinn, der durch die offen gestellte Frage, insbesondere bei einer Einzelfallbetrachtung, durchaus von Vorteil sein kann. (Baur et al. 2014, S. 604)

Neben dem Grad der Standardisierung der Antwortmöglichkeiten lassen sich Fragen auch nach ihrem Inhalt in verschiedene Kategorien einordnen. Dabei wird zwischen Fragen zur Einstellung der Befragten, Fragen nach Fakten und Wissen, nach Ereignissen, Verhaltensintentionen und Verhalten sowie nach sozialstatistischen Merkmalen und Netzwerkfragen unterschieden. Abgeleitet aus der Klassifikation der Fragen nach Inhalt, bieten sich verschiedene Instrumente zur Beantwortung der Fragen an. (Baur et al. 2014, S. 604–608)

Antworten auf Fragen nach der Einstellung der Befragten werden häufig mit Hilfe einer Reihe an Aussagen erfasst. Im Zuge dessen werden die Teilnehmer*innen dazu aufgefordert, diese Aussagen mittels einer Rating-Skala zu bewerten. Dies kann beispielsweise ein Rating der Zustimmung zu den einzelnen Aussagen sein oder die subjektiv empfundene Wichtigkeit bestimmter Aspekte für die Befragten erfassen. Meist wird hierzu eine fünf- bis neunstufige Skalierung gewählt, da diese Ausgestaltung sich in der Vergangenheit als besonders praktikabel erwiesen hat. (Prost 2011, S. 82–86)

Unter der Fragenkategorie "Fakten und Wissen" werden sowohl Fragen zu Fakten bezüglich der Befragten selbst, also beispielsweise ihres Familienstandes, als auch Fragen zur Erfassung des Wissens, beispielsweise zu Themen der Allgemeinbildung, gezählt. Charakteristisch für Fragen nach Fakten und Wissen ist die Gestaltung der Antwortmöglichkeiten als Single-Choice.

Fragen zu Ereignissen und Verhalten beziehen sich auf die Vergangenheit. Meist werden diese auf einen bestimmten Zeitraum eingegrenzt, um den Befragten die Beantwortung zu erleichtern. Verhaltensintentionen hingegen beziehen sich auf die Zukunft und sollen Aufschluss darüber geben, für wie wahrscheinlich die Befragten das Eintreten bestimmter Verhaltensweisen einschätzen. Für die Erfassung dieser Tendenzen dient zumeist eine Abfrage mittels einer bipolaren Skala, ähnlich wie bei der Beantwortung zu Fragen bezüglich der Einstellungen der Teilnehmer*innen.

Sozialstatistische Merkmale wie beispielsweise das Geschlecht, das Alter oder die Bildung können sowohl in Bezug auf die Teilnehmenden selbst als auch in Bezug auf Personen des Umfelds der Befragten von Bedeutung sein. In diesem Themenkomplex sind besonders viele Fragen enthalten, für deren Beantwortung sich Single-Choice-Optionen eignen, da hier die Antwortmöglichkeiten meist ohne Zweifel absolut abgedeckt und durch die Befragten eindeutig beantwortet werden können.

Abschließend ist die Kategorie der Netzwerkfragen zu nennen. Diese zielt auf die Gewinnung von Informationen zu den Beziehungsnetzen der Befragten ab. Dabei können sich die erfassten Informationen sowohl auf die subjektiv wahrgenommene Einstellung der Teilnehmer*innen zu ihrem Netzwerk, oder die Einstellungen der im Netzwerk vorhandenen Personen als auch auf sozio-ökonomische Merkmale des Netzwerks beziehen. (Baur et al. 2014, S. 604–608)

2.2.4 Festlegung der Antwortkategorien

Eng mit der Ausgestaltung der Fragevarianten verknüpft ist die Wahl der Antwortvarianten, da diese sich gegenseitig beeinflussen. Wann immer möglich und sinnvoll, sollten offene numerische Antworten geschlossenen Antworten vorgezogen werden, da diese den höheren Informationsgehalt enthalten. (Baur et al. 2014, S. 701–702) . Hierbei ist allerdings zu beachten, dass offene Fragen, die eine höhere Denkleistung der Befragten erfordern und somit, insbesondere wenn diese gehäuft auftreten, zu einer höheren Abbruchquote führen können. Demnach gilt abzuwägen, ob die Wichtigkeit der Frage zur Beantwortung der Forschungsfrage das Risiko der Erhöhung der Abbruchquote rechtfertigt. Diese Entscheidung ist weiterhin zu der Anzahl der weiteren offenen Fragen in Beziehung zu stellen. Es konnte außerdem beobachtet werden, dass der Einsatz von Antwortskalen die Teilnehmer*innen beeinflussen kann. Es wird angenommen, dass Antwortskalen den Befragten einen Eindruck zur Interpretation der Bedeutung von Fragen liefern, wodurch Effekte der sozialen Erwünschtheit (siehe auch Unterkapitel 2.2.6) eintreten können. Werden Fragen zu vermeintlich sozial erwünschtem Verhalten wie beispielsweise sportlicher Aktivität der Befragten gestellt, liefern unterschiedliche Skalen unterschiedliche Ergebnisse. Dabei konnte beobachtet werden, dass bei Fragen zu sozial erwünschtem Verhalten die Befragungsergebnisse insgesamt umso niedriger ausfallen, desto geringer der niedrigste Wert der Skala ist. Aus diesem Grund ist es häufig sinnvoll, eine offene numerische Antwortkategorie zu wählen, da diese zum einen den Befragten keinen Anlass zur Interpretation bietet und zum anderen den höheren Informationsgehalt aufweist. Es ist grundsätzlich das höchstmögliche Skalenniveau anzustreben, da mit steigendem Skalenniveau auch der Informationsgehalt der Antwort und damit die Möglichkeiten der Auswertung steigen. (siehe auch Unterkapitel 2.3.1) Geschlossene Antwortkategorien müssen disjunktiv und erschöpfend sein, um zum einen den Teilnehmer*innen jede mögliche Antwort anzubieten und zum anderen Unklarheiten sowohl bei den Befragten als auch bei der anschließenden Auswertung zu vermeiden. Darüber hinaus wird empfohlen, eine ungerade Anzahl an Antwortkategorien zu wählen, wobei sich eine Anzahl zwischen Fünf und Neun etabliert hat. Um Antwortmuster zu vermeiden, wird empfohlen die Reihenfolge von positiv zu negativ formulierten Antwortkategorien zu wechseln. Dem gegenüber steht die Empfehlung zur Verwendung immer gleicher Antwortskalen, um den kognitiven Aufwand der Befragten möglichst gering zu halten.

Die oben genannten Regeln sind als Orientierung bei der Gestaltung der Antwortkategorien zu interpretieren. Diese sollten immer vor dem Hintergrund des Befragungsmodus und der Zielpopulation gestaltet werden. Einzig die Regel der erschöpfenden und disjunktiven Antwortkategorien sollte in jedem Fall eingehalten werden. (Baur et al. 2014, S. 701–709)

2.2.5 Fragebogenkonstruktion

Die Konstruktion eines Fragebogens schließt diverse Überlegungen bezüglich des Inhalts, der Formulierungen, des Layouts sowie des Stichprobenumfangs und der Modalität der Befragung mit ein. Jeden dieser Aspekte gilt es unter Berücksichtigung des Ziels der Befragung, der zuvor formulierten Forschungshypothese(n) sowie der Beschaffenheit der Zielgruppe abzuwägen, um so möglichst valide Befragungsergebnisse zu erzielen und Befragungsfehlern entgegenzuwirken.

Ziel der Erstellung eines Fragebogens ist die Entwicklung eines für die betrachtete Stichprobe verständlichen und anwendbaren, standardisierten Befragungsinstruments. Ist die Forschungshypothese erstellt, können thematische Blöcke festgelegt und jeweils untergeordnete Fragenkataloge angelegt werden. Dabei wird empfohlen, die Befragung mit möglichst einfachen Fragen zu beginnen, um den Befragten den Einstieg in die Befragung zu erleichtern und sie zur Fortführung des Fragebogens zu motivieren. Außerdem sollte zwischen dem ersten und zweiten Drittel des Fragebogens ein Spannungsaufbau erzeugt werden, wobei das zweite Drittel die wichtigsten und meist persönlichsten Fragen beinhalten sollte. Zu berücksichtigen ist bei der Konstruktion außerdem, dass vorausgegangene Fragen die Beantwortung direkter anschließender Fragen beeinflussen kann. Auswirkungen dieser Art werden als Halo-Effekt bezeichnet. Insgesamt sollte der Fragebogen nach einer logischen Abfolge aufgebaut werden, wobei die Fragen nach der sogenannten Trichterung von einem allgemeineren Niveau aus immer spezieller werden sollten. Die Abfrage von sozialstatistischen Daten erfolgt am Ende eines Fragebogens, um die zu Beginn der Befragung vorhandene Denkleistung für die Beantwortung weniger trivialer Fragen zu nutzen. (Berger-Grabner 2016, S. 192–193)

2.2.6 Ausgewählte Befragungsfehler

Im Rahmen einer Datenerhebung in Form einer Befragung können unterschiedliche Effekte auftreten, die die Antworten der Befragten verzerren und somit die Qualität der Erhebung mindern können. Im Folgenden wird auf einige relevante Effekte dieser Art eingegangen.

Der sogenannte Interviewer-Effekt beschreibt Auswirkungen, die die Anwesenheit einer interviewenden Person auf die Beantwortung der Fragen durch die Teilnehmer*innen hat. In der Literatur wird davon ausgegangen, dass die interviewende Person die erzielten Ergebnisse hinsichtlich der folgenden zwei Aspekte beeinflussen kann. Zum einen besagt der sogenannte Interviewer-Bias, dass bestimmte Populationswerte durch die Präsenz und das Verhalten der interviewenden Person systematisch zu hoch oder niedrig angegeben werden können. Darüber hinaus existiert der Effekt der Interviewer-Varianz. Dieser beschreibt das Phänomen, dass unterschiedliche Interviewende unterschiedliche Ergebnisse bei der Befragung derselben Personengruppe erzielen, die allein auf der Wirkung des Interviewenden auf die Teilnehmenden zurückzuführen sind. (Baur et al. 2014, S. 313–314)

Die soziale Erwünschtheit ist eine Form der inhaltsbezogenen systematischen Verzerrung bei der Beantwortung einer Umfrage. Dabei ist zu beobachten, dass Teilnehmer*innen ihre Antworten zugunsten ihrer subjektiv wahrgenommenen Normen und Erwartungen an das, was sie in der Befragungssituation als sozial wünschenswert erachten, anpassen. Ziel der Befragten ist dabei meist der Erhalt von sozialer Anerkennung und die Vermeidung von negativen Konsequenzen. (Baur et al. 2014, S. 306)

Das Gegenstück zu dem Effekt der sozialen Erwünschtheit bildet die soziale Entkontextualisierung. Hierbei wird beobachtet, dass Befragte sich in einer weitestgehend anonymen und unbeobachteten Befragungssituation weniger an sozialen Normen orientieren, als es in ihrem Alltag der Fall ist. Ergebnisse, die diesem Effekt unterliegen, bilden demnach zwar die Einstellung des Befragten, jedoch nicht sein tatsächliches alltägliches Verhalten ab. (Weichbold et al. 2009, S. 98–99)

2.2.7 Befragungskanäle quantitativer Erhebungen

Die Erhebung quantitativer Daten kann mittels unterschiedlicher Befragungskanäle vorgenommen werden. Die Wahl eines geeigneten Kanals hängt von den Merkmalen der Befragten, dem Erhebungsgegenstand, den zur Verfügung stehenden zeitlichen, organisatorischen und finanziellen Ressourcen sowie den Auswertungsmöglichkeiten ab. Grundsätzlich kann die Befragung mündlich, telefonisch, schriftlich oder Online durchgeführt werden. Diese vier Varianten werden im Folgenden vorgestellt.

Die mündliche Befragung erfordert ein räumliches Zusammenkommen der Befragten und der Interviewenden. Nach Einverständnis der Teilnehmer*innen wird der zuvor erstellte Fragebogen gemeinsam ausgefüllt. Durch die Ansprache in einem realen Umfeld ist die Rücklaufquote der Befragungen, die mittels dieses Kanals durchgeführt werden, verhältnismäßig hoch. Dieser Befragungskanal bietet den Vorteil, dass die Teilnehmer*innen, im Falle von Unklarheiten, eine*n direkte*n Ansprechpartner*in haben, wodurch etwaige Fragen direkt beantwortet werden können. Aus diesem Grund bietet sich insbesondere bei komplexen Themen der Einsatz der mündlichen Befragung an. Nachteilig ist, dass dieser Befragungsmodus in der Regel sehr kosten- und zeitintensiv ist, da die interviewende Person stets vor Ort sein und die Beantwortung des Fragebogens begleiten muss. Darüber hinaus ist der sogenannte Interviewer-Effekt in einer mündlichen Befragungssituation nicht vermeidbar. Dadurch ausgelöst ist davon auszugehen, dass Effekte der sozialen Erwünschtheit (siehe auch Unterkapitel 2.2.6) die Beantwortung der Befragung beeinflussen. (Baur et al. 2014, S. 622–625; Berger-Grabner 2016, S. 162–163) Außerdem besteht die Gefahr, dass es bedingt durch Konzentrationsschwierigkeiten in der Befragungssituation zu Schätz- und Erinnerungsschwierigkeiten kommt, wodurch Antwortverzerrungen verursacht werden können. (Baur et al. 2014, S. 632)

Die telefonische Befragung ähnelt der mündlichen Befragung insofern, als dass auch bei diesem Befragungskanal beide beteiligte Personen direkt miteinander interagieren. Allerdings gilt zu beachten, dass diese Form der Befragung einen Telefonanschluss voraussetzt. Eine strukturierte Telefonbefragung wird anhand eines Fragebogens durchgeführt. Dabei ist zu beachten, dass die Fragen möglichst einfach formuliert und die Anzahl der Antwortmöglichkeiten so umfangreich wie nötig und so gering wie möglich gestaltet werden sollten, um die Teilnehmer*innen nicht zu überfordern. Im Idealfall sollte die Befragung zwischen 10 und 15 Minuten dauern. Der Vorteil dieser Vorgehensweise liegt in dem, im Vergleich zur mündlichen Befragung, geringen zeitlichen und finanziellen Aufwand. Darüber hinaus können Befragte flächendeckend, also beispielsweise bundesweit, erreicht werden. Auch Unklarheiten können durch den unmittelbaren Kontakt zur interviewenden Person direkt beseitigt werden. Der bei der mündlichen Befragung auftretende Interviewer-Effekt wird abgemildert, da die befragte Person keine Möglichkeit zur Interpretation von Aussehen, Mimik oder Gestik der interviewenden Person hat. Ein weiterer Vorteil ist, dass bei der Befragung mittels des Telefons weitestgehend die Beteiligung Dritter und die dadurch verursachten Verzerrungen ausgeschlossen werden können. Außerdem konnte beobachtet werden, dass Befragte eher dazu neigen, heikle Fragen mittels Telefons zu beantworten, da diese Befragungssituation anonymer empfunden wird als eine direkte mündliche Befragung. Dies mildert auch den Effekt der sozialen Erwünschtheit ab. Dem entgegen steht, dass diese Vorgehens-

weise sich nicht für die Befragung zu komplexeren Themen eignet, da die Möglichkeiten beispielsweise sehr detaillierte Antwortoptionen vorzugeben nur begrenzt vorhanden und sinnvoll ist. (Berger-Grabner 2016, S. 163–164)

Bei einer schriftlichen Befragung wird den Teilnehmer*innen ein Fragebogen vorgelegt, der selbständig beantwortet werden soll. Dies erfordert einen hohen Grad an Strukturierbarkeit der Befragungsinhalte und eine, für die Teilnehmer*innen geeignete, Formulierung der Fragen und Antworten. Da die interviewende Person bei dieser Form der Befragung bei Unklarheiten nicht eingreifen kann, kommt der Verständlichkeit des Fragebogens besondere Bedeutung zu. Hierzu empfehlen sich beispielsweise ein erklärendes Vorwort, klare Instruktionen, das Einbinden von zusätzlichen Hinweisen oder Beispielen sowie ein ansprechendes, gut strukturiertes Layout. Ein Vorteil dieser Methode liegt in dem geringen Zeit- und Kostenaufwand. Zudem entfallen durch den hohen Grad an Anonymität der Interviewer-Effekt sowie die Verzerrungen auf Grund von sozialer Erwünschtheit gänzlich. Da die Befragten den Befragungszeitpunkt in gewissen Grenzen selbst wählen, können somit auch Personen angesprochen werden, die beispielsweise telefonisch nur schwer erreichbar sind. Allerdings wirkt sich nachteilig aus, dass die Befragungssituation gänzlich unkontrolliert ist. Es kann nicht geprüft werden, durch wen, in welcher Zeit und in welcher Reihenfolge der Fragebogen ausgefüllt wurde. Es ist außerdem mit einer höheren Ausfallquote zu rechnen. Offene Formulierungen der Fragen können in diesem Kontext zu verkürzten Antworten aus Angst vor Rechtschreib- oder Grammatikfehlern führen. Häufig ist zudem auch die Lesbarkeit der Handschrift eine Fehlerquelle bei der anschließenden Auswertung. (Berger-Grabner 2016, S. 164)

Bei einer Online-Befragung wird den Teilnehmer*innen ein Fragebogen in elektronischer Form vorgelegt. Hier besteht die Möglichkeit, einen entsprechenden Link zur Umfrage entweder auf einer hochfrequentierten Online-Plattform zu platzieren oder der Zielgruppe direkt einen Einladungs-Link zu schicken. Ersteres führt zu einer Gelegenheitsstichprobe, welche vorwiegend von Personen ausgefüllt wird, die ein Interesse an dem behandelten Thema haben und deren Internetnutzung eine verhältnismäßig hohe Frequenz und Dauer aufweist. Für die Betrachtung expliziter Zielgruppen, wie beispielsweise Personen eines festgelegten Berufsstandes oder aus einer bestimmten Region ist daher die zweite Vorgehensweise geeigneter. (Berger-Grabner 2016, S. 165) Im Gegensatz zur mündlichen Befragungsmethode ist die Online-Befragung zeitlich und räumlich ungebunden. Dies bietet den Vorteil, dass Personen auch in großen Entfernungen kontaktiert werden können. Darüber hinaus eignen sich Online-Befragungen insbesondere für die Darstellung multimedialer Inhalte, da diese einfach und ohne einen hohen monetären Aufwand in die Befragung eingepflegt werden können. Auch grafische Instrumente zur interaktiven Benutzung durch die Teilnehmenden, wie beispielsweise Schieberegler, können das Verständnis der die Aufmerksamkeit und Motivation stärken. Da bei einer Online-Umfrage die interviewende Person nicht anwesend ist, entfällt sowohl der Interviewer-Effekte als auch der Effekt sozialer Erwünschtheit. (siehe 2.2.6) Ein weiterer wesentlicher Vorteil ist die automatische Dateneingabe im Zuge der Auswertung der Befragung. Im Vergleich zur manuellen Eingabe besteht ein enormer zeitlicher Vorteil, während gleichzeitig Eingabefehler vermieden werden. Zu beachten ist bei dem Befragungsmodus der Online-Umfrage allerdings, dass sich ihre Reichweite auf den Personenkreis der Menschen mit Zugang zu einem entsprechenden Endgerät sowie einem Internetanschluss beschränkt. Darüber hinaus wirkt sich die Anonymität einer Online-Umfrage zwar positiv

auf die Offenheit der Teilnehmenden bei der Beantwortung der Fragen aus, jedoch ist bei der Auswertung der Umfrage zu beachten, dass die soziale Entkontextualisierung eine Verzerrung der erhobenen Antworten bewirken kann, wodurch die Übertragbarkeit dieser, auf das tatsächliche soziale Alltagshandeln nicht mehr gegeben ist. (Baur et al. 2014, S. 662–663)

2.2.8 Pretest

Um die Qualität eines Erhebungsinstruments zu testen werden häufig sogenannte Pretests nach der Erstellung des Fragebogens und vor der tatsächlichen Erhebung durchgeführt. Ziele sind unter anderem die Überprüfung der Verständlichkeit der Fragen, die Identifikation von Schwierigkeiten der Probanden beim Ausfüllen des Fragebogens oder die Prüfung auf Eignung der eingesetzten Skalen. Die Verfahren zur Durchführung eines Pretests lassen sich in qualitative und quantitative Vorgehensweisen unterteilen. Die qualitativen Pretests zeichnen sich dadurch aus, dass die Probanden neben der Beantwortung des Fragebogens auch Bemerkungen zum Erhebungsinstrument äußern können und meist mit einer kleineren Testgruppe durchgeführt werden. Dabei entsteht die Möglichkeit der direkten Identifikation und Diskussion spezifischer Problematiken.

Quantitative Pretests hingegen werden in der Regel mit einer größeren Gruppe an Probanden durchgeführt, um eine möglichst breitgefächerte Rückmeldung bezüglich des Erhebungsinstruments zu erhalten. Die Auswahl der Probanden für den Pretest sollte dabei dem Auswahlverfahren der tatsächlichen Erhebung entsprechen. Zudem ist es für beide Kategorien der Pretests sinnvoll, möglichst Teilnehmer*innen auszuwählen, welche ähnliche soziodemographische Merkmale aufweisen wie die, in der Haupterhebung adressierten Personen. (Schwarz o.J.)

2.3 Statistische Auswertung

Im Zuge der Datenauswertung wird erhobenes Datenmaterial zusammengefasst und in eine übersichtliche Darstellung überführt. Zudem werden mögliche Zusammenhänge zwischen den Daten aufgedeckt und die eingangs festgelegten Hypothesen geprüft. (Berger-Grabner 2016, S. 169) Es existiert eine Vielzahl an Verfahren, um die angestrebten Auswertungen durchzuführen. Diese sind unter Berücksichtigung des vorliegenden Datenmaterials zu wählen. Das folgende Unterkapitel führt hierzu zu Beginn die dafür notwendigen Begrifflichkeiten ein und stellt im weiteren Verlauf eine Auswahl der verschiedenen Methoden sowie die, mit diesen verknüpften Anforderungen an das Datenmaterial vor.

2.3.1 Grundbegriffe der Statistischen Auswertung

Um die Argumentation hinsichtlich der Wahl geeigneter statistischer Verfahren zur Beantwortung der Forschungsfrage nachvollziehbar zu gestalten, werden im Folgenden einige Grundbegriffe zur Klassifizierung vorliegender Daten eingeführt.

Diskrete und stetige Merkmale

Diskrete und stetige Merkmale unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Anzahl möglicher Merkmalsausprägungen. Während diskrete Merkmale eine endliche Anzahl an möglichen Merkmalsausprägungen aufweisen, ist diese Anzahl bei stetigen Merkmalen unendlich. Demzufolge bilden

zwei Merkmalsausprägungen stetiger Variablen stets ein Intervall, in welchem eine unendliche Anzahl an Zwischenwerten enthalten ist. (Mittag et al. 2020, S. 24–25)

Skalen-Niveaus

Zur Erhebung statistischer Daten werden, je nach erfasster Variablen, verschiedene Skalen eingesetzt. Diese unterscheiden sich hinsichtlich ihres statistischen Informationsgehaltes, der Möglichkeit Rechenoperatoren anzuwenden und der Vergleichbarkeit bzw. der Erfassung eines Verhältnisses zwischen den einzelnen Merkmalsausprägungen. Es wird in der Regel zwischen den vier Skalenniveaus der Nominalskala, Ordinalskala, Intervallskala und Ratioskala unterschieden. Diese werden im Folgenden kurz skizziert und in Tab. 2-1 komprimiert dargestellt.

Nominal skalierte Daten sind Informationen, die auf einer nicht-metrischen Skala erfasst werden. Die gegebenen Antworten sind demnach nicht rechenbar und bieten den geringsten statistischen Informationsgehalt. Darüber hinaus lassen sie sich nicht in eine Reihenfolge bringen. Das bedeutet, dass alle möglichen Antworten gleichwertig sind. Es lassen sich Aussagen bezüglich ihrer Gleichheit oder Verschiedenheit zueinander treffen. Typische Beispiele für nominal skalierte Informationen sind Antworten auf Fragen nach dem Wohnort oder dem Geschlecht.

Ordinal skalierte Daten werden ebenfalls auf einer nicht-metrischen Skala erfasst, wodurch auch diesen kein direkt verwendbarer Zahlenwert zugeordnet wird und somit eine Rechenbarkeit nicht vorhanden ist. Allerdings lassen sich ordinal skalierte Informationen in eine Reihenfolge bringen. Die Abstände zwischen den einzelnen Merkmalsausprägungen sind jedoch nicht quantifizierbar. Es ist folglich nicht möglich, eine Aussage darüber zu treffen, ob eine im Rang höhere Merkmalsausprägung beispielsweise doppelt so gut ist wie der nächsttiefere Rang. Typische Beispiele für ordinal skalierte Informationen sind die Antworten auf Fragen nach dem Ausbildungsniveau oder nach der Fahrzeugklasse.

Die Intervallskala ist eine metrische Skala. Die in den Intervallskalen ausgedrückten Antworten sind als direkt verwendbare Zahlenwerte dargestellt. Darüber hinaus sind die Abstände zwischen den einzelnen Intervallen gleich groß, enthalten allerdings keinen natürlichen Nullpunkt. Ein typisches Beispiel für diese Skalenklasse ist die Celsius-Skala. Die enthaltene Werte können addiert und subtrahiert werden, wodurch sich die einzelnen Merkmalsausprägungen in ein Verhältnis setzen lassen.

Die Ratioskala (auch Verhältnisskala genannt) bietet den höchsten statistischen Informationsgehalt. Auch hierbei handelt es sich um eine metrische Skala. Die Antworten sind demnach in direkt verwendbaren Zahlenwerten erfasst. Darüber hinaus besteht ein natürlicher Nullpunkt. Durch den hohen Informationsgehalt können das Verhältnis zwischen Messerwerten abgebildet und arithmetische Rechenoperatoren sowie alle statistischen Maße angewandt werden. (Berger-Grabner 2016, S. 123–124)

Tab. 2-1: Skalenniveaus (eigene Darstellung i.A.a. Berger-Grabner 2016, S. 123)

Übersicht Skalenniveaus				
Skalenniveau	Nominal	Ordinal	Intervall	Ratio
Aussagen möglich bezüglich:				
Gleichheit/Ungleichheit	✓	✓	✓	✓
Rangordnung	✗	✓	✓	✓
Differenzbildung	✗	✗	✓	✓
Natürlicher Nullpunkt	✗	✗	✗	✓
Mögliche Berechnungen				
Häufigkeiten	✓	✓	✓	✓
Modus	✓	✓	✓	✓
Median	✗	✓	✓	✓
Quantile / Quartile	✗	✓	✓	✓
arithmetisches /geometrisches Mittel	✗	✗	✓	✓
Standardabweichung, Variant	✗	✗	✓	✓
Addition, Subtraktion, Division, Multiplikation	✗	✗	✓	✓
Informationsgehalt	gering ----- hoch			

Abhängige und unabhängige Variablen

Wird davon ausgegangen, dass eine Variable einen Effekt auf eine andere hat, wird zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen unterschieden. Dabei gilt die unabhängige Variable als Einflussfaktor auf die abhängige Variable. Wird beispielsweise angenommen, dass das Alter einer Person einen Einfluss auf ihr Einkommen hat, ist das Alter die abhängige und das Einkommen die unabhängige Variable. (Mittag et al. 2020, S. 36)

Normalverteilung und Standardnormalverteilung

Das wichtigste Verteilungsmodell im Kontext der Statistik ist die Normalverteilung. Diese bildet die Verteilung kontinuierlicher Zufallsvariablen ab und dient u.a. als Modell zur Beschreibung empirischer Variablen. Dabei ist ihr Kurvenverlauf symmetrisch, während Median und Mittelwert identisch sind. (Perret 2019, S. 163–164) Im Kontext der statistischen Auswertung kommt der Normalverteilung besondere Bedeutung zu, da viele Verfahren beispielsweise zur Identifikation von Korrelationen auf der Annahme beruhen, dass die betrachteten Merkmale normalverteilt sind. (Vgl. Benninghaus 2007, S. 228; (Benninghaus 2007, S. 228; Cleff 2008, S. 118–124; Schwarz 2022a, 2022b)

Es existieren einige Verfahren zur Überprüfung auf Normalverteilung. Zu nennen sind hier beispielhaft der Kolmogorov-Smirnow-Test, der Chi-Quadrat-Test sowie der Shapiro-Wilk-Test. Letzterer zeichnet sich durch eine hohe Teststärke, insbesondere bei der Anwendung auf kleinere Stichproben von unter 50 Datensätzen aus und ist beispielsweise in der Statistik- und Analyse-Software IBM SPSS Statistics durchführbar. (Hedderich et al. 2016, S. 461–466)

Korrelation

Die Korrelation ist Ausdruck für die Stärke eines statistischen Zusammenhangs zweier mindestens ordinalskalierter Variablen. Sie ist eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung für Kausalität. Demnach identifiziert sie Beziehungen, gibt aber keinen Aufschluss über Ursache und Wirkung einzelner Merkmalsausprägungen. Der Korrelationskoeffizient ist ein Zahlenwert, welcher die Stärke eines Zusammenhangs quantifiziert. Dabei kann dieser einen Wert im Bereich

zwischen ± 1 annehmen. Umso größer der Betrag dieses Wertes, desto stärker der Zusammenhang. Bei negativen Werten wird von einer negativen Korrelation gesprochen, welche einen gegenläufigen Zusammenhang zwischen den betrachteten Variablen ausdrückt. Umso kleiner die Merkmalsausprägung der einen Variable, desto größer die, der anderen Variablen. (Perret 2019, S. 411–412)

Interpretation von Effektstärken

Die bereits angesprochenen Korrelationskoeffizienten lassen sich auch als Effektstärken von Zusammenhängen interpretieren. Zur Einordnung dieser Stärke existieren unterschiedliche Klassifizierungsmodelle. Die gängigsten Effektstärkemaße für den Ausdruck der Stärke eines Zusammenhangs zwischen zwei Variablen sind Cohens d , Eta-Quadrat (η^2) und der Korrelationskoeffizient r . Diese sind jeweils Ergebnis unterschiedlicher Verfahren zur Identifikation von Korrelationen, welche je nach Beschaffenheit der vorliegenden Daten ausgewählt werden. In Unterkapitel 2.3.3 wird genauer auf ausgewählte Verfahren dieser Art eingegangen. Um die in unterschiedlichen Effektstärkemaßen vorliegende Effekte miteinander vergleichen zu können, dient häufig die Klassifikation unterschiedlicher Effektstärken nach (Cohen 1988), mittels derer die Interpretation dieser Maße vereinheitlicht wird. In der untenstehenden Tab. 2-2 findet sich eine Übersicht über die angesprochene Klassifikation der Effektstärkemaße zur Interpretation der erzielten Ergebnisse.

Tab. 2-2: Effektstärkemaße (eigene Darstellung i.A.a. Cohen 1988, S. 155–159)

Interpretation unterschiedlicher Effektstärken			
Interpretation	Cohens d	Eta-Quadrat (η^2)	Korrelationskoeffizient r
Kleiner Effekt	$0,2 \leq d < 0,5$	$0,01 \leq \eta^2 < 0,06$	$0,1 \leq r < 0,3$
Mittlerer Effekt	$0,5 \leq d < 0,8$	$0,06 \leq \eta^2 < 0,14$	$0,3 \leq r < 0,5$
Großer Effekt	$0,8 \leq d $	$0,14 \leq \eta^2 $	$0,5 \leq r $

Signifikanz

Die statistische Signifikanz drückt aus, inwieweit ein gemessener Zusammenhang zwischen zwei Variablen in einer Stichprobe zufällig entstanden sein könnte, und bildet damit ab, inwieweit sich dieser identifizierte Zusammenhang auf die Grundgesamtheit übertragen lässt. Das Signifikanzniveau α ist Ausdruck der maximal tolerierten Irrtumswahrscheinlichkeit. Ist beispielsweise ein $\alpha = 0,05$ als Grenze zur Signifikanz festgelegt, gelten lediglich Ergebnisse als signifikant, die eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % oder niedriger aufweisen. Diese Irrtumswahrscheinlichkeit wird in p ausgedrückt und sagt aus, wie wahrscheinlich es ist, dass eine angenommene Hypothese nicht auf die Grundgesamtheit zutreffend ist. (Statista GmbH 2019)

2.3.2 Univariate Auswertung

Es existiert eine Vielzahl an statistischen Verfahren zur Auswertung von erhobenen Daten. Diese lassen sich unter anderem anhand der Anzahl der im Verfahren betrachteten Variablen differenzieren. Dabei wird zwischen univariaten, bivariaten und multivariaten Methoden unterschieden. (Baur et al. 2014, S. 998) Die Charakteristika der einzelnen Auswertungsklassen werden im Folgenden aufgegriffen und die jeweils prominentesten Vertreter ihrer Klasse vorgestellt. Abschließend werden die folgenden Ausführungen in Tab. 2-3 zusammenfassend dargestellt.

Univariate Auswertungsmethoden dienen zur Analyse einzelner Variablen und bilden die Grundlage der statistischen Auswertung quantitativer Daten. Ziel dieser grundlegenden Auswertung ist die Verschaffung eines Überblicks über die Struktur und Verteilung der Daten. Typische Methoden für die univariate Auswertung sind die Ermittlung von absoluten und relativen Häufigkeiten, die Berechnung verschiedener Lageparameter, je nach Skalenniveau des betrachteten Merkmals sowie deren zugehörige Streuungswerte.

Die absolute Häufigkeit einer Merkmalsausprägung sagt aus, wie häufig diese in den Daten vorhanden ist. Die relative Häufigkeit hingegen drückt den Anteil einer Merkmalsausprägung an der Gesamtheit der Ausprägungen eines Merkmals aus. Die Berechnung der Häufigkeiten kann für alle Skalenniveaus vorgenommen werden.

Der Modus, das arithmetische Mittel und der Median sind Lageparameter. Der Modus kann bereits bei einem nominalen Skalenniveau eingesetzt werden und stellt den häufigsten Wert in einer Häufigkeitsverteilung dar. Das arithmetische Mittel hingegen bezeichnet den Durchschnitt, welcher durch die Division der Anzahl der Werte durch die Summe aller beobachteten Werte definiert ist. Voraussetzung zur Berechnung des arithmetischen Mittels ist mindestens ein Intervallskalenniveau. Der Median kann für Merkmale ab einem ordinalen Skalenniveau herangezogen werden. Dieser teilt die Fläche der Verteilungen in zwei genau gleich große Hälften.

Auch die Betrachtung der Streuungswerte zählt zu den univariaten Auswertungsmethoden. Bei der Bildung der Spannweite wird die Differenz zwischen dem größten und kleinsten Wert der Merkmalsausprägung berechnet. Hierfür müssen metrische Variablen vorliegen, die Messung demnach anhand von Intervall- oder Ratioskalen erfolgt sein. Zu beachten ist bei der Interpretation der Spannweite, dass diese von Ausreißern in den Daten beeinflusst ist.

Ein weiteres gängiges Streuungsmaß ist der Quartilsabstand. Dieser ist weniger anfällig für die Beeinflussung durch Ausreißer, da er die betrachteten Fälle in 25 % Schritte unterteilt. Demnach ist das zweite Quartil deckungsgleich mit dem Median. Eines der meisteingesetzten Streuungsmaße ist die Standardabweichung. Diese lässt Aussagen über die Streuung der Werte einer Zufallsvariable um ihren Mittelwert zu. Demnach kann mittels der Standardabweichung eine Interpretation bezüglich des Ausmaßes der Verschiedenheit zwischen den Merkmalsausprägungen getroffen werden. (Berger-Grabner 2016, S. 171–173)

Mit Hilfe der Betrachtung der Häufigkeitsverteilung der genannten Streuungs- und Lageparameter kann ebenfalls im Rahmen der univariaten Auswertung die Verteilungsform der vorliegenden Daten ermittelt werden. Diese ist neben dem Skalenniveau der Daten ausschlaggebend für die Wahl geeigneter statistischer Methoden zur Auswertung und Identifikation etwaiger Zusammenhänge und Unterschiede. Statistische Verfahren, welche eine bestimmte Verteilungsform, meist Normalverteilung, voraussetzen, werden in der Gruppe der parametrischen Verfahren zusammengefasst. Sogenannte verteilungsfreie Verfahren, also Verfahren, die keine bestimmte Verteilung voraussetzen, werden auch non-parametrische Verfahren genannt. Um demnach bestimmen zu können, welche Methode zur Auswertung herangezogen werden muss, ist eine Überprüfung der Daten auf Normalverteilung durchgeführt werden. Im Folgenden werden zwei gängige und in SPSS durchführbare Verfahren hierfür vorgestellt. (Vgl. Benninghaus 2007, S. 228; Cleff 2008, S. 121–124; Tachtsoglou et al. 2017, S. 143–146)

Der Kolmogorov-Smirnov-Test (KST) eignet sich zur Überprüfung vorliegender Daten auf vorher festgelegte Verteilungsformen. Somit kann anhand dieses Verfahrens auch eine Überprüfung auf Normalverteilung stattfinden. Voraussetzung zur Anwendung dieses Testverfahrens ist, dass die überprüften Variablen stetig sind. Zudem wird dieses Testverfahren für kleinere Stichproben $n < 200$ empfohlen. Der Test beruht auf der Berechnung des maximalen Abstandes zwischen der beobachteten Verteilung und der Normalverteilung. (Hedderich et al. 2016, S. 461–463) Auch der Shapiro-Wilk-Test (SWT) eignet sich zur Überprüfung von kontinuierlich vorliegenden Variablen auf Normalverteilung. Im Gegensatz zum KST überprüft der SWT die Hypothese, dass eine Normalverteilung vorliegt, nicht anhand von Differenzen, sondern mittels der Bildung von Quotienten aus den Werten einer Normalverteilung und den beobachteten Werten. Die Voraussetzungen zur Durchführung dieses Testverfahrens sind äquivalent zu denen des KST. (Hedderich et al. 2016, S. 466)

2.3.3 Bivariate Auswertung

Bivariate Auswertungsmethoden geben Aufschluss über die Beziehung, in der zwei Variablen zueinanderstehen, wodurch sie zur Überprüfung etwaiger Hypothesen herangezogen werden können. Die gängigsten Methoden in diesem Bereich sind die Kontingenz-, Korrelations- und Regressionsanalysen.

Bei der Kontingenzanalyse werden Abhängigkeiten zwischen nominalskalierten Variablen untersucht. Ergebnis dieser Untersuchung ist die Erkenntnis darüber, ob ein Zusammenhang zwischen den betrachteten Variablen besteht. Aussagen zu dessen Richtung, seiner Stärke oder inwieweit die Veränderung einer Variablen sich auf eine andere auswirkt, können jedoch nicht getroffen werden. Möchte man beispielsweise überprüfen, ob ein Zusammenhang zwischen dem Ausbildungsniveau und Arbeitslosigkeit besteht, ist die Kontingenzanalyse eine geeignete Methode. (Berger-Grabner 2016, S. 174–175)

Im Zuge der Korrelationsanalyse werden Zusammenhänge zwischen zwei Variablen aufgedeckt und zusätzlich die Stärke dieses Zusammenhangs bestimmt. Ergebnis der Korrelationsanalyse ist der Korrelationskoeffizient, welcher einen Wert zwischen ± 1 annehmen kann. Dabei steht -1 für einen gegenläufigen und $+1$ für einen positiven Zusammenhang. Umso näher der Wert an der Null, desto weniger stark ist der Zusammenhang. (Berger-Grabner 2016, S. 177–178)

Bei der Regressionsanalyse wird neben der Aufdeckung von Zusammenhängen zwischen zwei Variablen und dessen Stärke auch die Richtung des Zusammenhangs bestimmt. Es kann demnach eine klare je-desto-Beziehung beschrieben werden. Voraussetzung zur Anwendung der Regressionsanalyse sind metrisch skalierte Daten. Diese müssen demnach mindestens in Form einer Intervallskala erfasst worden sein. (Berger-Grabner 2016, S. 178–179)

Da zur Beantwortung der Forschungsfrage Zusammenhänge und Unterschiede identifiziert werden sollen und die vorliegenden Daten sich für eine Korrelationsanalyse eignen, wird im Folgenden eine Auswahl der Methoden dieser Klasse vorgestellt.

Das Zusammenhangsmaß Kendalls Tau dient zur Analyse von Zusammenhängen zwischen zwei ordinal oder metrisch skalierten Variablen oder einer Mischform, also einer ordinalen und einer metrischen Variable. Dabei zeichnet sich dieses Zusammenhangsmaß insbesondere durch seine Eignung für die Betrachtung kleiner Stichproben aus. Die Bewertung basiert dabei aus-

schließlich darauf, ob eine Merkmalsausprägung größer oder kleiner ist als eine andere. Es werden demnach keine gleichen Abstände zwischen den Merkmalsausprägungen vorausgesetzt. Auch eine Normalverteilung ist nicht notwendig, um Kendalls Tau anzuwenden. Dementsprechend lässt sich zusammenfassen, dass dieses Zusammenhangsmaß geringe Anforderungen an das Datenmaterial stellt. Die Werte von Kendalls Tau liegen im Intervall zwischen ± 1 , wobei -1 einen perfekten monotonen negativen Zusammenhang und $+1$ einen perfekten positiven Zusammenhang ausdrückt. Umso näher der Wert an 0, desto mehr weichen die verglichenen Werte von denen eines Zusammenhangs ab bzw. desto schwächer ist der Zusammenhang. Es existieren jeweils für unterschiedliche Anwendungsfälle Kendalls Tau a, b und c. Liegen die Daten in einer nicht quadratischen-Kontingenztafel vor, sind also die Anzahlen möglicher Merkmalsausprägungen pro betrachtete Variablen unterschiedlich, wird die Anwendung von Kendalls Tau_c empfohlen. (Cleff 2008, S. 11–124)

Mit Hilfe des Eta-Koeffizienten können Zusammenhänge zwischen nominal und metrisch skalierten Variablen identifiziert werden. Dabei muss die abhängige Variable mindestens intervallskaliert vorliegen. Die unabhängige Variable hingegen kann jedes Skalenniveau, demnach auch das einer Nominalskalierung, aufweisen. Für die Kombination aus einer unabhängigen metrisch skalierten und einer abhängigen nominalskalierten Variablen ist der Eta-Koeffizient das sensibelste Zusammenhangsmaß. Während Eta die Stärke der Beziehung zwischen den betrachteten Merkmalen ausdrückt, lässt sich mittels der Effektstärke η^2 eine Aussage darüber treffen, inwieweit sich die Vorhersagbarkeit einer abhängigen Variablen durch das Heranziehen einer weiteren unabhängigen Variable verbessern lässt. Der Eta-Koeffizient kann einen Wert zwischen 0 und 1 annehmen. (Benninghaus 2007, S. 228) Wird dieser Wert als Größe des Effekts, den beispielsweise das Geschlecht auf die Anzahl der gesprochenen Wörter pro Tag hat, interpretiert, würde man bei einem Wert von 0,01 – 0,10 von einer geringen praktischen Bedeutsamkeit des Geschlechts für die Anzahl der gesprochenen Wörter ausgehen. Werte zwischen 0,10 und 0,25 sind als mittlere und Werte ab 0,25 sind als große praktische Bedeutsamkeit zu interpretieren. (Tachtsoglou et al. 2017, S. 143–146)

Mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests kann überprüft werden, ob Variablen sich hinsichtlich ihrer zentralen Tendenz, bzw. ihres Mittelwerts unterscheiden. Er findet Anwendung, wenn genau zwei Stichproben aus einer gemeinsamen Grundgesamtheit miteinander verglichen werden sollen. Zudem setzt dieses Verfahren keine Normalverteilung voraus und gehört somit zu den verteilungsfreien Methoden. (Vorberg et al. 1998) Um den Mann-Whitney-U-Test anwenden zu können, muss die betrachtete abhängige Variable mindestens ordinalskaliert sein. Die unabhängige Variable, anhand derer die Stichproben sich unterscheiden, bspw. das Geschlecht, darf nominalskaliert vorliegen. (Schwarz 2022b)

Die für den Mann-Whitney-U-Test beschriebenen Voraussetzungen und Anwendungsmöglichkeiten lassen sich beinahe gänzlich für den Kruskal-Wallis-Tests übertragen. Lediglich die Beschränkung auf genau zwei unabhängige Stichproben entfällt, wodurch sich dieses Verfahren auch zur Anwendung auf eine größere Anzahl an Stichproben eignet. (Schwarz 2022a)

2.3.4 Multivariate Auswertung

Bei der multivariaten Auswertung werden mehr als zwei Variablen miteinander in Beziehung gesetzt und deren gemeinsame Häufigkeiten untersucht. Voraussetzung dafür, ist ein metrisches

Skalenniveau. Typische multivariate Analyseverfahren sind die Diskriminanz-, Cluster- und Faktorenanalysen.

Die Diskriminanzanalyse dient der Untersuchung von Gruppen- bzw. Klassenunterschieden. Dabei können zwei oder mehr Gruppen hinsichtlich mehrerer Variablen untersucht werden, woraus sich Rückschlüsse bezüglich des Zusammenhangs zwischen Gruppenzugehörigkeit und den untersuchten Merkmalsausprägungen ziehen lassen. Grundlage für die Untersuchung ist eine vorher festgelegte Gruppierung. Diese kann dann mittels Diskriminanzanalyse auf ihre Eignung hin geprüft werden. Es wird also festgestellt, ob das zur Gruppierung gewählte Unterscheidungsmerkmal richtig gewählt wurde. Meist wird die Diskriminanzanalyse im Anschluss an eine Clusteranalyse durchgeführt. (Berger-Grabner 2016, S. 179–180) Diese gruppiert Objekte anhand der gemessenen Variablen in einzelne Cluster. Maßgabe ist dabei, dass Objekte im selben Cluster möglichst ähnlich, in unterschiedlichen Clustern möglichst unähnlich sind. (Berger-Grabner 2016, S. 183–184) Die Faktorenanalyse wird eingesetzt, um komplexe Faktoren, welche sich nicht anhand einer einzelnen Variablen ausdrücken lassen, zu untersuchen. Zu Beginn wird eine große Anzahl an Variablen erhoben, welche mittels Faktoranalyse zu Gruppen zusammengefasst werden, welche dann wiederum Aussagen bezüglich des angestrebten komplexen Faktors zulassen. (Berger-Grabner 2016, S. 182–183)

Eine univariate Auswertung erfolgt im Zuge dieser Arbeit auf Grund des Skalenniveaus des vorliegenden Datenmaterials nicht, weshalb auf die Ausführung expliziter Verfahren an dieser Stelle verzichtet wird.

Eine Darstellung der beschriebenen univariaten, bivariaten und multivariaten Auswertungsmethoden, deren entsprechenden Handlungsfelder und Methoden sowie dem jeweils vorausgesetztem Skalenniveau ist Tab. 2-3 zu entnehmen.

Tab. 2-3: Auswertungsklassen (eigene Darstellung i.A.a. Berger-Grabner 2016, S. 171–183)

		Handlungsfelder	Methoden	(Mindest-) Skalenniveau
Auswertungsklassen	Univariate Auswertungsmethoden	Verteilungseigenschaften einzelner Variablen	Absolute Häufigkeit	Nominal
			Relative Häufigkeit	Nominal
		Berechnung der Lageparameter	Modus	Nominal
			Median	Ordinal
		Berechnung der Streuungsmaße	Arithmetisches Mittel	Intervall
			Spannweite	Ordinal
	Quartilsabstand		Ordinal	
	Bivariate Auswertungsmethoden	Aufdeckung von Zusammenhängen zwischen zwei Variablen	Kontingenzanalyse	Nominal
		Untersuchung der Stärke eines Zusammenhangs zwischen zwei Variablen	Korrelationsanalyse	Ordinal
		Untersuchung der Richtung eines Zusammenhangs zwischen zwei Variablen	Regressionsanalyse	Intervall
	Multivariate Auswertungsmethoden	Analyse von Gruppenunterschieden	Diskriminanzanalyse	Nominal / metrisch
		Bündelung von Objekten auf Basis ihrer Merkmalsausprägungen zu Clustern	Clusteranalyse	Nominal
Bestimmung und Zusammenfassung einzelner Variablen zu Faktoren zur Abbildung komplexer Konstrukte		Faktorenanalyse	Intervall	

2.4 Multikriterielle Entscheidungsprobleme

Multikriterielle Entscheidungsprobleme zeichnen sich dadurch aus, dass diese eine Entscheidung beschreiben, welche unter Berücksichtigung mehrerer, teilweise in Konflikt zueinanderstehender Zielsetzung, getroffen werden müssen. (Geldermann et al. 2014, S. 9) Das in dieser Arbeit angestrebte Verfahren zur Entscheidungsunterstützung ist die Nutzwertanalyse welche der Klasse der multikriteriellen Entscheidungsprobleme zuzuordnen. Das folgende Unterkapitel führt zu Beginn daher die Grundbegriffe im Kontext der multikriteriellen Entscheidungsfindung ein und stellt einige ausgewählte Methoden dieser Art vor. Der Fokus der Erläuterung liegt auf dem Verfahren der Nutzwertanalyse, auf welche in diesem Unterkapitel abschließend genauer eingegangen werden soll, da diese die in dieser Arbeit verwendete Methode ist.

2.4.1 Grundbegriffe im Kontext der multikriteriellen Entscheidungsfindung

Im Kontext der multikriteriellen Entscheidungsfindung werden die Wahlmöglichkeiten, zwischen denen entschieden werden soll als Planungsalternativen bezeichnet. Dies können beispielsweise Handlungsoptionen, Standorte oder Investitionsoptionen sein. Voraussetzung ist, dass die verschiedenen Alternativen sich gegenseitig ausschließen.

Um die betrachteten Alternativen objektiv miteinander vergleichen zu können, müssen diese zudem anhand der gleichen entscheidungsrelevanten Kriterien beschrieben werden können.

Wesentlicher Bestandteil der strukturierten multikriteriellen Entscheidungsfindung ist die Formulierung eines Ziels. Dies beschreibt einen bisher nicht eingetretenen, aber erwünschten Zustand und könnte beispielsweise darin bestehen, einen wirtschaftlich sinnvollen neuen Lagerstandort oder eine der Risikobereitschaft von Investor*innen entsprechende Auswahl einer Aktienoption sein. Dabei muss das festgelegte Ziel messbar, realistisch und eindeutig formuliert sein. Häufig ist die Entscheidungsfindung durch mehr als ein Ziel beeinflusst. Dabei ist zu beachten, dass diese Ziele sich gegenseitig beeinflussen bzw. widersprechen können. Daher sollte zunächst ein übergeordnetes Ziel formuliert werden, welches anschließend in kleinere Unterziele gegliedert wird, wobei diese in einem logischen Zusammenhang zueinanderstehen sollten.

Aus den formulierten Zielen werden für die Entscheidungsfindung relevante Kriterien abgeleitet. Diese dienen der Bewertung, inwieweit eine Alternative die festgelegten Ziele erfüllt. Die Kriterien werden zunächst in messbaren Attributen konkretisiert. Darüber hinaus wird festgelegt, ob zur Zielerreichung eine Maximierung oder Minimierung der Attribute angestrebt wird. Die konkreten Werte, welche eine Alternative hinsichtlich der betrachteten Attribute aufweist, werden als Kriterienausprägungen bezeichnet. Zur Entscheidungsfindung sind zudem Präferenzen zu identifizieren. Je nach Verfahren kann dies entweder direkt durch die Bewertung der Alternativen durch die Entscheidungsträger*innen erfolgen oder sich aus der Bildung einer Wertefunktion und der Kriteriengewichtung durch die Entscheidungsträger zusammensetzen. Die Wertefunktion dient zum einen der Überführung der erfassten in physischen Messgrößen erfassten Kriterienausprägungen in ein dimensionslosen Zielerfüllungsgrad und zum anderen der Abbildung des, durch die Kriterienausprägung entstehenden Nutzens für die Entscheidungsträger*innen. (Geldermann et al. 2014, S. 4–9)

2.4.2 Ausgewählte Methoden der multikriteriellen Entscheidungsfindung

Die multikriterielle Entscheidungsunterstützung dient der Strukturierung und Lösung von Mehrzielproblemen und kann mittels unterschiedlicher Verfahren vorgenommen werden. Dabei können diese die Entscheider*innen dabei unterstützen, Kompromisse zu identifizieren und Lösungen zu produzieren, die der maximal möglichen Anzahl an Zielen gerecht wird. (Geldermann et al. 2014, S. 9)

Die Verfahren nach denen dabei vorgegangen werden kann, lassen sich in zwei Bereiche aufteilen. Zum einen existieren Verfahren die dem Multi-Objective Decision Making (MODM) zuzuordnen sind und zum anderen besteht der Bereich des Multi-Attribute Decision Making (MADM). Die MODM-Methoden zeichnen sich dabei durch eine stetige Menge an Alternativen aus. Sie können mittels mathematischer Verfahren gelöst werden, bei denen es gilt, die Zielfunktion(en) zu maximieren oder minimieren während die, die Entscheidungsoption beschneidenden Restriktionen mittels Nebenbedingungen dargestellt werden können. Ein Beispiel hierfür ist die Ermittlung optimaler Rüstzeiten im Rahmen einer mehrstufigen Produktion. MADM-Methoden sind dagegen durch eine begrenzte Anzahl an Entscheidungsoptionen charakterisiert. Ergebnis ist häufig eine Kompromisslösung, da nur in seltenen Fällen eine Planungsalternative alle Ziele vollständig erfüllt. Da Gegenstand dieser Arbeit die Betrachtung von abzählbaren Planungsalternativen in Form vorhandener Lastenradmodelle ist, werden die Entscheidungsprobleme der Klasse MODM hier nicht weiter berücksichtigt. (Geldermann et al. 2014, S. 10)

Verfahren des MADM können in klassische und Outranking Ansätze unterteilt werden. Die klassischen Ansätze basieren auf der Annahme, dass Entscheidungsträger*innen ihre eigenen Präferenzen korrekt nennen können und sich diese mit Wertefunktion darstellen lassen. Ziel der klassischen Verfahren ist die Berechnung eines Gesamtnutzwertes für jede Planungsalternative.

Prominente klassischen Verfahren sind die Multi-Attribute Utility Theory (MAUT), der Analytische Hierarchie Prozess (AHP) und die Nutzwertanalyse.

Outranking-Methoden verfolgen das Ziel Informationen zu generieren und den Entscheidungsträger*innen eine Möglichkeit zur Strukturierung des Entscheidungsprozesses anzubieten. Dazu ist es notwendig, dass sich die Entscheidungsträger*innen über das vorhandene Problem bewusstwerden und auf Basis einer Selbstreflexion ein tieferes Verständnis entwickeln. Demnach ist der Aufwand, welcher mit Verfahren dieser Klasse für die Entscheidungsträger*innen verbunden ist, wesentlich höher als bei klassischen Methoden. (Geldermann et al. 2014, S. 12)

2.4.3 Vorgehen der Nutzwertanalyse

Bei der Nutzwertanalyse handelt es sich um ein Verfahren zur Entscheidungsunterstützung, mittels dessen mehrere Planungsalternativen anhand entscheidungsrelevanter Kriterien beurteilt und verglichen werden können. Im Zuge dessen wird auch eine Gewichtung der entscheidungsrelevanten Kriterien durch eine*n oder mehrere Entscheidungsträger*innen hinsichtlich ihrer Wichtigkeit bei der Bewertung der einzelnen Planungsalternativen berücksichtigt. Im Vergleich zu anderen Methoden dieses Anwendungsgebiets ist die Nutzwertanalyse mit weniger Aufwand insbesondere für die Entscheidungsträger*innen verbunden. Zudem stellt sie, je nach Ausgestaltung, weniger hohe Ansprüche an die Kompetenz und zeitlichen Aufwand der auswertenden Person, als vergleichbare Verfahren.

Verschiedene Umstände der Entscheidungsfindung legen den Einsatz der Nutzwertanalyse nahe. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn die Anzahl der zu berücksichtigenden Entscheidungskriterien besonders hoch ist oder diese in unterschiedlichen Qualitäten beschrieben werden. Hilfreich ist die Nutzwertanalyse auch in Situationen, in denen die Entscheidungskriterien nicht in einer eindeutigen Rangfolge priorisiert werden können. Dies entsteht dadurch, dass die an der Entscheidung beteiligten Personen die Wichtigkeit der einzelnen Entscheidungskriterien stets subjektiv und damit häufig unterschiedlich bewerten. Abhängig vom Kontext werden Entscheidungen oftmals auch auf Basis von Erfahrungen und Instinkt getroffen. Ist dies nicht möglich, kann die Nutzwertanalyse ein nachvollziehbares und transparentes Mittel sein, um diese Aufgabe zu bewältigen. (Kühnapfel 2019, S. 1–4)

Der erste Schritt der Nutzwertanalyse ist der Aufbau eines Zielsystems. Dieses setzt sich aus für das Entscheidungsproblem relevanten Kriterien zusammen. Diese müssen einige generelle Anforderungen erfüllen. Zum einen sollte die Summe der Kriterien ein Entscheidungsproblem vollständig abbilden. Dabei besteht die Möglichkeit, einige dieser Entscheidungskriterien zu Kategorien zusammenzufassen. Darüber hinaus ist darauf zu achten, dass die gewählten Kriterien von der befragten Person bewertbar sein müssen. Das Hintergrundwissen der Befragten muss demnach ausreichen, um die gewählten Kriterien bewerten zu können. Außerdem muss jedes Kriterium für die Beantwortung der Problemstellung bzw. des Entscheidungsproblems relevant sein. Meist unterliegt jedoch die Einschätzung der Relevanz eines Kriteriums der subjektiven Wahrnehmung des Erstellenden der Nutzwertanalyse. Als letzte Anforderung an die gewählten Entscheidungskriterien ist die Reproduzierbarkeit der Bewertung der Kriterien zu nennen. Ein stabiles Zielsystem zeichnet sich unter anderem dadurch aus, dass die Bewertung der Kriterien innerhalb des Zielsystems reproduzierbar ist, also beispielsweise auch zu einem anderen Zeitpunkt vergleichbare Bewertungen erzielt werden können. Auch dies ist in der Realität häufig nicht direkt umsetzbar. (Kühnapfel 2019, S. 8–9)

Das aus den Entscheidungskriterien entstehende Zielsystem bildet die Basis zur Darstellung der verschiedenen Planungsalternativen. Diese können anhand der festgelegten Entscheidungskriterien gemessen und miteinander verglichen werden. Zur Bewertung der Alternativen werden die jeweiligen Kriterienausprägungen identifizierten der Attribute zur Beschreibung der Entscheidungskriterien erfasst. (Harth 2006, S. 49–50) Da die Bewertung der Alternativen auf den Entscheidungskriterien beruht, welche anhand von Attributen beschrieben werden, die wiederum mittels physisch messbarer Indikatoren gemessen werden, und diese in unterschiedlichen Messeinheiten vorliegen können, müssen sie vorab normiert werden, um sie später in einem Gesamtnutzwert zusammenzufassen zu können. Zur Normierung werden sogenannte Wertefunktionen herangezogen. Das Ergebnis der Transformation der Kriterienausprägungen mittels der Wertefunktionen ist die Darstellung der Ausprägungen in dimensionslosen Zielerfüllungsgraden (Harth 2006, S. 50) Bei der Bestimmung der Zielgewichtung der Entscheidungskriterien wird jedem, im ersten Schritt identifizierten, Kriterium eine Bedeutung für die zu treffende Entscheidung in Form einer Gewichtung zugeordnet. Dies ermöglicht es die, Kriterien in eine Rangfolge zu bringen. Die Gewichtung kann von einzelnen Entscheidungsträgern oder aber durch eine Gruppe von Entscheidungsträgern vorgenommen werden. Bei der Gewichtung durch eine Einzelperson spiegelt diese allein dessen subjektive Einstellung. Werden mehrere Personen zur Gewichtung der Kriterien

befragt, ist das Ergebnis weniger subjektiv geprägt, da die so erhobenen Gewichtungen im Anschluss addiert werden und somit die Meinung des Einzelnen an Gewicht verliert. (Holm 2021, S. 139)

Sind die Zielerfüllungsgrade und die Gewichtung bestimmt, werden diese jeweils miteinander multipliziert. Die Addition dieser Multiplikation über eine Planungsalternative ergeben dann die Gesamtpunktzahl eben dieser Alternative. Daraus werden abschließend die Entscheidungsempfehlungen abgeleitet. Meist wird dabei die Handlungsoption mit der höchsten Punktzahl gewählt. (Holm 2021, S. 139–140) Um die Stabilität der Bewertungsergebnisse zu überprüfen, wird i.d.R. eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Dabei wird untersucht, inwieweit sich die Endergebnisse und damit auch die Rangfolge, in der die Planungsalternativen im Zuge der Nutzwertanalyse geordnet wurden, durch geringfügige Änderungen der Eingangsgrößen verändert. (Harth 2006, S. 36)

2.4.4 Methoden zur Erhebung der Kriteriengewichtung

Da die Kriteriengewichtung im Zuge der Nutzwertanalyse den Kern der Methode darstellt, wodurch ihr besondere Bedeutung bei der Vorgehensweise zukommt, werden im Folgenden die möglichen Herangehensweisen zur Erhebung dieser Gewichtung konkret diskutiert.

Es können verschiedene Methoden zur Gewichtung, welche die Präferenzen der Entscheidungsträger ausdrücken, angewandt werden. Dabei stehen die erforderliche Denkleistung des Entscheiders und die Aussagekraft der Ergebnisse in einem Spannungsfeld zueinander. Eine Möglichkeit ist die Abbildung der Gewichtung mittels einer Rangfolge. Weiterhin kann die Gewichtung auch mit Hilfe der Zuordnung einer numerischen oder verbalen Bewertung oder anhand von Paarvergleichen zwischen jedem einzelnen Kriterium vorgenommen werden. Eine Methode der numerischen Bewertung ist die sogenannte Simple Multi-Attribute Rating Technique (kurz SMART). Dabei werden die Entscheidungsträger dazu aufgefordert, den Kriterien Punktwerte zwischen 0 und 100 zu vergeben. Dabei sollte die Vergabe von 100 Punkten dem wichtigsten Kriterium oder den wichtigsten Kriterien zugeschrieben werden. In Abhängigkeit dazu sollen für als weniger wichtig wahrgenommene Kriterien entsprechend weniger Punkten vergeben werden. Im Zuge der Auswertung wird dann die Gesamtanzahl der durch den Entscheidungsträger vergebenen Punkte berechnet. Der Quotienten aus den vergebenen Punkten für ein Kriterium und der Anzahl der insgesamt vergebenen Punkte bildet so die Gewichtung des betrachteten Kriteriums ab. Werden mehrere Entscheidungsträger befragt, wird der Mittelwert der errechneten Gewichtungen pro Entscheidungskriterium berechnet. Äquivalent dazu kann eine verbale Skala zur Bewertung angeboten werden. Dieser wird in der späteren Auswertung numerische Werte zugeordnet. Das darauffolgende Vorgehen ist äquivalent zur beschriebenen SMART. Eine Vorgehensweise basierend auf der Bildung einer Rangfolge stellt beispielsweise die SIMOS-Methode dar. Im Zuge dieses Vorgehens werden die Kriterien der Entscheidungsträger in einer Reihenfolge angeordnet. Im Anschluss ergibt sich die Gewichtung aus der Anzahl aller Kriterien und der zugeordneten Platzierung des betrachteten Kriteriums. Welche Methode zur Erhebung der Gewichtung eingesetzt wird, hängt von der Anzahl der Entscheidungsträger, der Erhebungssituation, der Anzahl der zu bewertenden Kriterien sowie den zeitlichen, organisatorischen und finanziellen Restriktionen ab. So ist beispielsweise die Bildung einer Rangfolge bei einer hohen Anzahl von Kriterien sehr zeitintensiv und insbesondere bei Diskussionen in einer größeren Gruppe, welche

sich auf eine Rangfolge einigen muss, häufig nicht geeignet. (Geldermann et al. 2014, S. 31–37)
Die Anzahl der Kriterien spielt auch bei der Methode der Paarvergleiche eine bedeutende Rolle. Bereits bei einer Anzahl von fünf Kriterien würden demnach $5 * (5-1)$, also 20 Fragen benötigt, um einen vollständigen Vergleich durchzuführen.

3 Entwicklung des methodischen Vorgehens

3.1 Entwicklung eines standardisierten Befragungsinstruments

Aufbauend auf der in Unterkapitel 2.2 dargestellten theoretischen Grundlage wird im folgenden Unterkapitel ein geeignetes Erhebungsinstrument entwickelt. Hierfür werden die relevanten Entscheidungskriterien identifiziert und ein entsprechendes Zielsystem konstruiert. Anschließend erfolgt die Definition der betrachteten Grundgesamtheiten, eine Erläuterung der Wahl der verwendeten Frage- und Antwortvarianten sowie die begründete Vorstellung des gewählten Befragungskanals.

3.1.1 Verwendete Grundgesamtheiten und Stichproben

Die betrachtete Grundgesamtheit umfasst Personen, die derzeit den Berufsgruppen der ambulanten Pfleger*innen, Gebäudereiniger*innen oder Schornsteinfeger*innen angehören. Da die Einladung zu den Umfragen mittels der Online-Karriere-Plattform „Xing“ erfolgte, reduziert sich diese Grundgesamtheit allerdings auf Personen mit einem Zugang zu einem Endgerät mit Internetzugang und einem Xing Account. In diesem mussten außerdem die entsprechenden Angaben zur aktuellen beruflichen Position hinterlegt sein. Da die Plattform Xing nicht alle benötigten sozialstatistischen Merkmale ihrer Nutzer*innen freigibt bzw. enthält, ist die Erfassung der Verteilung dieser Merkmale auf die Grundgesamtheiten nicht möglich. Um das Fehlen dieser Informationen abzumildern, wurden Statistiken der Bundesagentur für Arbeit, kurz BA, herangezogen. Eine grafische Darstellung der sozialstatistischen Merkmale der betrachteten Berufsgruppen ist in Abb. 3-1 zu sehen.

Die BA veröffentlicht jährlich Statistiken für sämtliche Berufsgruppen. Diese enthalten unter anderem die sozialstatistischen Merkmale des Geschlechts und Alters der Beschäftigten. (Vgl. (Bundesagentur für Arbeit 2021a, 2021b, 2021c). Obgleich diese Statistiken nicht zwischen Xing-Nutzer*innen und Nicht-Xing-Nutzer*innen differenzieren, lässt sich jedoch ein Eindruck zu den Altersstrukturen und den Geschlechteranteilen der jeweiligen Berufsgruppe gewinnen.

Laut BA übernehmen Mitarbeiter*innen der ambulanten Pflege die nichtstationäre Grund- und Behandlungspflege von pflegebedürftigen Personen. Außerdem leisten sie psychosoziale Betreuung. (Bundesagentur für Arbeit 2022a) Im Bereich der ambulanten Pflege waren im Berichtsjahr 109.950 Personen beschäftigt. Der Frauenanteil lag bei 82 %. Die Gruppe der Personen zwischen 25 und 55 Jahren hatte dabei einen Anteil von 66 %. Die zweitgrößte Gruppe bezüglich der Altersstruktur war mit 22 % die über 55-jährigen. (Bundesagentur für Arbeit 2021a)

Das Tätigkeitfeld der Gebäudereiniger*innen umfasst sämtliche Reinigungsarbeiten innerhalb von Räumen und das Reinigen und Konservieren von Fassaden. Außerdem werden die Mitarbeiter*innen dieser Berufsgruppe zum Säubern von Verkehrsanlagen oder zur Pflege von Außenanlagen eingesetzt. Durch ihr teils sehr breites Leistungsspektrum finden Gebäudereiniger*innen in sehr unterschiedlichen Branchen eine Beschäftigung. Dazu zählen beispielsweise Gebäu-

dereinigungsunternehmen, Glasreinigungsunternehmen oder Baufirmen. (Bundesagentur für Arbeit 2022b) Im Berichtsjahr 2021 ergab die Erhebung der sozialstatistischen Merkmale der 219.060 Gebäudereiniger*innen einen Frauenanteil von 75 %. Bezüglich des Alters liegt der Anteil der Beschäftigten zwischen 25 – 55 Jahren bei 63 %. Ein Drittel der Gebäudereiniger*innen ist 2021 der Gruppe der über 55-jährigen zuzuordnen. (Bundesagentur für Arbeit 2021b)

Die Tätigkeiten der Schornsteinfeger*innen umfassen die Kontrolle und das Reinigen von Feuerungs- und Lüftungsanlagen. Außerdem gehört das Messen bzw. Prüfen der Abgaswerte zu ihrem Aufgabenfeld. Darüber hinaus sind sie für die Sicherung einer störungsfreien und umweltgerechten Funktionalität der Anlage verantwortlich und beraten ihre Kund*innen zu den Themen der Energieeffizienz und des Brandschutzes. (Bundesagentur für Arbeit 2022c) Diese Berufsgruppe umfasste im Berichtsjahr 2021 14.670 Personen. Der Frauenanteil lag dabei bei 21 %. Der mit 71 % stark überwiegende Anteil der Schornsteinfeger*innen befand sich in der Altersklasse zwischen 25 bis 55 Jahren. Unter 25-jährige sind mit einem Anteil von 18 %, über 55-jährige mit einem Anteil von 12 % vertreten.

Sozialstatistische Merkmale der Grundgesamtheiten nach Berufsgruppen im Berichtsjahr 2021

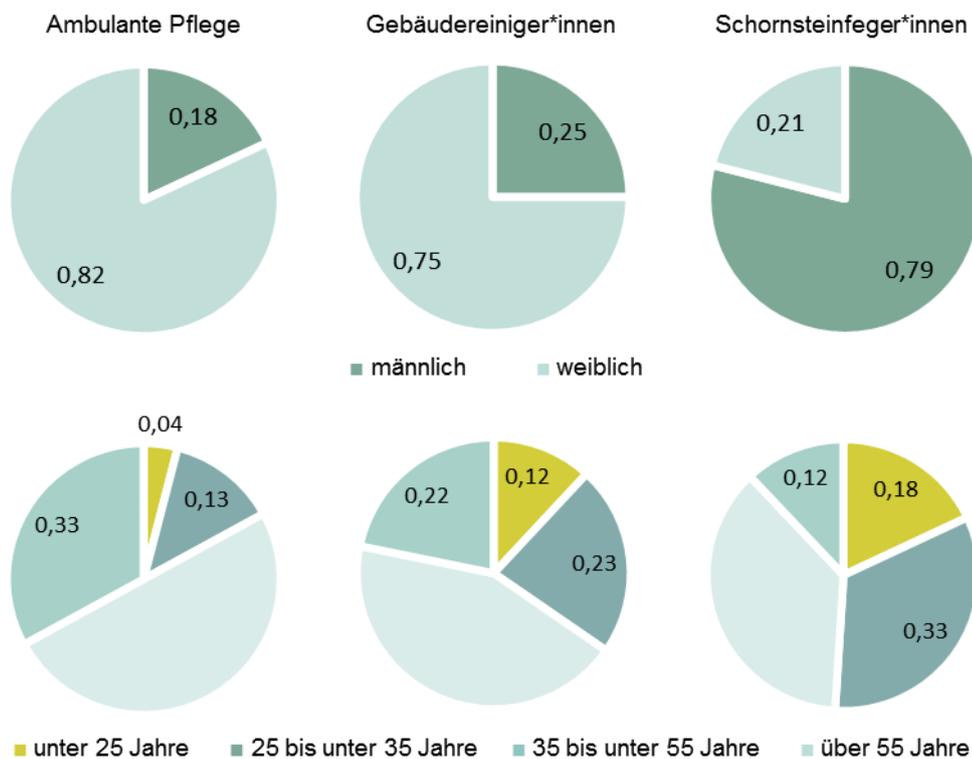


Abb. 3-1: Sozialstatistische Merkmale der Grundgesamtheiten (eigene Darstellung i.A.a (Bundesagentur für Arbeit 2021a, 2021b, 2021c))

Wie den vorausgegangenen Ausführungen zu entnehmen ist, liegen die Personenanzahlen der betrachteten Grundgesamtheiten im fünf bis sechsstelligen Bereich, wodurch eine Totalerhebung im Rahmen einer Masterarbeit sowohl aus zeitlichen als auch aus finanziellen und organisatorischen Gründen ausgeschlossen ist. Demnach wird eine Stichprobe der betrachteten Grundgesamtheit erhoben. Da die Grundgesamtheiten, welche in Form einer Liste von Xing-Mitgliedern vorliegen, nicht exakt definiert werden kann, ist die Vorgehensweise der Zufallsstichprobe ausgeschlossen. Folglich wird eine bewusste Auswahl der Stichprobe vorgenommen. Dabei wurden die

Xing-Mitglieder für die Erhebung im Bereich der Gebäudereiniger*innen und Schornsteinfeger*innen wie folgt gefiltert: Über die Einstellung „erweitere Suche“ wurden für die Kategorie „Position heute“ die jeweilige Berufsbezeichnung (Schornsteinfeger*innen, Gebäudereiniger*innen) eingegeben. Des Weiteren wurde die Suche auf Deutschland begrenzt. Darüber hinaus wurde die Beschäftigungsart auf Vollzeit/Teilzeit Angestellte, Selbstständige und Inhaber*innen begrenzt. Die Kategorien „Ehrenamtlich tätig und Partner*in bzw. Gesellschafter*in“ wurden ausgeschlossen, da der Fokus der Befragung auf Beschäftigten im operativen Geschäft der jeweiligen Berufsgruppe liegt.

Für die Erhebung der Umfrage in der Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen wurden dieselben Filter im Bereich der Beschäftigungsart gesetzt. Jedoch erfolgte die Suche hier anhand des Schlagwortes „ambulante Pflege“, da die direkte Suche nach Pflegefachkräften, Pflegeassistent*innen oder ambulanten Pfleger*innen lediglich eine unzureichende Anzahl an Mitgliedern ergab.

Die durch die Filterung entstandenen Listen sind nach „Relevanz“ geordnet und enthalten je 15 Seiten mit je 20 Mitgliedern. Dementsprechend wurden pro Berufsgruppe die 300, gemessen an den Filterungskriterien, passendsten Mitglieder ausgegeben und angeschrieben.

Da es sich bei dem Erhebungsmodus um eine Online-Befragung handelt, besteht in allen betrachteten Berufsgruppen eine erhebliche Diskrepanz zwischen Brutto- und Nettostichprobengröße. Von den 300 angeschriebenen Personen der Berufsgruppe der ambulanten Pflege haben 43 Personen die Umfrage vollständig ausgefüllt und abgeschickt. Es handelt sich also um eine Rücklaufquote von 14,33 %. Von den Befragten der Gruppe der Gebäudereiniger*innen wurden 19 Fragebögen vollständig ausgefüllt, woraus eine Rücklaufquote von 6,66 % ergibt. Bei den Schornsteinfeger*innen lag dieser Wert mit 22 Teilnehmern bei 7,33 %.

3.1.2 Verwendete Fragevarianten und Fragebögenkonstruktion

Die Fragen an die Umfrageteilnehmer*innen orientieren sich an den eingangs formulierten Forschungsfragen und dienen der Erhebung von Kennzahlen des Berufsalltags der jeweiligen Berufsgruppe, deren Präferenzen bezüglich der unterschiedlichen Lastenradtypen und der Gewichtungen einzelner Entscheidungskriterien hinsichtlich der relevanten fahrzeugspezifischen Merkmale zur anschließenden Entscheidungsunterstützung in Form einer Nutzwertanalyse. Eine begründete Identifikation dieser Kriterien erfolgt in Unterkapitel 3.3.1.

Die Befragung der ambulanten Pfleger*innen, Gebäudereiniger*innen und Schornsteinfeger*innen sind dabei weitestgehend deckungsgleich. An einigen Stellen sind jedoch kleine Abweichungen zu nennen, welche allerdings keinen Einfluss auf die Vergleichbarkeit zwischen den Berufsgruppen haben, da diese in die endgültige Betrachtung nicht eingeflossen sind.

Die Strukturierung der Befragung gliedert sich in drei Themenbereiche. Der erste Block umfasst Fragen zur Person. Um zu überprüfen, ob die Präferenzen der Befragten durch ihre sozialstatistischen Merkmale beeinflusst werden und somit eine Grundlage zur Beantwortung der dritten Forschungsfrage zu schaffen, wurden sowohl das Alter als auch das Geschlecht der Umfrageteilnehmer*innen erhoben. Zusätzlich wurden Fragen zu Ereignissen und Verhalten gestellt. Somit wurde erhoben wie häufig die Teilnehmer*innen in ihrer Freizeit ein Fahrrad nutzen und ob

bereits Erfahrungen mit einem Lastenrad oder mit Rädern mit einem elektrischen Antrieb gemacht wurden, um daraus ableiten zu können, ob diese Faktoren einen Einfluss auf die Gewichtung der Merkmale haben.

Der zweite Block enthielt ausschließlich Fragen der inhaltlichen Klasse „Fakten und Wissen“. Den Teilnehmer*innen wurden überwiegend geschlossene Fragen zu ihrem Berufsalltag gestellt. Dieser Block dient dazu, die Mindestanforderungen je Berufszweig zu identifizieren und um vor dem eigentlichen Verfahren der Nutzwertanalyse die Planungsalternativen auf diejenigen beschränken zu können, die den herausgearbeiteten Mindestanforderungen je Berufsgruppe gerecht werden. Hierzu wurden sowohl die regelmäßig zurückzulegenden Distanzen (Anfahrtswege und Tourenlänge) als auch der Bedarf an Transportkapazität in kg abgefragt.

Im dritten und letzten Block wurden die Teilnehmer*innen explizit zu Lastenrädern befragt. Dabei erfassten die gestellten Fragen die Einstellungen und Verhaltensintentionen der Teilnehmer*innen. Kern des dritten Blocks war die Identifikation der Gewichtungen der Entscheidungskriterien durch die Umfrageteilnehmer*innen. Diese wurden anhand einer vollständig beschrifteten 5-Punkte-Skala erhoben. Zusätzlich wurden den Befragten charakteristische Grafiken der einzelnen Lastenradtypen gezeigt und diese darum gebeten, diejenigen, die sie für ihren Einsatzzweck als geeignet einzustufen, zu markieren. Da in vorausgegangenen Gesprächen mit Angehörigen der ambulanten Pflege deutlich wurde, dass ein wesentlicher Anteil der Personen die unterschiedlichen Lastenradtypen, insbesondere die des Schwertransporters, häufig nicht als solche identifizieren, sollte die grafische Darstellung in diesem Schritt die Gefahr mindern, dass die Befragten nicht über ausreichend Hintergrundwissen verfügen, um insbesondere die Frage nach den Präferenzen fundiert beantworten zu können. Die letzte Frage in diesem Block bot zudem die Möglichkeit, etwaige Anmerkungen zum Thema der Befragung anzubringen.

Die Fragebögen bauen sich demnach, wie Abb. 3-2 zu entnehmen ist, chronologisch zur Wahrnehmung der Teilnehmer*innen auf, wodurch es diesen erleichtert werden soll, den Fragen zu folgen. Da sich die Abfrage der sozialstatistischen Daten lediglich auf das Alter und Geschlecht der befragten Person beschränkt, somit also ein vertretbares Ausmaß an Denkleistung erforderten, wurde zugunsten des chronologischen Aufbaus auf die Empfehlung, diese an das Ende einer Befragung zu stellen, verzichtet. (Siehe hierzu auch Unterkapitel 2.2.5) Beginnend mit objektiven und in der Regel leicht zu beantwortenden Fragen steigt mit fortschreitender Befragung der Grad der Subjektivität und somit auch der anzunehmende Schwierigkeitsgrad der Beantwortung. Außerdem folgt der Aufbau dem Prinzip der Trichterung, bei dem die Fragen sich von einem allgemeineren Niveau zu immer spezielleren Fragen hin entwickeln.

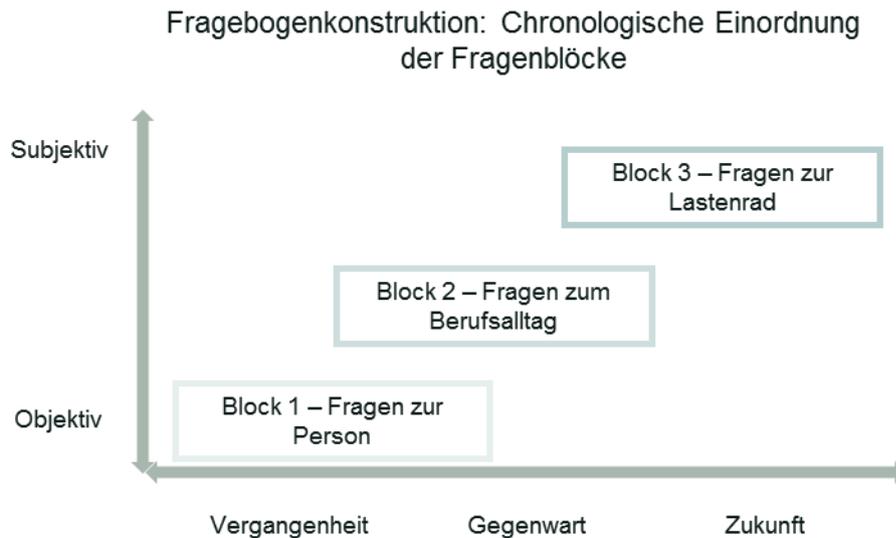


Abb. 3-2: Fragebogenkonstruktion (eigene Darstellung)

3.1.3 Verwendete Antwortvarianten

Die Ausgestaltung der Antwortvarianten orientiert sich an den in Unterkapitel 2.2.4 beschriebenen Empfehlungen. Dabei wurde darauf geachtet, die Antwortvarianten möglichst simpel zu formulieren. Daraus resultierend wurden zumeist geschlossene und hybride Fragen mit entsprechenden Antwortvarianten formuliert, um zum einen das Risiko der Abbrüche zu minimieren und zum anderen die Datenverarbeitung im Anschluss an die Umfrage möglichst frei von subjektiven Einflüssen durch die auswertende Person zu gestalten. Da der Erhebung der Gewichtung der Entscheidungskriterien besondere Bedeutung bei Beantwortung der Forschungsfragen und bei der Erstellung der Nutzwertanalyse zukommt, wird die Gestaltung der Antwortvarianten hier gesondert betrachtet. Es gilt, die Anforderungen zur Durchführung einer Nutzwertanalyse in Einklang mit den Anforderungen des Befragungsmodus zu bringen. In der Literatur werden unterschiedliche Herangehensweisen zur Erhebung der Präferenzen bzw. Gewichtungen der Entscheidungsträger*innen empfohlen. Wie auch aus Unterkapitel 2.4.2 hervorgeht, weisen diese einen unterschiedlichen Grad an Aussagekraft und Anspruch an die Entscheidenden auf. Um eine Überforderung der Teilnehmer*innen und daraus resultierend hohe Abbruchquoten zu vermeiden, wurde die einfachste Methode zur Erhebung der Gewichtung gewählt. Hierzu wurde eine verbale Gewichtungsskala, in Form einer vollständig beschrifteten 5-Punkte-Skala, eingesetzt.³ Die Ausgestaltung dieser Frage ist exemplarisch in Abb. 3-3 dargestellt.

³ In einem vorausgegangenem Pretest wurden die Gewichtung mittels der Simple Multi-Attribute Rating Technique (kurz SMART) erhoben. Diese Methode erwies sich allerdings als wenig nachvollziehbar für die Teilnehmer*innen und wurde daher durch eine verbale Bewertungsmethode ersetzt.

★Wie wichtig wäre es, dass ein Lastenrad die folgenden Merkmale erfüllt, wenn es in der Ambulanten Pflege als Dienstfahrzeug eingesetzt werden soll?

	absolut unwichtig	unwichtig	neutral	wichtig	sehr wichtig
Reichweite des Akkus	<input type="radio"/>				
Einfache Handhabung	<input type="radio"/>				
E-Antrieb	<input type="radio"/>				
Abschließbare Transportbox	<input type="radio"/>				
Schutz vor Witterung	<input type="radio"/>				

🟢 Beispiel: Sie finden es besonders wichtig, dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei ihren Touren vor Regen und Wind geschützt sind, dann klicken Sie beim Merkmal "Witterungsschutz" auf "sehr wichtig".

Abb. 3-3: Abfrage der Präferenzen

3.1.4 Verwendeter Befragungskanal

Vor dem Hintergrund der zeitlichen, finanziellen und organisatorischen Ressourcen, sowie der Beschaffenheit und räumlichen Verteilung der Grundgesamtheiten, ist der Einsatz einer Online-Befragung ein geeignetes Mittel zur Erhebung der für die Beantwortung der Forschungsfragen benötigten Daten.

Der aktuelle öffentliche Diskurs zum Thema Umweltschutz, bzw. die fortschreitende Sensibilisierung der Bevölkerung für Themen dieser Art veranlasst zu der Annahme, dass eine positive Einstellung zur Fahrradnutzung als sozial wünschenswert erachtet wird, wodurch die Antworten verzerrt werden könnten. Effekte dieser Art, wie auch in Unterkapitel 2.2.6 beschrieben, können mittels der Nutzung eines Online-Mediums abgemildert, bzw. ausgeschlossen werden. Darüber hinaus enthält der Fragebogen keinerlei Fragen bezüglich sozial unerwünschtem Verhalten, wodurch Verzerrungen durch soziale Entkontextualisierung nicht zu erwarten sind.

Insbesondere durch die Betrachtung der Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen ist die, durch die hier übliche Schichtarbeit, erschwerte Erreichbarkeit der Teilnehmer*innen zu berücksichtigen. Um dennoch ausreichende Rücklaufquoten zu erreichen, ist eine Befragungsform, bei welcher die teilnehmende Person den Zeitpunkt der Befragung selbst auswählen kann, zu bevorzugen. Dies ist sowohl bei der schriftlichen Befragung als auch bei einer Online-Umfrage gegeben.

Aus der Formulierung der Forschungsfragen geht hervor, dass eine bundesweite Betrachtung angestrebt wird. Wie bereits in Unterkapitel 2.2.7 erläutert, eignen sich sowohl schriftliche als auch telefonische und webbasierte Befragungen, um einen überregionalen Teilnehmerkreis zu erreichen. Während der Zeitaufwand zur Erreichung einer ausreichend großen Stichprobe bei der telefonischen Befragung erheblich ist, fallen bei der schriftlichen, bei flächendeckenden Erhebungen meist postalischen Befragung immense Kosten an. Obgleich die Online-Befragung die niedrigsten Rücklaufquoten hat, ist diese jedoch für diesen Anwendungsfall aus den genannten Gründen die geeignetste Variante zur Akquise der erforderlichen Daten. Da bei einer Online-Befragung die Teilnehmer*innen den Fragebogen völlig selbstständig ausfüllen, ist besonderes Augenmerk auf die Verständlichkeit der formulierten Fragen und Antworten zu legen. Um diese Verständlichkeit gewährleisten zu können, wurde der Fragebogen im Vorfeld im Rahmen einer mündlichen Befragung getestet. Hierauf wird im nachfolgenden Unterkapitel genauer eingegangen.

3.1.5 Methodik zur Überprüfung des Erhebungsinstruments

Um die Qualität des erstellten Fragebogens zu überprüfen und festzustellen, ob die Formulierung der Fragen verständlich und nachvollziehbar ist, wird der Fragebogen im Vorfeld in Form einer mündlichen Befragung geprüft. Dies entspricht einem vereinfachten Vorgehen eines qualitativen Pretests. In Anbetracht der zeitlichen, organisatorischen und finanziellen Mittel ist die Gruppe der Probanden dabei auf zehn Mitarbeiter*innen der ambulanten Pflege reduziert. Es wird davon ausgegangen, dass die, auf diese Weise überprüfte Verständlichkeit des Fragebogens auch auf die Berufsgruppen der Schornsteinfeger*innen und Gebäudereiniger*innen übertragbar ist. Zu beachten ist im Zuge dessen außerdem, dass Rückschlüsse bezüglich der technischen Umsetzung oder anderen, mit dem gewählten Befragungskanal verbundenen Aspekte, nicht möglich sind, da der Pretest in Form einer mündlichen Befragung durchgeführt wird.

3.2 Statistische Auswertung der erhobenen Daten

Basierend auf der in Unterkapitel 2.3 ausgeführten Eignung verschiedener statistischer Auswertungsverfahren für Daten unterschiedlicher Verteilungsformen und Qualitäten wird im folgenden Unterkapitel eine Vorgehensweise auf Basis eben dieser Merkmale der vorliegenden Daten entwickelt. Hierzu wird mittels der Auswahl geeigneter univariater Auswertungsmethoden zur Bestimmung der Häufigkeitsverteilungen, Lageparameter und Streuungsmaße die Grundlage zum weiteren Vorgehen geschaffen. Darüber hinaus werden passende Verfahren zur Identifikation von Zusammenhängen zwischen den erhobenen Gewichtungen unterschiedlichen personenspezifischen Merkmalen erarbeitet. Daran anschließend erfolgt die Auswahl einer passenden Methode zur Bewertung der Unterschiedlichkeit der berufsgruppenspezifischen Gewichtung.

3.2.1 Datenauswertung

Im ersten Schritt der Datenauswertung werden im Zuge der univariaten Auswertung die Verteilungs-, Lage- und Streuungsparameter der einzelnen Variablen der Stichprobe ermittelt, um einen Überblick über die vorhandenen Daten zu gewinnen, diese mit den entsprechenden Parametern der Grundgesamtheit zu vergleichen und daraus Aussagen bezüglich der Repräsentativität der Stichprobe entwickeln zu können. Die nominal vorliegenden Angaben zum Geschlecht werden hinsichtlich ihrer absoluten und relativen Häufigkeiten untersucht. Darüber hinaus wird mittels des Lageparameters des Modus, also das am häufigsten vertretene Geschlecht identifiziert. Eine Betrachtung der Streuung ist aufgrund nominalen Merkmalsausprägung ausgeschlossen.

Zur Identifikation der Mindestanforderungen je Branche werden die Angaben zu den Streckenlängen sowie zum Transportgewicht aufsteigend geordnet und jeweils das 75%-Quartil als Maßstab für die Definition der Mindestanforderung herangezogen. Demnach sollte für die Erfüllung der Mindestanforderungen je Berufsgruppe 75 % der angegebenen Fälle abgedeckt sein.

3.2.2 Datenaufbereitung

Die im Zuge der Online-Befragung erhobenen verbalen Gewichtungen der einzelnen Entscheidungskriterien müssen einer Transformation unterzogen werden, um diese vergleichbar zu machen und in prozentualen Anteilen ausdrücken zu können. Diese Transformation dient zum einen

der Grundlagenschaffung für die statistische Auswertung, insbesondere bezüglich der Identifikation von Unterschieden, Zusammenhängen und deren Effektstärken. Zum anderen ist dieser Arbeitsschritt notwendig, um die anschließende Nutzwertanalyse durchführen zu können. In Unterkapitel 2.4.4 wurde die SMART Methode als Erhebungsmethode zur Kriteriengewichtung vorgestellt. Die für die Erhebung verwendete Skala weist starke Ähnlichkeiten zu dieser Erhebung auf, wodurch die Punktbewertung und Transformation der vorliegenden Daten äquivalent zum Vorgehen der SMART Methode durchgeführt wird. Demnach werden den getätigten Aussagen mit zunehmender ausgedrückter Wichtigkeit Punktwerte von eins bis fünf zugeordnet. Diese Punktwerte werden zu der Gesamtanzahl der durch Person p , welche der Berufsgruppe b angehört, aufsummiert. Anschließend wird der Anteil der für ein Kriterium vergebenen Punkte durch diese Gesamtpunktzahl dividiert, um die Wichtigkeit dieses Kriteriums für Person p in ein Verhältnis zu den übrigen Kriterien zu setzen und somit seine Gewichtung für die Entscheidungsfindung zu quantifizieren. Zusammenfassend ist dieses Vorgehen in (3.1) definiert.

$$\frac{\text{Punktwert}_{k,p_b}}{\sum_{k=1}^K \text{Punktwert}_{k,p_b}} = \text{Punktwertanteil}_{k,p_b} \quad (3.1)$$

mit:

$p_b \dots P_b$ = Person p aus der Menge aller Befragten der Berufsgruppe b

$k \dots K$ = Kriterium k aus der Menge der Kriterien K

$b \dots B$ = Berufsgruppe b aus der Menge der Berufsgruppen B

Neben der beschriebenen Transformation werden darüber hinaus alle verbal ausgedrückten Variablen in Zahlenwerte überführt und je nach vorhandenem Skalenniveau in SPSS deklariert. Zudem wurden unvollständig ausgefüllte Fragebögen aus der Betrachtung ausgeschlossen.

3.2.3 Verwendete Verfahrung zur Prüfung auf Normalverteilung

Im Vorfeld der bivariaten Auswertung der Daten musste festgestellt werden, ob die vorhandenen Daten normalverteilt vorliegen, da wie bereits in Unterkapitel 2.3.3 beschrieben, einige dieser Methoden zur Identifikation von Korrelationen diese Verteilungsform voraussetzen. Demnach muss zur Auswahl geeigneter Korrelationsmaße eine Analyse hinsichtlich der Verteilung der Daten dem weiteren Vorgehen vorangestellt werden, um die zu verwendende Methodik entwickeln zu können. Für diese Analyse wurden sowohl der Shapiro-Wilk-Test, als auch der Kolmogorov-Smirnoff-Test angewendet. Diese Analyse ergab, wie auch in Unterkapitel 4.3 weiter ausgeführt wird, dass die Punktwertanteile pro Person und Kriterium nicht normalverteilt vorliegen. Neben der Verteilung der Gewichtungen ist auch das Skalenniveau ausschlaggebend für die Wahl eines geeigneten Zusammenhangsmaßes. Die Gewichtungen der einzelnen Entscheidungskriterien wurden mittels einer beschrifteten 5-Punkte-Skala erhoben und, wie Unterkapitel 3.2.1 beschrieben, transformiert. Somit liegen diese Daten als Anteile der vergebenen Punkte an der insgesamt vergebenen Punktzahl, also metrisch, vor.

3.2.4 Methodik zur Identifikation von Zusammenhängen

Vor dem Hintergrund der Beantwortung der 3. Forschungsfrage⁴ sollen entsprechende Zusammenhangshypothesen bezüglich des Geschlechts, der bereits mit einem E-Bike oder Lastenrad gemachten Erfahrungen, der Häufigkeit der Freizeitfahrradnutzung und dem vergebenen Punktwertanteil geprüft werden. Während die Punktwertanteile in metrischer Form vorliegen, sind Geschlecht und bisher gemachte E-Bike und Lastenrad Erfahrungen nominalskaliert. Zur Betrachtung der Korrelation zwischen metrisch- und nominalskalierten Variablen eignet sich, wie bereits in Unterkapitel 2.3.3 beschrieben, der Eta-Koeffizient. Obgleich zur Berechnung des Eta-Koeffizienten zu der Gruppe der Simulationsstudien gezeigt werden, dass die einfaktorielle ANOVA, im Zuge derer Eta² berechnet wird, robust gegenüber Verletzungen der Annahme der Normalverteilung ist, parametrischen Verfahren gezählt wird, konnte in verschiedenen (Nevitt 2000, S. 890)

Zur Überprüfung eines Zusammenhangs zwischen den Punktwertanteilen und dem Alter einer Person wird ein Verfahren zur Bestimmung der Korrelation zwischen zwei metrisch skalierten Variablen herangezogen. Es wird ein monotoner Zusammenhang zwischen Alter und Punktwertanteilen vermutet. Wie bereits beschrieben, sind Punktwerte nicht normalverteilt und die jeweiligen Anzahlen möglicher Ausprägungen der beiden Variablen sind unterschiedlich. Zudem sind beide Variablen stetig. Aus den genannten Gründen wird Kendall Tau_c zur Überprüfung auf Korrelation angewandt.

Auch zwischen der Freizeitfahrradnutzung und der Gewichtung der Entscheidungskriterien wird ein monotoner Zusammenhang angenommen. Während die Gewichtung in ratioskaliert Form vorliegt, ist die Freizeitfahrradnutzung ordinal abgebildet. Bei der Auswahl eines geeigneten Zusammenhangsmaßes ist das niedrigere Skalenniveau, hier die ordinale Darstellung, ausschlaggebend. Demnach wird die Korrelation der Freizeitfahrradnutzung mit dem Anteil der vergebenen Punkte an der Gesamtpunktzahl mittels des Kendalls Tau_c betrachtet.

3.2.5 Methodik zur Identifikation von Unterschieden

Zur Überprüfung der 4. Forschungsfrage⁵ werden die erfassten Gewichtungen der Entscheidungskriterien hinsichtlich ihrer Unterschiede zwischen den untersuchten Berufsgruppen geprüft. Auch hierzu wird ein non-parametrisches Verfahren gewählt, da, wie bereits besprochen, die Kriteriengewichtung nicht normalverteilt vorliegen. Des Weiteren ist bei der Auswahl zu berücksichtigen, dass die unabhängige Variable (Berufsgruppe) nominalskaliert und die abhängige Variable (Gewicht des Entscheidungskriteriums) metrisch skaliert vorliegen. Da es sich um eine Betrachtung von Unterschieden zwischen drei Gruppen bzw. Stichproben handelt, wird der in Unterkapitel 2.3.3 beschriebene Kruskal-Wallis-Test verwendet.

⁴ Wird die Gewichtung der fahrzeugspezifischen Merkmalsausprägungen eines Lastenrades im Hinblick auf dessen gewerblichen Einsatz als Dienstfahrzeug im Arbeitsalltag der im Bundesgebiet arbeitenden

⁵ Können signifikante Unterschiede je Berufsgruppe bezüglich der Gewichtungen der fahrzeugspezifischen Merkmalsausprägungen eines Lastenrades im Hinblick auf dessen gewerblichen Einsatz als Dienstfahrzeug im Arbeitsalltag der im Bundesgebiet arbeitenden Schornsteinfeger*innen, Gebäudereiniger*innen und ambulanten Pflegekräfte festgestellt werden?

3.3 Vorgehen der Nutzwertanalyse

Im folgenden Unterkapitel wird das explizite Vorgehen zur Durchführung der Nutzwertanalysen entwickelt. Das Ergebnis dieser Nutzwertanalysen soll eine Entscheidungsunterstützung in Form einer Empfehlung von drei geeigneten Lastenradmodellen je Anwendungsfall sein. Auf Basis der, sowohl aus dem Berufsalltag der Befragten abgeleiteten Mindestanforderungen je Anwendungsfall, der berufsgruppenspezifischen Präferenzen bezüglich der Lastenradtypen als auch der Gewichtung der Entscheidungskriterien, wird das Ziel verfolgt, diejenigen Lastenradmodelle vorzuschlagen, welche bei den Befragten die größte Akzeptanz erhalten. Um dies zu erreichen, erfolgt die Identifikation der Entscheidungskriterien und die Bildung eines Zielsystems, anhand dessen die Planungsalternativen abgebildet werden können. Zudem werden geeignete Wertefunktionen für jedes erfasste Attribut erarbeitet. Daran anschließend wird das Vorgehen zur Berechnung der Gewichtungen der Entscheidungskriterien und zur Berücksichtigung der Präferenzen bezüglich der unterschiedlichen Lastenradtypen erläutert. Abschließend wird das Vorgehen zur Durchführung der Sensitivitätsanalyse erläutert.

3.3.1 Identifikation der Entscheidungskriterien, Bildung eines Zielsystems und Festlegung der Planungsalternativen

Die zur Bestimmung der Gesamtnutzwerte heranzuziehenden Entscheidungskriterien müssen diese, wie bereits in Unterkapitel 2.4.3 beschrieben, vollständig, bewertbar, relevant und reproduzierbar sein. Vor dem Hintergrund des Entscheidungsproblems und den Ergebnissen aus der Recherche sowie unter Berücksichtigung der genannten Anforderungen konnten die folgenden Entscheidungskriterien herausgearbeitet werden.

- Witterungsschutz
- Einfache Handhabung
- Abschließbare Transportbox
- Vorhandensein eines E-Antriebs
- Reichweite

Im folgenden Unterkapitel wird detailliert auf Zusammensetzung der für die Zielerfüllungsgrade der einzelnen Entscheidungskriterien relevanten Attribute eingegangen und daraus das Zielsystem entwickelt.

Die Betrachtung aktueller Studien sowie Online-Beratungsangeboten zur Wahl eines geeigneten Lastenrades ergab zunächst, dass sowohl die Anforderungen des Fahrers an Komfort und Handhabung des Lastenrades als auch die Anforderungen, die sich aus dem Einsatzzweck des Rades ergeben, ausschlaggebend für die Akzeptanz und Bewertung durch die Nutzer*innen sind. Darüber hinaus ist auch der Preis des Rades ein ausschlaggebendes Kriterium. (Vgl. Glinka 2011; Gruber et al. 2016, S. 63–64, 2021, S. 11) Da in dieser Arbeit allerdings die Kriterien zur Nutzung durch die Mitarbeiter*innen und nicht Kriterien zur Anschaffung durch das Unternehmen selbst betrachtet werden sollen, sind Präferenzen bezüglich der Preise kein Bestandteil dieser Erhebung. Durch Gespräche mit Angehörigen des Berufszweiges der ambulanten Pflege konnten darüber hinaus auch die Kriterien der Abschließbarkeit der Transportbox identifiziert werden, weshalb diese in die Betrachtung mit aufgenommen wurden.

Da die Erfüllung des Kriteriums des Komforts nur sehr subjektiv erfolgen kann, wurde dieses Kriterium auf das Vorhandensein eines **Witterungsschutzes** reduziert, um den Erfüllungsgrad weitestgehend objektiv abbilden zu können und den Befragten ein möglichst verständliches und damit bewertbares Kriterium anzubieten.

Die **Handhabung** eines Lastenrades hängt von unterschiedlichen baulichen Gegebenheiten sowie dem Lastenradtyp ab. So wirkt sich, wie bereits in Unterkapitel 2.1.8 ausgeführt, die Motorposition auf die Lenkung des Lastenrades sowie die Synchronität der elektrischen Unterstützung zum Pedalieren der Nutzer*innen aus. Außerdem ist die Anzahl der Spuren des Rades ausschlaggebend für die Fahreigenschaften eines Lastenrades. Zusätzlich wirkt sich das Eigengewicht des Rades sowohl auf die Fahreigenschaften als auch auf die Rangierbarkeit aus. Um den Detailgrad der Befragung auf einem angemessenen Niveau zu halten, und da ein tiefgehendes technisches Verständnis für die genannten Komponenten sowie deren Auswirkungen auf die Fahreigenschaften nicht vorausgesetzt werden kann, werden diese Kriterien zu dem Kriterium der Handhabung zusammengefasst. Der Zielerfüllungsgrad des Merkmals Handhabung wird mittels den durchschnittlichen Zielerfüllungsgrad der einflussnehmenden (Unter-) Kriterien gebildet.

Wie bereits eingangs angeführt, wird zusätzlich zu den sich aus der Recherche ergebenden Kriterien, das Kriterium der **Abschließbarkeit der Transportbox** in die Bewertung mit aufgenommen. Dieses wird anhand des am Fahrrad befindlichen abschließbaren Transportvolumens gemessen.

Ein weiteres Kriterium für die Akzeptanz eines Lastenradmodells durch die Nutzer*innen ist das Vorhandensein einer **elektrischen Tretunterstützung**.

Ebenso konnte die **Reichweite** des Akkus eines E-Lastenrades als relevantes Bewertungskriterium herausgearbeitet werden. Problematisch ist hierbei, dass die Herstellerangaben, falls überhaupt vorhanden, nicht die gleiche Bewertungsgrundlage zur Quantifizierung der Reichweiten ihrer Lastenradmodelle heranziehen müssen. Dementsprechend sind die Angaben, welche durch Hersteller*innen erfolgten, im Zweifel kritisch zu hinterfragen.

Es ist zu erkennen, dass das Kriterium der Reichweite und das des Vorhandenseins einer elektrischen Tretunterstützung zusammenhängen. Bei der Bewertung von Alternativen ohne elektrischen Antrieb, wird der Zielerfüllungsgrad der Reichweite immer gleich Null sein, wodurch sich ein Nachteil für eben diese Modelle ergibt. Daher werden für Modelle mit E-Antrieb alle in Abb. 3-4 dargestellten Kriterien betrachtet, während für Alternativen ohne eine Tretunterstützung lediglich der Witterungsschutz, die Handhabung und das abschließbare Transportvolumen bewertet werden. Um dennoch alle Modelle miteinander vergleichen zu können, werden die errechneten Punktwerte in Prozent an der maximal erreichbaren Punktzahl ausgedrückt.

Es ist anzumerken, dass der Umfang der Entscheidungskriterien vor der Durchführung des Pretests die Kriterien *Fahrrad-ähnliches Fahrgefühl*, *Stabiles Fahrgefühl* und *Wegfahrsperr* enthielten. Die Kriterien hinsichtlich des Fahrgefühls stellten sich allerdings als wenig nachvollziehbar für die Teilnehmer*innen heraus, weshalb diese zu dem Kriterium der einfachen Handhabung zusammengefasst wurden. Das Kriterium *Wegfahrsperr* ging aus etwaigen Vorgesprächen mit Vertreter*innen der Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen hervor. Jedoch konnte dessen Relevanz nicht anhand der vorliegenden Literatur bestätigt werden. Zudem waren die Informationen anhand derer das Produktportfolio erstellt wurde, nicht ausreichend, um dieses Kriterium abzubilden. Demnach entfällt dieses ersatzlos.

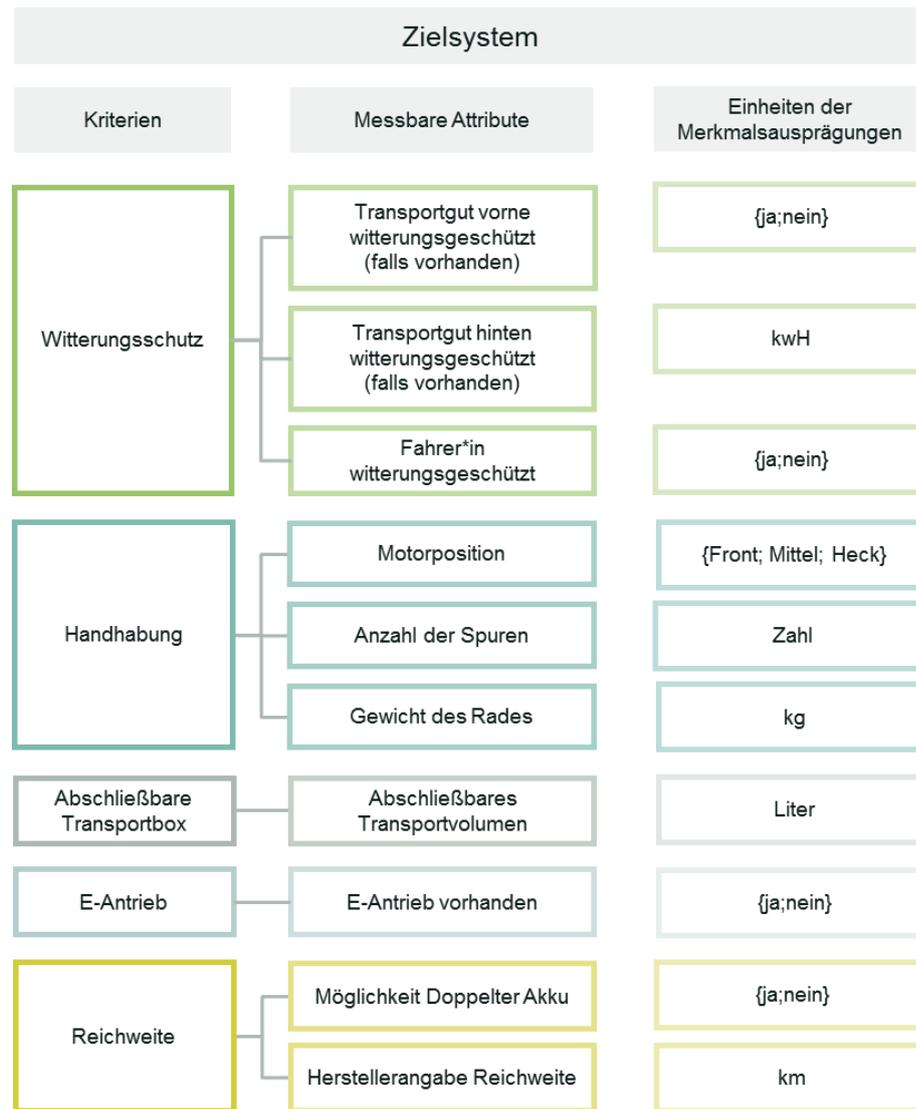


Abb. 3-4: Zielsystem der Nutzwertanalyse

Die Festlegung der Planungsalternativen erfolgt anhand einer Auswahl an aktuell am Markt erhältlichen Lastenradmodellen und wird zusätzlich in Form eines Produktportfolios festgehalten. Im Zuge dessen werden die zur Bewertung der Alternativen mittels des entwickelten Zielsystems messbaren Attribute, erfasst.

3.3.2 Festlegung der Wertefunktionen

Den in Unterkapitel 3.3.1 identifizierten messbaren Attributen zur Bewertung der Entscheidungskriterien werden Wertefunktionen zugeordnet. Diese sollen zum einen die empfundene Nutzenerfüllung der befragten Personen in Abhängigkeit zu den vorliegenden Kriterienausprägungen abbilden, zum anderen die in unterschiedlichen Einheiten vorliegenden Attribute in dimensionslose Zielerfüllungsgrade überführen. In Anbetracht der Datenlage und des Umfangs des Produktportfolios sowie der Erhebungsmethode wird zur Festlegung der empfundenen Nutzenerfüllung ein Verfahren verwendet, welches ohne Einbezug der Entscheidungsträger*innen vollzogen werden kann.

Zur Ermittlung der Zielerfüllungsgrade der Attribute werden unterschiedliche Wertefunktionen angenommen. Die Wahl der Art dieser Funktionen ist dabei subjektiv, aber logisch begründet und wird im Folgenden dargelegt.

Zur Bewertung des Entscheidungskriteriums *Witterungsschutz* werden die Planungsalternativen anhand des Attributs *Anzahl witterungsgeschützter Komponenten* betrachtet. Dies umfasst zum einen den Schutz des Fahrers oder der Fahrerin vor Witterungseinflüssen, zum anderen den der transportierten Güter. Für jede vorhandene Komponente wird ein Punkt vergeben. Das genaue Vorgehen ist Tab. 3-1: Punktevergabe Witterungsschutz zu entnehmen.

Tab. 3-1: Punktevergabe Witterungsschutz

Transportgut geschützt	Person geschützt	Bewertung	Punkte
vollständig	Ja	1+1	2
teilweise	Ja	0,5+1	1,5
nein	ja	0+1	1
vollständig	nein	1+0	1
teilweise	nein	0,5+0	0,5
nein	nein	0	0

Zur Berechnung des Zielerfüllungsgrades des Attributs *Anzahl witterungsgeschützter Komponenten* wird ein linearer Zusammenhang angenommen. Obgleich die Variable der vergebenen Punkte p nicht stetig ist, wird die Bewertung zur Vereinfachung anhand einer linearen Funktion, wie in Abb. 3-5 zu sehen ist, dargestellt. Eine Unterscheidung nach Berufsgruppen erfolgt hinsichtlich der Wertefunktionen nicht, da kein Zusammenhang zu den entsprechenden Mindestanforderungen gegeben ist. In (3.2) ist die Definition der Berechnung des Zielerfüllungsgrades des Attributs *Anzahl witterungsgeschützter Komponenten* je Planungsalternative dargestellt.

$$\text{ZG_WS}_a = \frac{1}{2} p_a \quad (3.2)$$

mit:

$a \dots A$ = Planungsalternative a aus der Menge aller Planungsalternativen A

p_a = Vergebener Punktwert für das Attribut *Anzahl witterungsgeschützter Komponenten* der Planungsalternative a

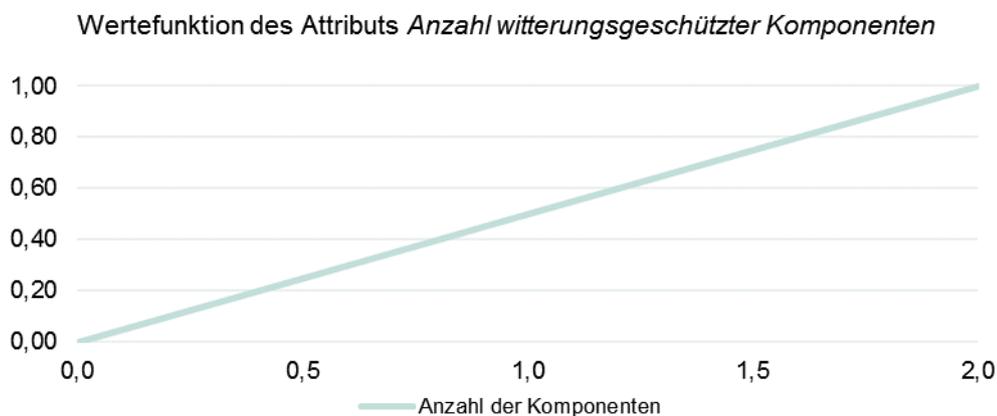


Abb. 3-5: Wertefunktion des Attributs Anzahl witterungsgeschützter Komponenten

Die Bewertung der Entscheidungskriteriums der *einfachen Handhabung* erfolgt anhand mehrerer Attribute. Betrachtet werden die *Motorposition*, die *Anzahl der Spuren* sowie das *Gewicht in kg* des Lastenradmodells. Hierfür werden für die Ausprägung der Attribute *Anzahl der Spuren* und

Motorposition jeweils Punkte vergeben. Diese bilden ab, inwieweit die vorliegenden Ausprägungen das Kriterium einer einfachen Handhabung erfüllen. Das Vorgehen zur Vergabe der Punkte ist Tab. 3-2 zu entnehmen. Die Darstellung der Wertefunktionen der beschriebenen Attribute ist äquivalent zu jener in Abb. 3-5.

Tab. 3-2: Punktevergabe der Unterkriterien "Motorposition" und "Anzahl der Spuren"

Motorposition	Vergebene Punkte	Anzahl der Spuren	Vergebene Punkte
Frontmotor	0	≥ 3	0
Heckmotor	1	2	1
Mittelmotor	2	1	2

Bezüglich des Attributs *Gewicht in kg* wird ebenfalls ein linearer Zusammenhang angenommen. Allerdings ist dieser im Gegensatz zu den bereits beschriebenen Wertefunktionen mit einer negativen Steigung versehen. Es wird angenommen: Je geringer das Gewicht, desto besser ist das Rad handhabbar. Für den Bereich zwischen 0 und 25 kg wird ein Zielerfüllungsgrad von 1 angenommen, da 25 kg das geringste im Produktportfolio festgehaltene Gewicht darstellt. Zudem wiegt das schwerste aufgeführte Lastenrad 235 kg, wodurch hier der Wert von 0 definiert ist. Demnach wird für $maxG$ der Wert 235 und für $minG$ der Wert 25 eingesetzt.

$$ZG_{G_a} = \begin{cases} 1 & 0 \leq g_a \leq \min G_A \\ \frac{-1}{(\max G_A - \min G_A)} g_a + \frac{\max G_A}{(\max G_A - \min G_A)} & \min G_A < g_a \leq \max G_A \end{cases} \quad (3.3)$$

mit:

a...A = Planungsalternative a aus der Menge aller Planungsalternativen A

g_a = Gewicht der Planungsalternative a

$\max G_A$ = maximales Gewicht aus der Menge aller Planungsalternativen A

$\min G_A$ = minimales Gewicht aus der Menge aller Planungsalternativen A

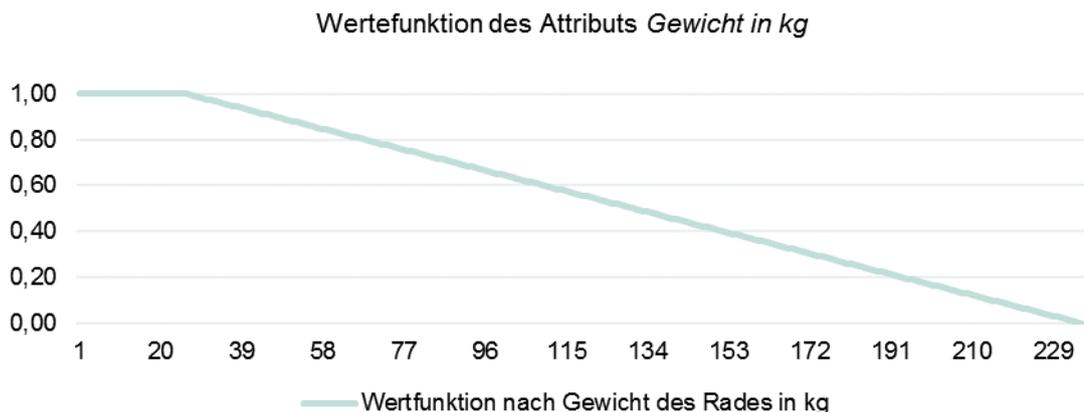


Abb. 3-6: Wertefunktion des Attributs *Gewicht in kg*

Zur Bewertung des Entscheidungskriterium der *einfachen Handhabung* werden die, für die, für die Attribute *Gewicht in kg*, *Anzahl der Spuren* und *Motorposition* ermittelten Zielerfüllungsgrade einer Planungsalternative addiert und durch Drei geteilt.

Das Entscheidungskriterium der *Abschließbaren Transportbox* wird mithilfe des Attributs *abschließbaren Transportvolumens in l* dargestellt. Es wird unterstellt, dass jede zusätzliche Einheit Volumen zunehmenden Zielerfüllungsgrad bedeutet, bis ein pro Berufsgruppe festgelegter Referenzwert erreicht wird, ab dem die Bewertung kontinuierlich bei 1 liegt, da anzunehmen ist, dass die Entscheidungsträger*innen indifferent gegenüber weiterer Kapazität sind. Auf Grund dieser Annahme wird der Zielerfüllungsgrad des Attributs *Abschließbares Transportvolumen in l* wie in (3.4) festgehalten, definiert:

$$\mathbf{ZG_aT_{a,b}} = \begin{cases} \frac{1}{fv_b} v_a & 0 \leq v_a \leq fv_b \\ 1 & v_a > fv_b \end{cases} \quad (3.4)$$

mit:

a...A = Planungsalternative a aus der Menge aller Planungsalternativen A

b...B = Berufsgruppe b aus der Menge aller Berufsgruppen B

v_a = abschließbares Transportvolumen der Planungsalternative a

fv_b = angenommenes Kofferraumvolumen für die Berufsgruppe b (Referenzwert)

Der Referenzwert wird hier je Berufsgruppe und anhand des Fassungsvermögens des Kofferraums, der typischerweise für eine Berufsgruppe genutzten Fahrzeuge definiert ist, definiert und mit fv bezeichnet.

Für die Mitarbeiter*innen im Bereich der ambulanten Pflege wird ein Kleinwagen als typisches Dienstfahrzeug angenommen und ein durchschnittliches Kofferraumvolumen von 250l unterstellt. Für Gebäudereiniger*innen und Schornsteinfeger*innen wird ein Kombi mit 800 l Fassungsvermögen als Richtwert eingesetzt. Daraus ergeben sich die in Abb. 3-7 dargestellten Wertefunktion

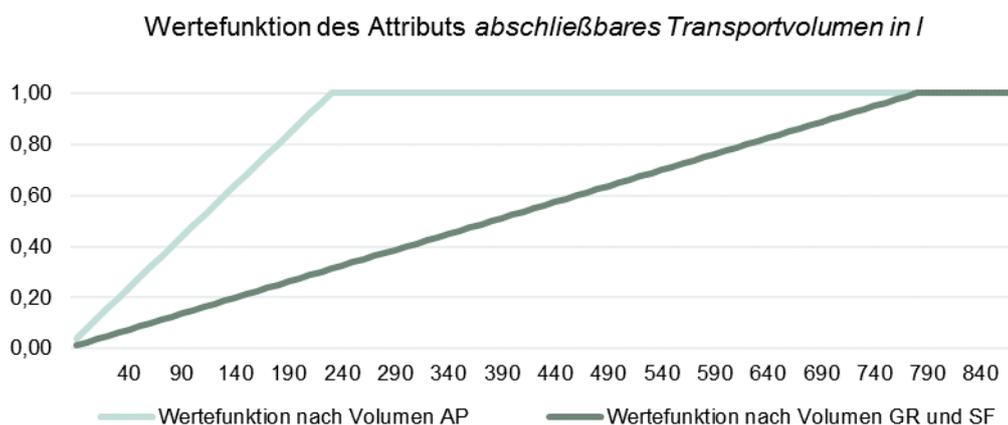


Abb. 3-7: Wertefunktion des Attributs *Abschließbares Transportvolumen in l*

Das Entscheidungskriterium *E-Antrieb* wird mittels des Attributs *E-Antrieb vorhanden* bewertet. Dieses nimmt den Zielerfüllungsgrad 1 an, wenn die Planungsalternative mit einer elektrischen Tretunterstützung ausgestattet ist und wird andernfalls mit 0 bewertet. Die Berechnung des Zielerfüllungsgrades des Attributs *E-Antrieb vorhanden* erfolgt für die Planungsalternativen demnach der in (3.5) festgehaltenen Definition.

$$\mathbf{ZG_EA_a} = \begin{cases} 1, & \text{falls elektrische Tretunterstützung vorhanden} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases} \quad (3.5)$$

mit:

a...A = Planungsalternative a aus der Menge aller Planungsalternativen A

Abschließend wird das Entscheidungskriterium der *Reichweite* betrachtet. Dieses wird anhand des Attributs *Reichweite in km* beschrieben. Es wird angenommen, dass der Zielerfüllungsgrad bis zu einem festgelegten Schwellenwert mit zunehmender Reichweite steigt. Ab Übertreten des Schwellenwerts, bleibt die Bewertung auf dem Niveau 1. Demnach wird die Annahme getroffen, dass Nutzer*innen ab dem zweifachen dieses Schwellenwerts, der ihre Bedarfe deckt, indifferent gegenüber zusätzlicher Reichweite sind. Der Schwellenwert wird durch den oberen Wert des Intervalls festgesetzt, welches je Berufsgruppe den Modus der Streckenlängen abbildet und mit s bezeichnet. Der Zielerfüllungsgrad der Planungsalternativen hinsichtlich des Attributs *Reichweite in km* je Planungsalternative und Anwendungsfall wird demnach wie in (3.6) dargestellt definiert.

$$\mathbf{ZG}_{\mathbf{R}_{a,f}} = \begin{cases} \frac{-1}{(2s_f)^2} (r_a - 2s_f)^2 + 1 & 0 < r_a \leq 2s_f \\ 1 & r_a > 2s_f \end{cases} \quad (3.6)$$

mit:

a...A = Planungsalternative a aus der Menge aller Planungsalternativen A

f...F = Anwendungsfall f aus der Menge aller Anwendungsfälle F

r_a = Reichweite in km des Planungsalternative a

s_f = Schwellenwert des Anwendungsfalls f

Eine grafische Darstellung der Wertefunktion ist in wie in Abb. 3-8 zu finden. Da festgestellt werden konnte, dass der Modus der angegebenen Strecken von Schornsteinfeger*innen, die in einem ländlichen Gebiet tätig sind, sich stark von denen, deren Einsatzgebiet entweder nur im urbanen Raum angesiedelt oder sowohl urban als auch ländlich charakterisiert ist, unterscheidet, werden diese gesondert betrachtet. Darüber hinaus wird zwischen dem Fall, dass der Dienstwagen auch privat genutzt, also auch zur Anfahrt zum ersten Einsatzort eingesetzt wird, und dem Fall, dass der Dienstwagen ausschließlich zu gewerblichen Zwecken dient, unterschieden.

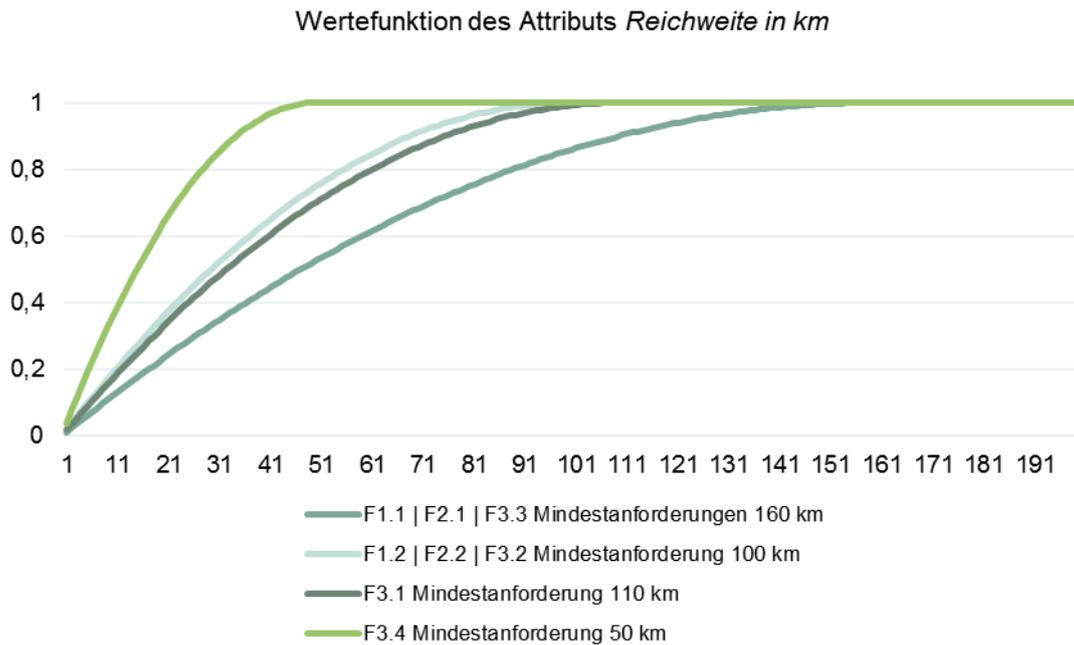


Abb. 3-8: Wertefunktion des Attributs *Reichweite in km*

3.3.3 Festlegung der Gewichtung der Entscheidungskriterien und des Lastenradtyps

Wie bereits in Unterkapitel 3.2.2 beschrieben, wird die verbal ausgedrückte Wichtigkeit der einzelnen Entscheidungskriterien für die Entscheidungsträger bzw. Befragten in ein Punktesystem übertragen. Es wird die Summe aller von einer Person vergebenen Punkte gebildet. Anschließend wird der Anteil pro bewertetem Entscheidungskriterium an der Summe aller durch diese Person vergebenen Punkte berechnet. Auf diese Weise wird eine Vergleichbarkeit und Rechenbarkeit der Bewertungen durch die einzelnen Befragten erzielt. Um die Gewichtung pro Kriterium und Berufsgruppe zu gewinnen, werden die einzelnen Punktanteile zu einer Gewichtung des Kriteriums k je Berufsgruppe wie in der untenstehenden Definition (3.7) zusammengefasst.

$$\frac{\sum_{p=1}^P \mathbf{Punktanteil}_{k,p_b}}{\sum_{p=1}^P \sum_{k=1}^K \mathbf{Punktanteil}_{k,p_b}} = \mathbf{Gew}_{k,b} \quad (3.7)$$

mit:

$p_b \dots P_b$ = Person p aus der Menge aller Befragten der Berufsgruppe b

$k \dots K$ = Kriterium k aus der Menge der Kriterien K

$b \dots B$ = Berufsgruppe b aus der Menge der Berufsgruppen B

Zudem werden die Teilnehmer*innen dazu aufgefordert, die aus ihrer Sicht für ihren Berufsalltag geeigneten Lastenradtypen zu benennen. Hierfür werden ihnen charakteristische Zeichnungen der einzelnen Typen gezeigt, anhand derer die Befragten ihre Einschätzung abgeben sollen. Der Lastenradtyp, welcher je Berufsgruppe, die meiste Zustimmung erhält, wird anschließend als Maßstab zur Bewertung der übrigen Lastenradtypen verwendet. Die Definition der Präferenzen bezüglich der Lastenradtypen der einzelnen Berufsgruppen ist in (3.8) definiert.

$$\frac{\text{Zustimmung}_{l,b}}{\max(\text{Zustimmung}_{l,b})} = \text{Praef}_{l,b} \quad (3.8)$$

mit:

$p_b \dots P_b$ = Person p aus der Menge aller Befragten der Berufsgruppe b

$l \dots K$ = Kriterium k aus der Menge der Kriterien K

$b \dots B$ = Berufsgruppe b aus der Menge der Berufsgruppen B

Der Einfluss, den die Bewertung der einzelnen Lastenradtypen auf die Gesamtwertung hat, wird vorerst geschätzt und im weiteren Verlauf mit Hilfe einer Sensitivitätsanalyse überprüft. Es wird davon ausgegangen, dass ein Anteil von 0,1 den vorliegenden Sachverhalt angemessen abbilden kann. Daraus ergibt sich die in (3.9) bis (3.14) dargestellte Definition des Gesamtnutzwertes der Planungsalternativen je Berufsgruppe und Anwendungsfall.

$$\begin{aligned} \text{GNW}_{a,b,f} = & 0,9 \cdot (\text{TNW}_{\text{WS}_{a,b}} + \text{TNW}_{\text{AT}_{a,b}} + \text{TNW}_{\text{EH}_{a,b}} + \text{TNW}_{\text{R}_{a,b,f}} \\ & + \text{TNW}_{\text{EA}_{a,b}} + 0,1 \cdot \text{Praef}_{\text{LT}_{a,b}} \end{aligned} \quad (3.9)$$

mit:

$$\text{TNW}_{\text{WA}_{a,b}} = \text{Gew}_{\text{WS}_b} \cdot \text{ZG}_{\text{WS}_a} \quad (3.10)$$

$$\text{TNW}_{\text{AT}_{a,b}} = \text{Gew}_{\text{AT}_b} \cdot \text{ZG}_{\text{AT}_{a,b}} \quad (3.11)$$

$$\text{TNW}_{\text{EH}_{a,b}} = \text{Gew}_{\text{EH}_b} \cdot (\text{ZG}_{\text{G}_a} + \text{ZG}_{\text{S}_a} + \text{ZG}_{\text{MP}_a}) \cdot (1/3) \quad (3.12)$$

$$\text{TNW}_{\text{R}_{a,b,f}} = \text{Gew}_{\text{R}_b} \cdot \text{ZG}_{\text{R}_{a,f}} \quad (3.13)$$

$$\text{TNW}_{\text{EA}_{a,b}} = \text{Gew}_{\text{EA}_b} \cdot \text{ZG}_{\text{EA}_a} \quad (3.14)$$

mit:

$a \dots A$ = Planungsalternative a aus der Menge der Planungsalternativen A

$b \dots B$ = Berufsgruppe b aus der Menge der Berufsgruppen B

$f \dots F$ = Anwendungsfall f aus der Menge der Anwendungsfälle F

Diese Berechnung des Gesamtnutzwertes würde allerdings Planungsalternativen ohne eine elektrische Tretunterstützung benachteiligen, da der Zielerfüllungsgrad der Attribute *Reichweite in km* und *E-Antrieb vorhanden* stets 0 wäre. Daher wird für Modelle ohne elektrischen Hilfsantrieb eine Anpassung der oben dargestellten Definition vorgenommen. Diese schließt die Bepunktung der Entscheidungskriterien *Reichweite* und *E-Antrieb* aus der Berechnung der Gewichtungen aus.

Daraus ergibt sich eine angepasste Berechnung der Gewichtungen wie in (3.15) abgebildet. Darüber hinaus erfolgt auch die Berechnung des Gesamtnutzwertes der Planungsalternativen ohne elektrische Tretunterstützung je Berufsgruppe und Anwendungsfall hinsichtlich einer angepassten Definition. Diese ist in (3.16) abgebildet.

$$\frac{\sum_{p=1}^P \text{Punktwertanteil}_{o,p_b}}{\sum_{p=1}^P \sum_{o=1}^O \text{Punktwertanteil}_{o,p_b}} = \text{Gew}_{o,b} \quad (3.15)$$

$$\text{GNW}_{t,b,f} = 0,9 \cdot (\text{TNW}_{\text{WS}_{t,b}} + \text{TNW}_{\text{AT}_{t,b}} + \text{TNW}_{\text{EH}_{t,b}}) + 0,1 \cdot \text{Praef}_{\text{LT}_{t,b}} \quad (3.16)$$

mit:

$p_b \dots P_b$ = Person p aus der Menge aller Befragten der Berufsgruppe b

$o \dots O$ = Kriterium o aus der Menge der Kriterien O unter Ausschluss der Kriterien Reichweite und E-Antrieb

$b \dots B$ = Berufsgruppe b aus der Menge der Berufsgruppen B

$t \dots T$ = Planungsalternative t aus der Menge der Planungsalternativen ohne elektrische Tretunterstützung T

3.3.4 Sensitivitätsanalyse

Zur Überprüfung der im Zuge der Nutzwertanalyse erzielten Ergebnisse wird abschließend eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Diese dient der Feststellung der Ergebnisstabilität und zur Beurteilung der Validität der erzielten Ergebnisse. Die Sensitivitätsanalyse basiert auf einer gezielten Manipulation der Kriterienbewertung und/oder Kriteriengewichtung. Es gibt eine Reihe an mathematischen Verfahren, die hierfür herangezogen werden können. Im Rahmen dieser Arbeit wird die Analyse mit Hilfe einer Mittelwertziehung durchgeführt.

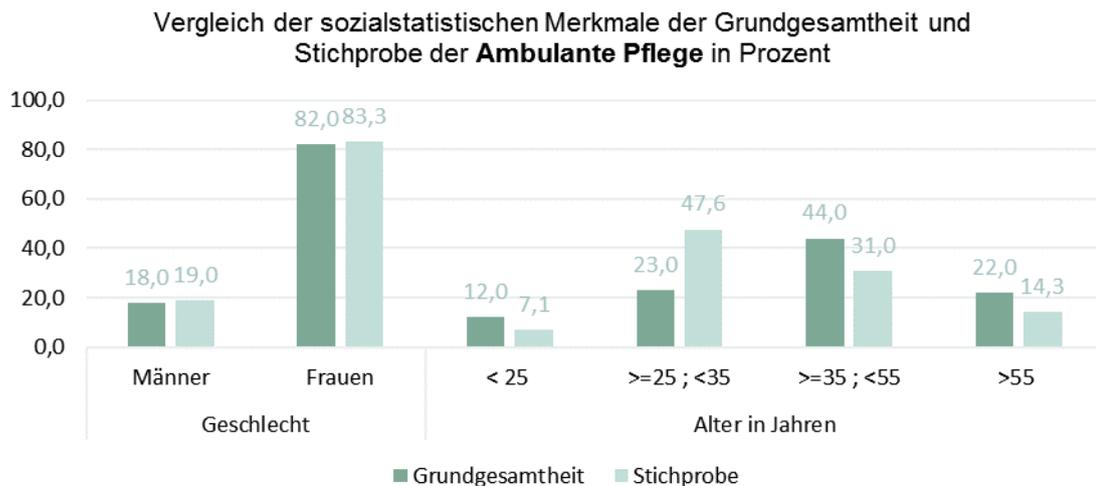
Ziel der Mittelwertziehung ist die Angleichung aller Gewichtungs- bzw. Bewertungsspitzen. Durch diese Neutralisierung kann bei der Mittelwertziehungen der Bewertung dargestellt werden, welche Rangfolge der Planungsalternativen bzw. welche Nutzwerte sich mittels einer homogenen Bewertung ergeben hätten. Es wird also der hypothetische Fall gebildet, indem alle Entscheidungskriterien einer Planungsalternative den gleichen Zielerfüllungsgrad erhalten. Der Vergleich mit den tatsächlich errechneten Werten lässt eine Aussage darüber zu, ob die Vorteilhaftigkeit einer Planungsalternative übermäßig stark durch die Bewertung einzelner Kriterien beeinflusst wird. Erhält man ein Ergebnis, in dem die Rangfolge bestehen bleibt, kann eine Stabilität des entwickelten Systems zur Entscheidungsunterstützung bestätigt werden. Äquivalent dazu, lässt sich ebenso eine Mittelwertziehung der Gewichtung durchführen, allerdings sind die Ergebnisse dieses Vorgehens zu vernachlässigen, da diese den eigentlichen Kern der Nutzwertanalyse, also die Gewichtung, nicht berücksichtigen. (Kühnapfel 2017, S. 88–92)

Da die Gewichtung des Lastenradtyps nur subjektiv geschätzt werden konnte, kommt der Betrachtung dieser Gewichtung bei der Sensitivitätsanalyse besondere Bedeutung zu. Es wird mittels unterschiedlicher Gewichtungen des Lastenradtyps jeweils eine Mittelwertziehung der Gewichtungen als auch der Bewertungen über alle Anwendungsfälle durchgeführt, um die Gewichtung des Lastenradtyps zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren.

4 Ergebnisse der Auswertung

4.1 Einordnung und Repräsentanz der Ergebnisse

Die Häufigkeitsverteilungen der Geschlechter sind sowohl in der Grundgesamtheit der ambulanten Pflege als auch in der Stichprobe sehr ähnlich. Während die Stichprobe eine Häufigkeit von männlichen Beschäftigten von 19 % aufweist, sind es in der Grundgesamtheit 18 %. Bezüglich der Altersstruktur sind jedoch erhebliche Unterschiede festzustellen. So sind die Altersgruppen „unter 25 Jahre“ und „über 55 Jahre“ in der Befragung unterrepräsentiert, wie auch Abb. 4-1 zu entnehmen ist. Besonders deutlich unterscheiden sich die Anteile in der Altersklasse der ab 25 bis unter 35-jährigen. Während diese in der Grundgesamtheit einen Anteil von 23 % annimmt, liegt sie in der Stichprobe bei 47,6 % und ist somit die am stärksten vertretene Altersgruppe. Diese ist demnach in der Stichprobe erheblich überrepräsentiert. Diese beträchtlichen Differenzen im Bereich der Altersstruktur setzen sich ebenso bei der Betrachtung weiterer Lageparameter fort. So unterscheiden sich Median, Modus und das 25 % - Quartil jeweils um eine Altersklasse. Einzig das 75%-Quantil ist bei beiden Datensätzen übereinstimmend.

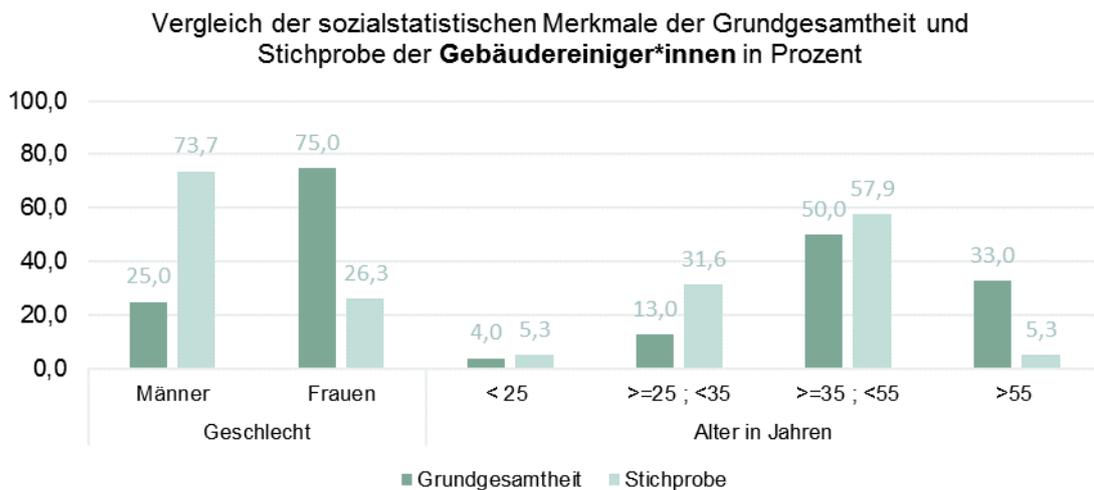


	Geschlecht		Alter		
	Modus	Modus	Median	0,25% Quantil	0,75% Quantil
GG	weiblich	>=35 ; <55	>=35 ; <55	>=35 ; <55	>=35 ; <55
SP	weiblich	>=25 ; <35	>=25 ; <35	>=25 ; <35	>=35 ; <55

Abb. 4-1: GG und SP der ambulanten Pfleger*innen (eigene Darstellung i.A.a. Bundesagentur für Arbeit 2021a)

Im Berichtsjahr 2021 waren 862.760 Personen in der Berufsgruppe der Gebäudereiniger*innen erfasst. Während der Frauenanteil in der Grundgesamtheit bei 75 % lag, sind in der Stichprobe lediglich 26,3 % Teilnehmerinnen enthalten. Obleich die Unterschiede bezüglich der Altersstruktur zwischen der Grundgesamtheit und der Stichprobe weniger gravierend sind, können auch anhand dieses Merkmals erhebliche Abweichungen festgestellt werden. So ist die Altersgruppe der 25- bis unter 35-jährigen in der Stichprobe deutlich überrepräsentiert. Während 13 % der

Grundgesamtheit dieser Altersgruppe zugeordnet werden können, liegt dieser Wert in der Stichprobe bei 31,6 %. Noch deutlicher wird dieser Unterschied bei der Betrachtung der Altersgruppe der über 55-jährigen. Mit einer Abweichung von 27,7 % sind Personen dieses Alters in der Stichprobe bedeutend unterrepräsentiert. Neben der Häufigkeitsverteilung wurden auch in dieser Berufsgruppe die Lage- und Streuungsparameter der Grundgesamtheit mit derer der Stichprobe verglichen. Die bereits aus der Häufigkeitsverteilung deutlich werdenden Unterschiede wurden durch diese Analyse ebenfalls bestätigt. Neben einem unterschiedlichen Modus des Geschlechts unterscheiden sich Modus, Median und das 0,25 %-Quantil jeweils um eine Altersklasse, wobei die Stichprobe jeweils das niedrigere Alter ausweist. Einzig hinsichtlich des 75 %-Quantils konnte eine Übereinstimmung festgestellt werden. Die beschriebene Häufigkeitsverteilung sowie die entsprechenden Lage- und Streuungsparameter sind Abb. 4-2 zu entnehmen.

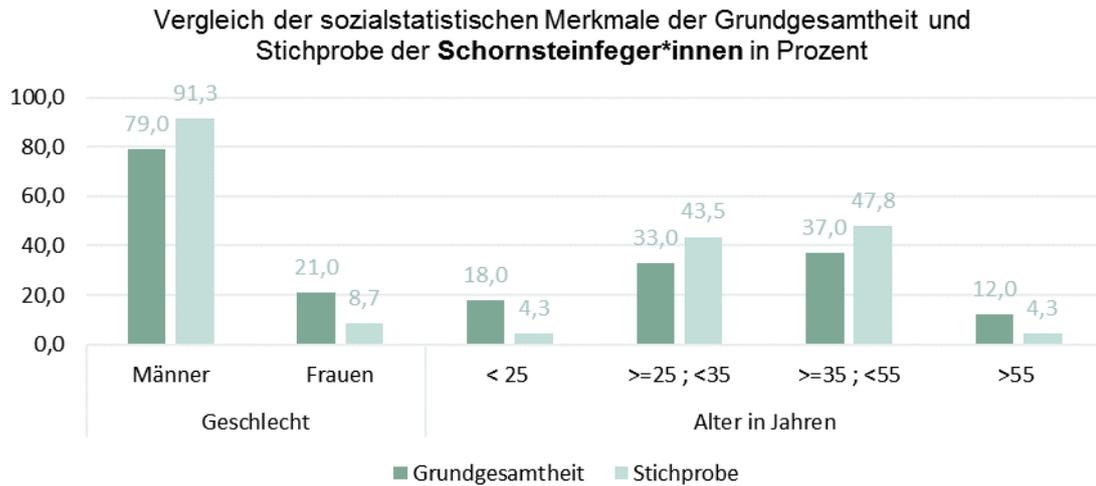


	Geschlecht	Alter			
	Modus	Modus	Median	0,25% Quantil	0,75% Quantil
GG	weiblich	>=35 ; <55	>=35 ; <55	>=35 ; <55	>=35 ; <55
SP	männlich	>=25 ; <35	>=25 ; <35	>=25 ; <35	>=35 ; <55

Abb. 4-2: GG und SP der Gebäudereiniger*innen (eigene Darstellung i.A.a. Bundesagentur für Arbeit 2021b)

Die Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen enthielt im Berichtsjahr 2021 insgesamt 18.630 Beschäftigte. Es konnte eine Frauenquote von 21 % in dieser Gruppe festgestellt werden. 18 % der Personen konnten der Altersklasse „unter 25 Jahre“ zugeordnet werden. Beschäftigte ab 25 und unter 35 Jahren machten einen Anteil von 33 % aus. Mit 12 % bildeten die über 55-jährigen den geringsten Anteil an der Statistik. Der Großteil der Schornsteinfeger*innen (47,8 %) ist der Altersklasse „zwischen 35 und unter 55“ zuzuordnen. Im Vergleich hierzu waren von den 20 Umfrageteilnehmer*innen der Schornsteinfeger*innen 91 % männlich. Auch bei der Altersstruktur sind Unterschiede erkennbar. So macht die Gruppe der unter 25-jährigen einen Anteil von 4,3 % aus. Die Altersgruppe der 25 bis unter 35-jährigen ist mit 43,5 % vertreten, während die über 55-jährigen einen Anteil von 4 % ausmachen. Auch hier ist die Altersklasse der 35 bis unter 55-jährigen mit 47,8 % am stärksten vertreten. Wie auch der Abb. 4-3 zu entnehmen ist, sind wesentliche Unterschiede zwischen den sozialstatistischen Merkmalen der Grundgesamtheit und jener der Stichprobe zu erkennen. Insgesamt ist der Männeranteil der Stichprobe mit einem Unterschied von 12 % erheblich höher. Außerdem sind die Beschäftigten der Altersgruppen unter

25 Jahren und über 55 Jahren in der Stichprobe unterrepräsentiert. Bei der Betrachtung weiterer Lageparameter werden die oben beschriebenen mittelmäßig starken Abweichungen bezüglich der Altersstruktur erneut deutlich. So unterscheidet sich der Median jeweils um eine Altersklasse, wobei 50 % der Grundgesamtheit 34 Jahre oder jünger sind, während in der Stichprobe die Hälfte der Befragten 55 Jahre oder jünger ist. Der 25 % und 75 % -Quantil stimmen in beiden Gruppen überein.



	Geschlecht		Alter		
	Modus	Modus	Median	0,25% Quantil	0,75% Quantil
GG	männlich	>=25 ; <35	>=25 ; <35	>=25 ; <35	>=35 ; <55
SP	männlich	>=35 ; <55	>=35 ; <55	>=25 ; <35	>=35 ; <55

Abb. 4-3: GG und SP der Schornsteinfeger*innen (eigene Darstellung i.A.a. Bundesagentur für Arbeit 2021c)

4.2 Berufsgruppenspezifische Mindestanforderungen

Die Betrachtung der der Häufigkeitsverteilung der Tagesstreckenlänge in der Berufsgruppe der ambulanten Pflege ist in Abb. 4-4 zu sehen und ergab keinen Zusammenhang zwischen Streckenlänge und Beschaffenheit der Einsatzgebiete. 17 Teilnehmer*innen gaben an, pro Arbeitstag eine Strecke zwischen 50 – 100 km im Rahmen ihrer gewerblichen Tätigkeit zurückzulegen und bilden damit die dominante Streckenlängengruppe. Die Berechnung der kumulierten Häufigkeiten ergab, dass 95 % der befragten Mitarbeiter*innen eine Strecke von 100 km pro Tag nicht überschreiten.

Eine Reichweite von 100 km kann somit als eine Mindestvoraussetzung zur Abdeckung von 95 % der Anwendungsfälle in der ambulanten Pflege festgesetzt werden.

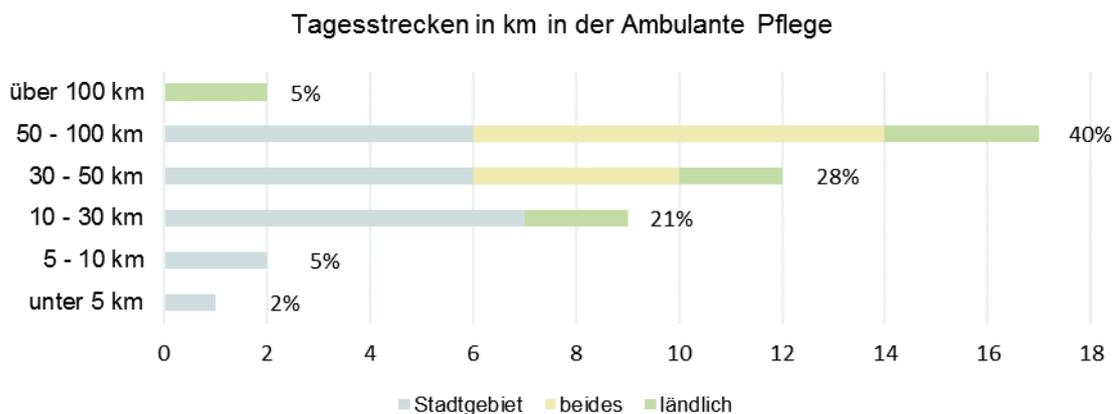


Abb. 4-4: Tagesstrecken in km in der Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen

In Fällen, in denen der Dienstwagen auch für private Zwecke genutzt wird und somit auch Anfahrtswege zum ersten Einsatzort einer Schicht häufig mit diesem bestritten werden, ist die Betrachtung der Streckenlängen der Anfahrt ebenso zur Identifikation der Mindestanforderungen heranzuziehen. Wie auch in Abb. 4-5 dargestellt, gaben 51 % der Umfrageteilnehmer*innen an, einen Anfahrtsweg zwischen 10 – 30 km zum ersten Einsatzort zu haben. Es konnte festgestellt werden, dass 98 % der Befragten einen Anfahrtsweg von unter 30 km angaben. Gemäß der Annahme, dass diese Strecke auch am Ende einer Schicht zurückzulegen ist, folglich dieser Wert also verdoppelt werden muss, um die entsprechend benötigte Reichweite zu identifizieren, muss von einer Mindestreichweite von 160 km für die Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen ausgegangen werden.

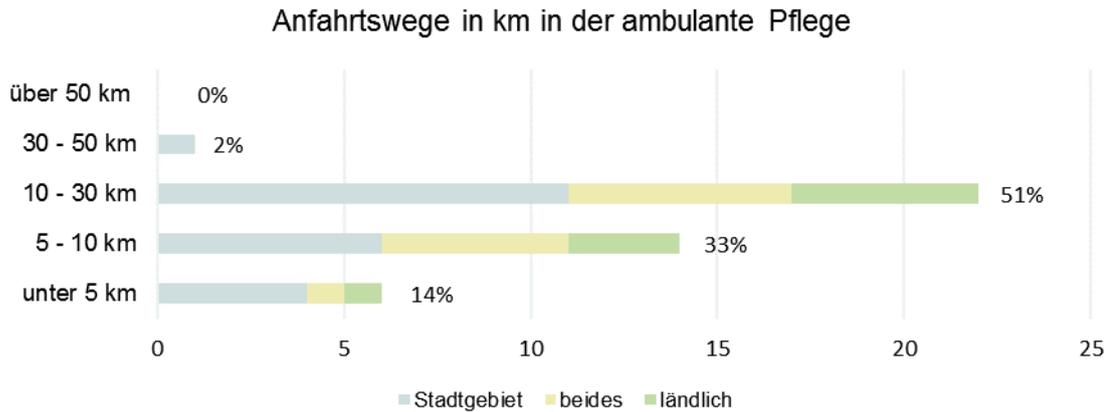


Abb. 4-5: Anfahrtswege in km in der Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen

Bezüglich des Gewichts der zu transportierenden Gegenstände gaben 47 % der Umfrageteilnehmer*innen an, Güter mit einem Gesamtgewicht von 2 – 5 kg mit sich zu führen. Signifikante Unterschiede bezüglich der Tätigkeit, welche durch die Pflegekräfte auf ihren Routen vollzogen wurden, konnten nicht festgestellt werden, da diese meist in Kombination auftraten und daher das durch die explizierte Tätigkeit verursachte Transportgewicht nicht differenziert betrachtet werden konnte. Wie in Abb. 4-6 veranschaulicht, gaben 93 % der Befragten an, Güter mit einem Gewicht von unter 10 kg mit sich zu führen. Lediglich eine Person gab unter Nennung des Zusatzes des Personentransportes an, regelmäßig mehr als 20 kg transportieren zu müssen. Somit kann die Mindestanforderung des möglichen Gewichts der Zuladung auf 10 kg festgelegt werden.

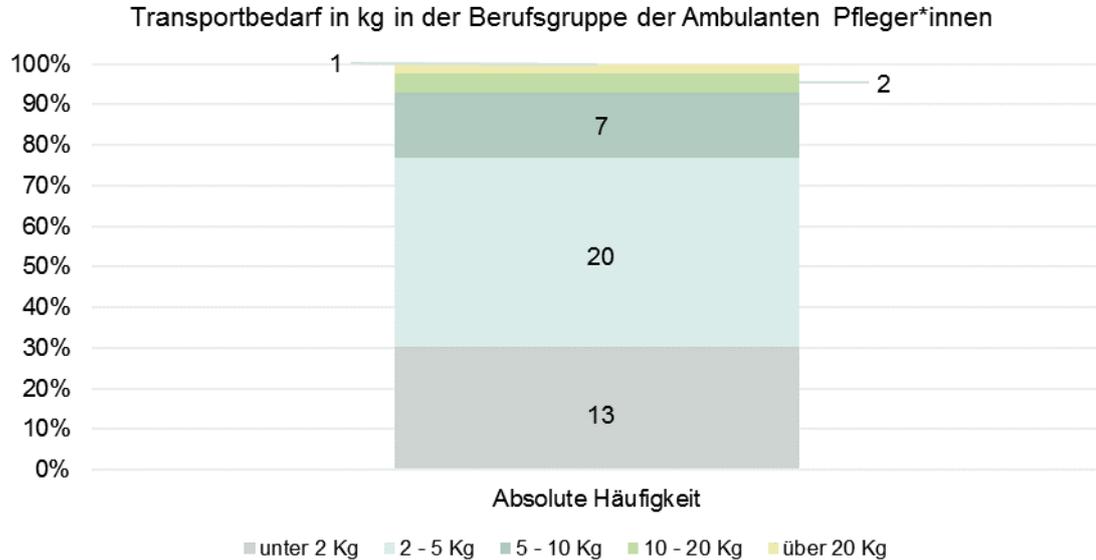


Abb. 4-6: Transportbedarf in kg in der Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen

Die Erhebung innerhalb der Berufsgruppe der Gebäudereiniger*innen ergab, dass 74 % aller Befragten Tagesstrecken von unter 100 km zurücklegen. Der Median lag in dem Intervall zwischen 50 und 100 km.

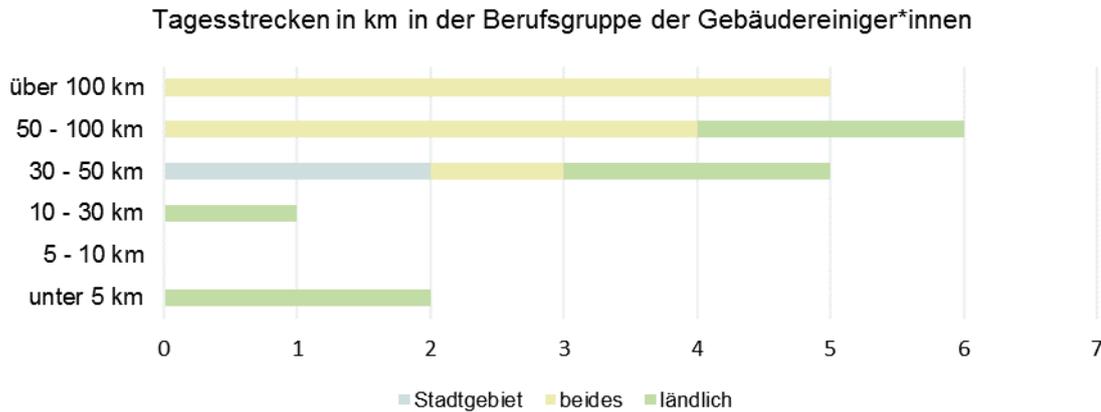


Abb. 4-7: Tagesstrecken in km in der Berufsgruppe der Gebäudereiniger*innen

Auch für die Berufsgruppe der Gebäudereiniger*innen wurden die Anfahrtswege der Befragten erfasst. Hierbei ergab die Erhebung, dass 79 % der Befragten unter 30 km bis zu ihrem ersten Einsatzort zurücklegen müssen. Demnach wird für den Fall, dass der konventionelle Dienstwagen ebenfalls für private Zwecke genutzt wird, eine erforderliche Reichweite von zusätzlichen 60 km angenommen.

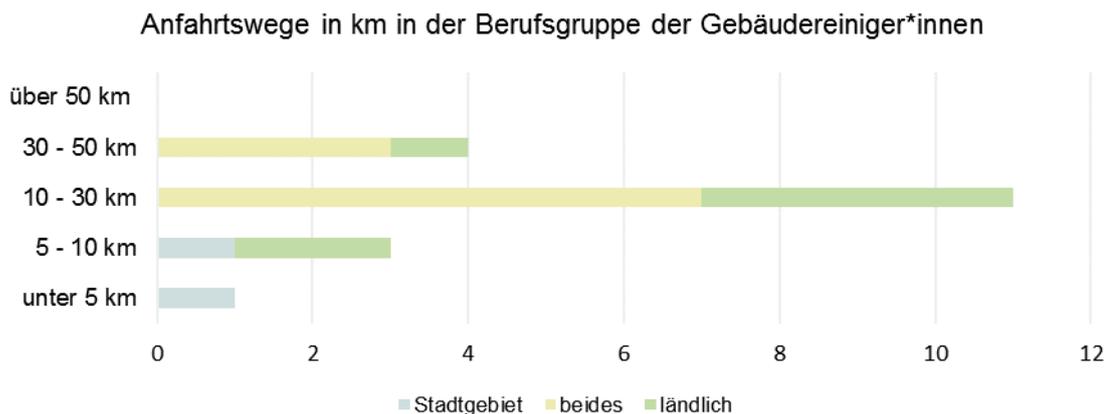


Abb. 4-8: Anfahrtswege in km in der Berufsgruppe der Gebäudereiniger*innen

Die Auswertung des Transportbedarfs der Gebäudereiniger*innen anhand des angegebenen Transportgewichts ergab, dass 26,31 % der Befragten einen Transportbedarf von unter 20 kg auswiesen. Da die sich Erhebung anhand der gewählten Intervalle als ungeeignet herausgestellt hat, wurde zusätzlich eine Analyse auf Grundlage der durch Befragte, welche den Transportbedarf mit über 20 kg angaben, getätigten Freitextantworten mit Blick auf besonders sperrige oder schwere Gegenstände durchgeführt. Diese Gruppe enthielt 14 Personen. Die Hälfte dieser Gruppe gab an, Staubsauger, Einscheibenmaschine, Wassersauger/ Nasssauger, Hochdruckreingiger, Reinigungsmittel sowie eine Leiter oder eine Auswahl der genannten Gegenstände mitzuführen. Auf Basis dieser Aussagen sowie einer Schätzung der Summe des Gewichts der einzelnen Gegenstände⁶ wird für die den weiteren Verlauf dieser Arbeit angenommen, dass mit einer Transportkapazität von 120 kg 63 % der Anwendungsfälle der berufsgruppe der Gebäudereiniger*innen abgedeckt werden kann.

⁶ Eine genaue Aufstellung der Schätzungen ist dem Anhang zu entnehmen

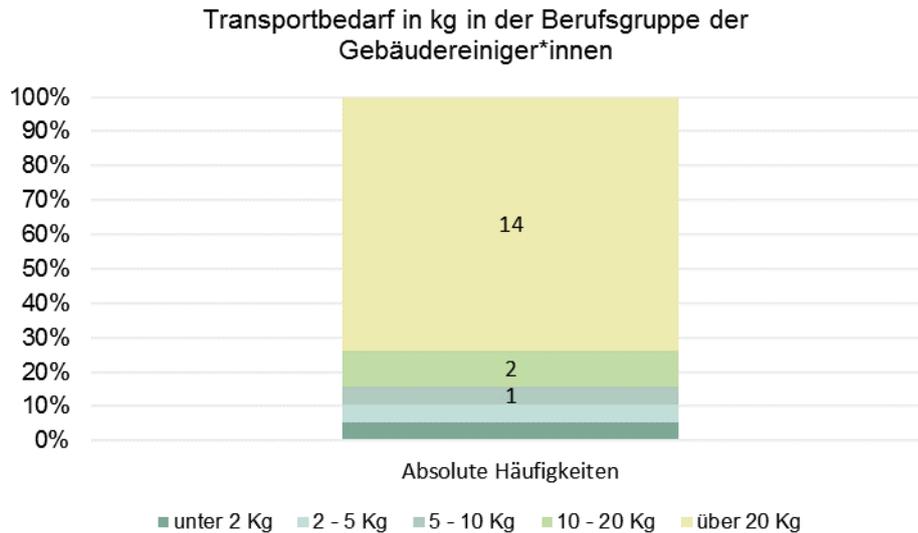


Abb. 4-9: Transportbedarf in kg in der Berufsgruppe der Gebäudereiniger*innen

Mit 35 % gab der überwiegende Anteil der befragten Schornsteinfeger*innen an, Tagesstrecken im Zuge ihrer wirtschaftlichen Tätigkeit von 30 – 50 km Länge zurückzulegen. Bei der Betrachtung der Tagesstrecken, klassifiziert nach Beschaffenheit des Einsatzgebietes, wurde zudem deutlich, dass angegebenen Tagesstrecken der Personen, deren Einsatzbiet als ländlich eingestuft wurde, tendenziell länger sind als derer, dessen Einsatzgebiet hauptsächlich in städtischen Regionen liegt. Abgeleitet ist diese Annahme aus Medianen und den Modi der Tagesstrecken, klassiert nach Einsatzgebiet. So lag der Modus der Tagesstrecken der Befragten, deren Einsatzorte hauptsächlich im Stadtgebiet liegen, mit 71 % bei 30 – 50 km. Bei Personen hingegen, deren Einsatzgebiet hauptsächlich im ländlichen Raum zu verorten ist, lag der Modus mit 38 % im Bereich zwischen 50 – 100 km. Auch anhand des Medians konnte diese Beobachtung bestätigt werden. Während die Hälfte der Befragten Schornsteinfeger*innen mit städtischem Einsatzgebiet Angaben, bis zu 50 km pro Tag zurückzulegen, lag dieser Wert bei den Befragten mit ländlichem Einsatzgebiet bei unter 100 km.

Aus genannten Gründen scheint es demnach sinnvoll, bei der Festlegung der Mindestanforderungen der Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen je Beschaffenheit des Einsatzortes zu differenzieren. Um 88 % der ländlichen Anwendungsfälle mittels der Mindestanforderungen bezüglich der Reichweite abdecken zu können, empfiehlt sich demnach eine Mindestreichweite von 100 km zur Bewältigung der Arbeitswege, während bei Anwendungsfällen in einem städtischen Umfeld 86 % mit einer Reichweite von 50 km ausgeführt werden können.

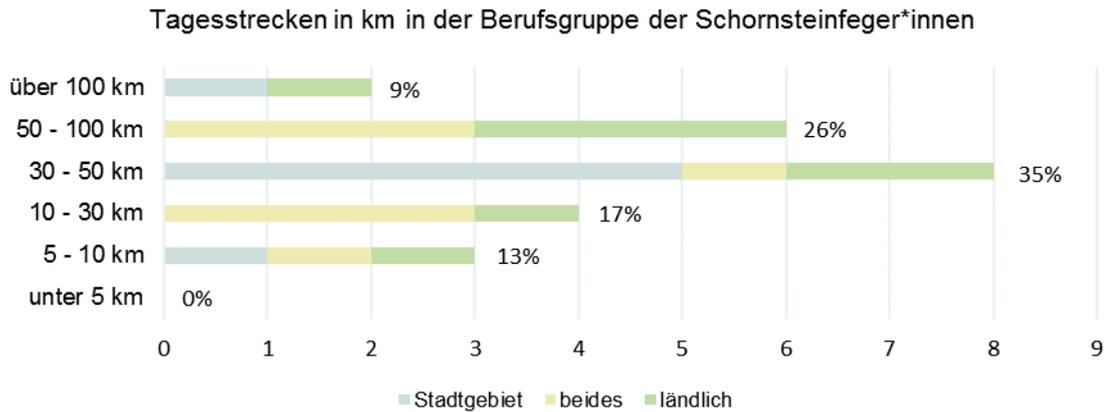


Abb. 4-10: Tagesstrecken in km in der Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen

Vor dem Hintergrund der Annahme, dass auch Schornsteinfeger*innen das Dienstfahrzeug zu privaten Zwecken nutzen, demnach auch ihren Anfahrtsweg damit bestreiten, gilt es, diesen ebenso zu betrachten. Der überwiegende Anteil der Befragten gab an, eine Strecke zwischen 10 – 30 km bis zu ihrem ersten Einsatzort eines Tages zurücklegen zu müssen. Erhebliche Unterschiede zwischen den Angaben der Personen mit städtischem und der mit ländlichem Einsatzgebiet konnten hier nicht identifiziert werden. Basierend auf der Annahme, dass dieser Weg nach Beendigung der Schicht erneut für den Rückweg überwunden werden muss, verdoppelt sich die zusätzlich erforderliche Reichweite auf 60 km.

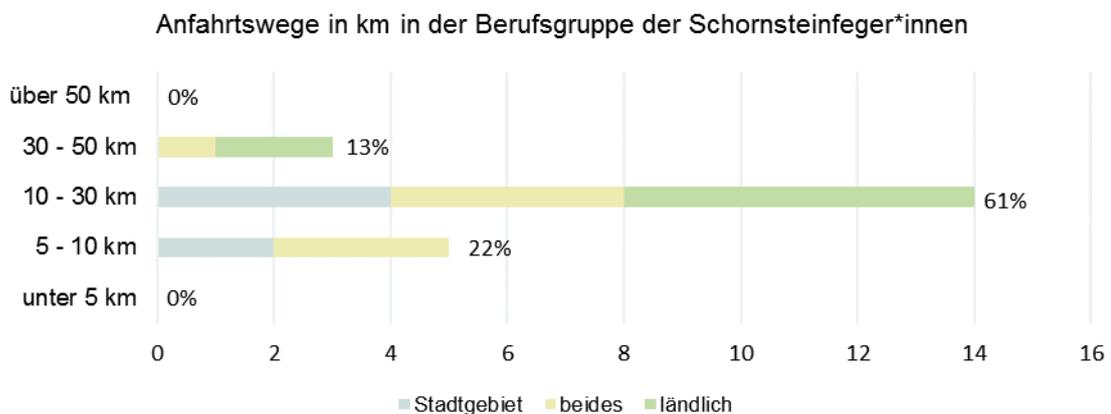


Abb. 4-11: Anfahrtswege in km in der Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen

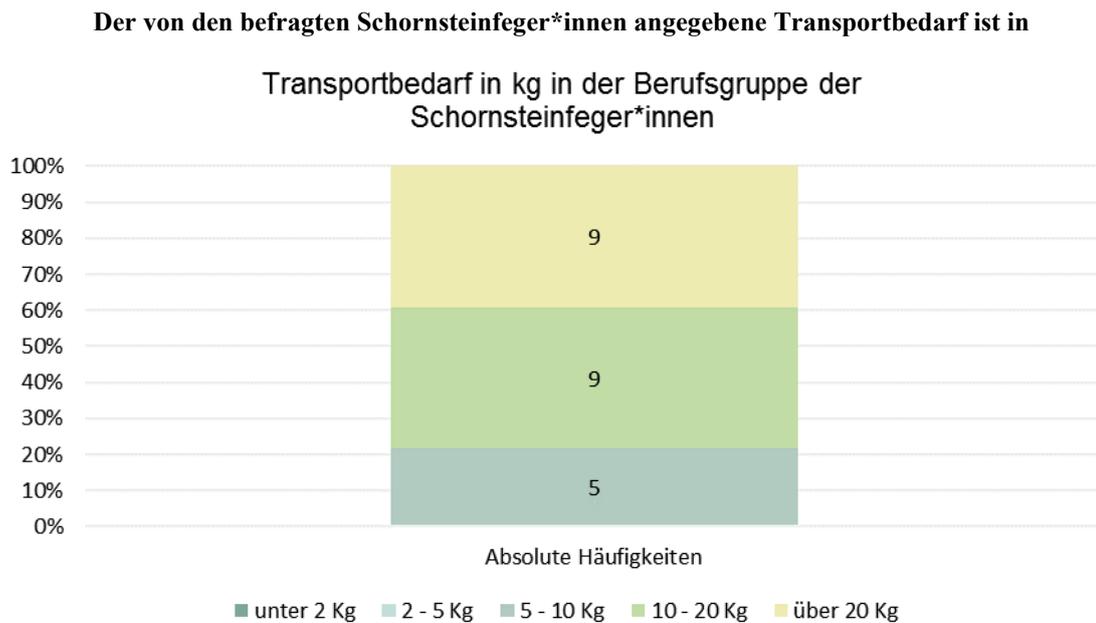


Abb. 4-12 dargestellt. 61 % der Befragten gaben einen Transportbedarf von bis zu 20 kg an. Allerdings ist die Klasse „über 20 kg“ ebenfalls mit 39 % stark ausgeprägt. Eine Mindestanforderung bezüglich maximal transportierbaren Gewichts ist mangels einer Unterteilung des Transportbedarfs über 20 kg anhand der Angaben zu dem benötigten Transportgewicht nicht möglich.

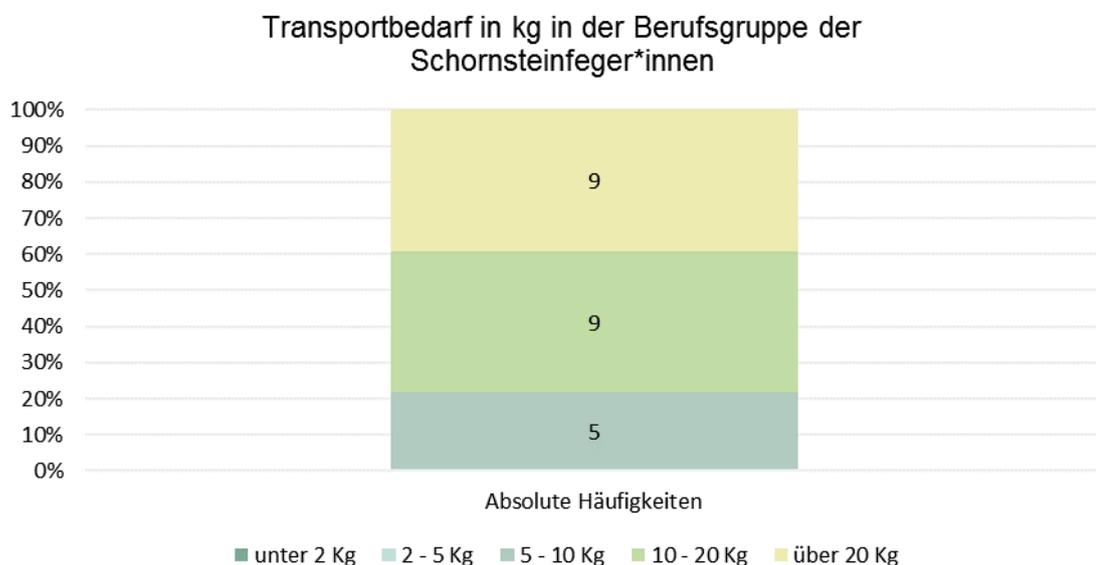


Abb. 4-12: Transportbedarf in kg in der Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen

Um dennoch eine fundierte Aussage bezüglich des Transportbedarfs treffen zu können, wurden die Kommentare der Schornsteinfeger*innen untersucht, welche angaben, mehr als 20 kg transportieren zu müssen. Fünf der neun Personen gaben an, Messgeräte/ Messkoffer, Staubsauger, Dampfstrahler/ Hochdruckreinger / Werkzeugkoffer und eine Leiter (6m) oder eine Auswahl dieser Gegenstände auf ihren Tagestouren mitführen zu müssen. Auf Grundlage dieser Angaben und

einer Schätzung des durchschnittlichen Gewichts der Gegenstände ergab sich ein Transportgewicht von 80 kg. Für die weiteren Ausführungen wird angenommen, dass mit einer Transportkapazität von 80 kg eine 82 % Abdeckung der Anwendungsfälle für den Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen erreicht werden kann.

4.3 Test auf Normalverteilung

Zu Beginn der statistischen Auswertung wurden mittels SPSS die Punktwertanteile der Bewertungen der Entscheidungskriterien, die Freizeitfahrradnutzung sowie das Alter der Teilnehmer*innen auf Normalverteilung hin überprüft. Hierzu bietet SPSS den in Unterkapitel 3.2.2 beschriebenen Kolmogorov-Smirnov-Test sowie den Shapiro-Wilk-Test an. Wie bereits dargelegt, nehmen beide Testverfahren an, dass die vorliegenden Daten normalverteilt vorliegen. Wird ein Signifikanzniveau von 0,05 festgesetzt, sind p-Werte $< 0,05$ Ausdruck dafür, dass die vorliegenden Daten nicht normalverteilt sind. In Tab. 4-1 ist das Ergebnis dieser Berechnungen zu sehen. Die grüne Hinterlegung der Zeilen kennzeichnet eine vorliegende Normalverteilung.

Wie zu erkennen ist, kommen sowohl der KST als auch der SWT beinahe in jeder Zeile zu den gleichen Ergebnissen bezüglich der Entscheidung, ob eine Normalverteilung vorliegt. Einzig hinsichtlich der Punktwertanteile des Entscheidungskriterium des E-Antriebs, welche durch die Berufsgruppe der Gebäudereiniger vergeben wurde, unterschieden sich die Ergebnisse dahingehend, dass laut dem KST keine Normalverteilung vorliegt, während der SWT diese attestiert. Betrachtet man die berufsgruppenunspezifische Auswertung (Zeile GB), kann festgestellt werden, dass keine der untersuchten Variablen normalverteilt vorliegt. Demnach müssen für die Prüfung der Zusammenhangshypothesen, welche ebenfalls nicht zwischen den Berufsgruppen unterscheiden, mittels verteilungsfreier Verfahren durchgeführt werden.

Um ein geeignetes Verfahren zur Überprüfung der Unterschiedshypothesen zu identifizieren, müssen die Daten ebenfalls nach Berufsgruppen unterteilt auf eine Normalverteilung überprüft werden. Obgleich zu erkennen ist, dass beinahe alle Variablen der Berufsgruppe der Schornsteinfeger eine Normalverteilung aufweisen, ist dies nicht hinreichend zur Anwendung von Verfahren, die eine Normalverteilung voraussetzen, da die Variablen der übrigen Berufsgruppen vorwiegend nicht normalverteilt sind. Folglich werden auch zur Überprüfung der Unterschiedshypothesen verteilungsfreie Verfahren herangezogen.

Tab. 4-1: Test auf Normalverteilung

		Kolmogorov-Smirnov-Test			Shapiro-Wilk-Test		
		Statistik	Anzahl in Gruppe	p-Wert	Statistik	Anzahl in Gruppe	p-Wert
Reichweite	AP	0,195	43	0,000	0,918	43	0,004
	GR	0,318	19	0,000	0,793	19	0,001
	SF	0,175	23	0,064	0,930	23	0,108
	GB	0,187	85	0,000	0,860	85	0,000
Einfache Handhabung	AP	0,219	43	0,000	0,772	43	0,000
	GR	0,318	19	0,000	0,897	19	0,042
	SF	0,149	23	0,200	0,948	23	0,269
	GB	0,210	85	0,000	0,911	85	0,000
E-Antrieb	AP	0,175	43	0,002	0,947	43	0,047
	GR	0,243	19	0,004	0,909	19	0,072
	SF	0,155	23	0,161	0,919	23	0,062
	GB	0,164	85	0,000	0,935	85	0,000
Abschließbare Transportbox	AP	0,233	43	0,000	0,888	43	0,001
	GR	0,330	19	0,000	0,803	19	0,001
	SF	0,267	23	0,000	0,827	23	0,001
	GB	0,249	85	0,000	0,836	85	0,000
Witterungsschutz	AP	0,211	43	0,000	0,950	43	0,057
	GR	0,198	19	0,048	0,862	19	0,011
	SF	0,172	23	0,077	0,925	23	0,087
	GB	0,155	85	0,000	0,934	85	0,000
Alter	AP	0,159	43	0,008	0,902	43	0,001
	GR	0,106	19	0,200	0,984	19	0,982
	SF	0,161	23	0,125	0,924	23	0,083
	GB	0,121	85	0,004	0,938	85	0,001
Freizeit-fahrradnutzung	AP	0,176	43	0,002	0,887	43	0,000
	GR	0,265	19	0,001	0,843	19	0,005
	SF	0,265	23	0,000	0,889	23	0,015
	GB	0,228	85	0,000	0,880	85	0,000

AP = Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen

GR = Berufsgruppe der Gebäudereiniger*innen

SF = Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen

GB = Gesamtheit aller Befragten

4.4 Zusammenhangshypothese

Wie bereits in Unterkapitel 3.2 beschrieben, wurde die Korrelation des Alters mit der Gewichtung der Entscheidungskriterien mittels des Zusammenhangsmaßes Kendalls Tau_c durchgeführt. Für die betrachtete Stichprobe führte die Analyse zu den in Tab. 4-2 dargestellten Ergebnissen. Es konnte ein mit einem p-Wert von 0,009 signifikanter Zusammenhang zwischen der Gewichtung des Entscheidungskriterium „Reichweite“ und dem Alter der gewichtenden Person festgestellt werden. Mit einem Korrelationskoeffizienten r von -0,174 ist die Stärke des Effekts als schwach negativ einzustufen. Darüber hinaus konnten keine weiteren signifikanten Zusammenhänge identifiziert werden.

Tab. 4-2: Kendalls Tau Alter u. Gewichtung

Signifikanz und Effektstärke der Zusammenhänge zwischen Gewichtung der Entscheidungskriterien und dem Alter der gewichtenden Person mittels Kendalls Tau _c			
Entscheidungskriterium	r	p	Interpretation
Witterungsschutz	0,018	0,803	kein Effekt, nicht signifikant
Einfache Handhabung	0,051	0,472	kein Effekt, nicht signifikant
Abschließbare Transportbox	-0,135	0,099	Kleiner negativer Effekt, nicht signifikant
Vorhandensein eines E-Antriebs	0,054	0,478	kein Effekt, nicht signifikant
Reichweite	-0,174	0,009	kleiner negativer Effekt, signifikant

Zur Beschreibung eines Zusammenhangs zwischen nominalen und metrischen Variablen eignet sich der bereits in Unterkapitel 2.3.3 beschriebene Eta-Koeffizient. Mittels dieses Koeffizienten wurde geprüft, ob sich anhand der nominalskalierten, unabhängigen Variablen des Geschlechts die Vorhersagbarkeit der Merkmalsausprägungen der metrisch vorliegenden Gewichtung der Entscheidungskriterien verbessern lässt. Wie auch in Tab. 4-3 dargestellt, konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Gewichtung des Merkmals „Einfache Handhabung“ und dem Geschlecht mit einem p-Wert von 0,02 festgestellt werden. Dieser Zusammenhang weist eine Effektstärke von $\eta^2=0,091$ auf.

Tab. 4-3: Eta² Geschlecht u. Gewichtung

Signifikanz und Effektstärke der Zusammenhänge zwischen Gewichtung der Entscheidungskriterien und dem Geschlecht der gewichtenden Person mittels Eta ²			
Entscheidungskriterium	Eta ²	p	Interpretation
Witterungsschutz	0,001	0,948	Kein Effekt, nicht signifikant
Einfache Handhabung	0,091	0,020	Mittlerer Effekt, signifikant
Abschließbare Transportbox	0,010	0,675	Kleiner Effekt, nicht signifikant
Vorhandensein eines E-Antriebs	0,68	0,055	Großer Effekt, nicht signifikant
Reichweite	0,000	0,997	Kein Effekt, nicht signifikant

Da η^2 keine Aussage über die Richtung eines Zusammenhangs zulässt, wurde anlässlich des signifikanten Zusammenhangs zwischen dem Geschlecht der Teilnehmer*innen und der Gewichtung des Entscheidungskriteriums der einfachen Handhabung zusätzlich der Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Mit einem p-Wert von 0,004 bestätigte dieser, dass die Gruppe der Männer und die der Frauen dieses Entscheidungskriterium unterschiedlich beurteilen. Abb. 4-13 zeigt, dass die weiblichen Teilnehmerinnen die einfache Handhabung eines Rades höher gewichten als ihre männlichen Kollegen. Dies wurde durch die Betrachtung der grafischen Darstellung der Verteilung deutlich und durch den ausgewiesenen mittleren Rang bestätigt. Während dieser in der Gruppe der männlichen Teilnehmer einen Wert von 35 ausweist, ist dieser mit 50,37 in der Gruppe der Frauen wesentlich höher.

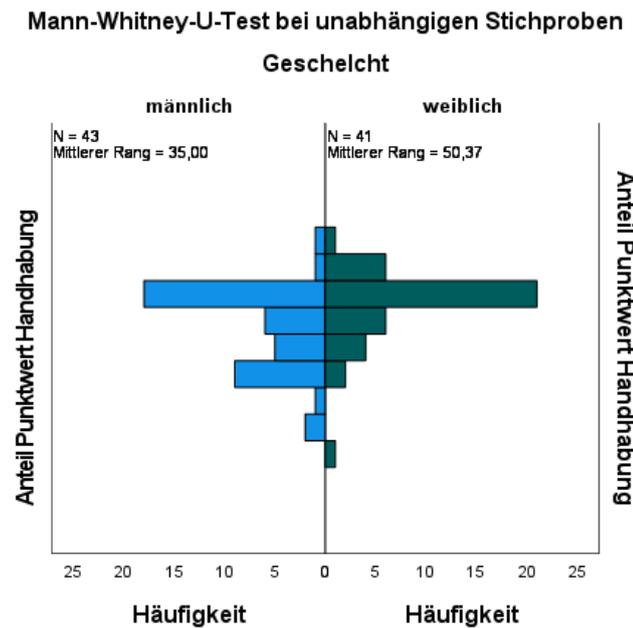


Abb. 4-13: Mann-Whitney-U Geschlecht u. Gewichtung einfache Handhabung

Die Betrachtung der Korrelation zwischen der angegebenen Freizeitfahrradnutzung und der Gewichtung der Entscheidungskriterien wurde aus den in Unterkapitel 2.3.3 beschriebenen Gründen mittels der Berechnung von Kendalls Tau_c durchgeführt. Hierbei konnte kein signifikanter Zusammenhang identifiziert werden. Die erzielten Ergebnisse sind Tab. 4-4 zu entnehmen.

Tab. 4-4: Kendalls Tau Freizeitfahrradnutzung u. Gewichtung

Signifikanz und Effektstärke der Zusammenhänge zwischen Gewichtung der Entscheidungskriterien und der Freizeitfahrradnutzung der gewichtenden Person mittels Kendalls Tau_c			
Entscheidungskriterium	r	p	Interpretation
Witterungsschutz	-0,004	0,959	Kein Effekt, nicht signifikant
Einfache Handhabung	0,062	0,441	Kein Effekt, nicht signifikant
Abschließbare Transportbox	-0,020	0,814	Kein Effekt, nicht signifikant
Vorhandensein eines E-Antriebs	0,092	0,294	Kein Effekt, nicht signifikant
Reichweite	-0,007	0,940	Kein Effekt, nicht signifikant

Die Berechnung der Korrelation zwischen der Gewichtung der Entscheidungskriterien und der bisherigen E-Bike Nutzung ergab mit einem p-Wert von 0,042 einen signifikanten Zusammenhang beim Entscheidungskriterium des E-Antriebs. Die Betrachtung der Effektstärke mittels der Berechnung nach Kendalls Tau_c führte mit einem r-Wert von 0,246 zur Identifikation eines schwachen positiven Effekts. Wie auch in Tab. 4-5 dargestellt, konnte darüber hinaus keine weiteren signifikanten Zusammenhänge ermittelt werden.

Tab. 4-5: Kendalls Tau Erfahrungen E-Bike u. Gewichtung

Signifikanz und Effektstärke der Zusammenhänge zwischen Gewichtung der Entscheidungskriterien und bereits mit einem E-Bike gemachten Erfahrungen der gewichtenden Person mittels Kendalls Tau _c			
Entscheidungskriterium	r	p	Interpretation
Witterungsschutz	-0,099	0,43	Kein Effekt, nicht signifikant
Einfache Handhabung	-0,133	0,176	Kleiner, negativer Effekt, nicht signifikant
Abschließbare Transportbox	-0,124	0,317	Kleiner negativer Effekt, nicht signifikant
Vorhandensein eines E-Antriebs	0,246	0,042	Kleiner positiver Effekt, signifikant
Reichweite	-0,08	0,536	Kein Effekt, nicht signifikant

Auch die Zusammenhänge zwischen der Gewichtung der Entscheidungskriterien und der bisherigen Erfahrungen mit einem Lastenrad wurden mittels Kendalls Tau_c beschrieben. Es konnte kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Tab. 4-6 dargestellt.

Tab. 4-6: Kendalls Tau Erfahrung Lastenrad u. Gewichtung

Signifikanz und Effektstärke der Zusammenhänge zwischen Gewichtung der Entscheidungskriterien und der bereits mit einem Lastenrad gemachten Erfahrungen der gewichtenden Person mittels Kendalls Tau _c			
Entscheidungskriterium	r	p	Interpretation
Witterungsschutz	0,011	0,918	Kein Effekt, nicht signifikant
Einfache Handhabung	-0,068	0,481	Kein Effekt, nicht signifikant
Abschließbare Transportbox	0,130	0,165	Kleiner positiver Effekt, nicht signifikant
Vorhandensein eines E-Antriebs	-0,079	0,443	Kein Effekt, nicht signifikant
Reichweite	0,024	0,814	Kein Effekt, nicht signifikant

4.5 Unterschiedshypothesen

Zur Überprüfung der 3. Forschungsfrage werden die pro Berufsgruppe vergebenen Anteile der Punktwerte der einzelnen Entscheidungskriterien paarweise auf ihre Unterschiedlichkeit hin getestet. Hierzu dient der in Unterkapitel 2.3.3 beschriebene Kruskal-Wallis-Test. Hinsichtlich des Entscheidungskriteriums der Reichweite, der abschließbaren Transportbox und des Witterungsschutzes konnten keine Unterschiede festgestellt werden. Bei der Bewertung der Wichtigkeit der einfachen Handhabung hingegen ist sowohl zwischen Schornsteinfeger*innen und Gebäudereiniger*innen mit einem p-Wert von 0,007, als auch zwischen Schornsteinfeger*innen und ambulanten Pfleger*innen mit einem p-Wert von <0,001 ein erheblicher Unterschied erkennbar. Ebenfalls unterschied sich die Bewertung der Wichtigkeit eines E-Antriebs zwischen den Berufsgruppen der Schornsteinfeger*innen und den ambulanten Pfleger*innen mit einem p-Wert von 0,054.

Für eine detaillierte Analyse der identifizierten Unterschiede wurde anschließend ein paarweiser Vergleich mittels des Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Hinsichtlich der Unterschiedlichkeit der Bewertung des Kriteriums der einfachen Handhabung durch die ambulanten Pfleger*innen und Schornsteinfeger*innen wurde deutlich, dass erstere dieses Kriterium höher bewerten. Mit einem mittleren Rang von 26,42 in der Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen lag dieser Wert deutlich über demjenigen der Vergleichsgruppe, bei welcher dieser mit 17,43

beziffert werden konnte. Auch die Unterschiede zwischen der Berufsgruppe der Gebäudereiniger*innen und den Schornsteinfeger*innen ergab ein ähnliches Bild. Hier bewerteten die Schornsteinfeger*innen ebenfalls die einfache Handhabung niedriger als die Vergleichsgruppe. Mit einem mittleren Rang von 39,67 gegenüber einem mittleren Rang von 21,96 ist dieser Unterschiedlich ähnlich stark ausgeprägt.

Weiterhin wurde die unterschiedliche Bewertung der Wichtigkeit eines E-Antriebs durch ambulante Pfleger*innen und Schornsteinfeger*innen genauer betrachtet. Hierbei konnte festgestellt werden, dass ambulante Pfleger*innen die Wichtigkeit eines E-Antriebes mit einem mittleren Rang von 30,02 niedriger bewerteten als die befragten Schornsteinfeger*innen, bei denen dieser Wert bei 40,00 lag.

Tab. 4-7: Unterschiede der Gewichtung durch einzelne Berufsgruppen

	Reichweite	Einfache Handhabung	E-Antrieb	Abschl. Transportbox	Witterungsschutz
SF AP	gleich	AP > SF	SF > AP	gleich	gleich
AP GR	gleich	gleich	gleich	gleich	gleich
SF GR	gleich	GR > SF	gleich	gleich	gleich

AP = ambulante Pfleger*innen

GR = Gebäudereiniger*innen

SF = Schornsteinfeger*innen

4.6 Vorstellung der Planungsalternativen in Form des Produktportfolios

Im Zuge einer Marktrecherche wurden 35 Lastenradmodelle unterschiedlicher Hersteller identifiziert, zu welchen die für die Auswertung anhand des entwickelten Zielsystem nötigen Informationen zugänglich waren. Die Anteile der einzelnen Lastenradtypen am Produktportfolio sind Abb. 4-14 zu entnehmen. 29 der Lastenradmodelle verfügen über eine elektrische Tretunterstützung. Weiterhin sind 21 verschiedene Hersteller*innen vertreten. Es wurden die folgenden Attribute erfasst: Hersteller*in, Modell, Lastenradtyp, Vorhandensein eines E-Antriebs, Nutzlast, Reichweite, Möglichkeit eines doppelten Akkus, Art des Ladungsaufbaus, Transportvolumen in kg, Witterungsschutz der Ladung und Witterungsschutz der fahrenden Person, Motorposition, Anzahl der Spuren und Gewicht des Rades.

Die Motorposition sowie die Anzahl der Spuren und das Gewicht des Rades wurden erfasst, um diese drei Attribute zu dem Merkmal der Handhabung zusammenzufassen. Dafür wurden die einzelnen Attribute, wie bereits in Unterkapitel 3.3.3 beschrieben, bepunktet und mit je einem Anteil von einem Drittel in die Wertung der Handhabung aufgenommen. Weiterhin wurde die Art des Ladungsaufbaus erfasst, woraus abgeleitet werden konnte, ob ein Witterungsschutz der transportierten Güter. Zusammen mit dem Attribut des Witterungsschutzes der fahrenden Person wurde daraus die Merkmalsausprägung des Entscheidungskriteriums des Witterungsschutzes gebildet und, wie in Unterkapitel 3.3.2 beschrieben, mit Punkten bewertet. Ebenso wurde das Volumen der Transporteinheit(en) erfasst und in Verbindung mit dem Attribut der Abschließbarkeit der Transportbox, abgeleitet aus der Variante des Ladungsaufbaus zu dem Merkmal des abschließbares Transportvolumens zusammengeführt. Außerdem wurde erfasst, ob ein Modell mit einer elektrischen Tretunterstützung ausgestattet ist, um die Merkmalsausprägung des Entschei-

zungskriteriums des E-Antriebs bewerten zu können. Lag ein solcher vor, wurde auch die Reichweite, basierend auf Hersteller*innenangaben, aufgenommen. Einige Lastenradmodelle bieten die Möglichkeit eines doppelten Akkus. Lag diese vor, wurde die Reichweite je nach Lastenradtyp verdoppelt (Long John, Long Tail, Postrad, Trike) oder verdreifacht (Schwertransporter).

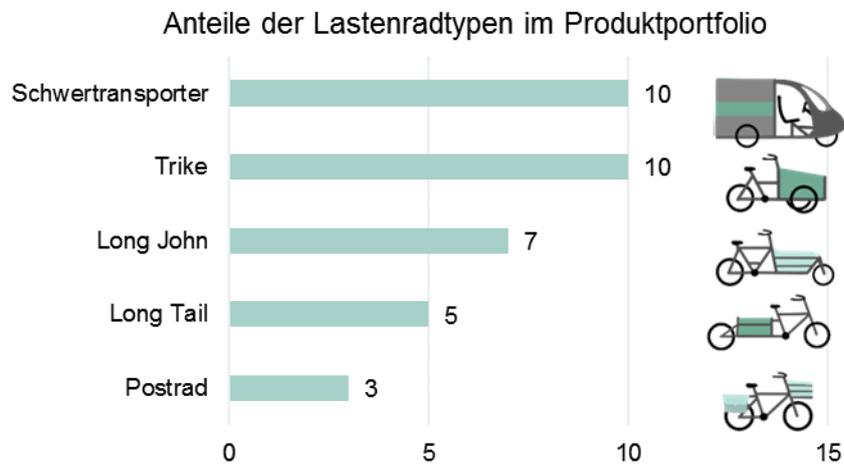


Abb. 4-14: Anteile der Lastenradtypen im Produktportfolio

Zusätzlich zu der tabellarischen Darstellung des Produktportfolios existiert ein Exceltool welches neben einer Beratung auf Grundlage der erhobenen Daten oder durch die Eingabe individueller Parameter, die Erzeugung eines Datenblattes der einzelnen Lastenradmodelle erlaubt. Dieses enthält zusätzliche Informationen wie beispielsweise den Link zu der Herstellerseite, eine explizierte Nennung der Transporteinheiten und, falls auffindbar, den Preis des Rades. Eine kurze Darstellung des besagten Tools erfolgt in Unterkapitel 4.10.

4.7 Gewichtung der Entscheidungskriterien und des bevorzugten Lastenradtyps

Im Rahmen der Befragung wurden die Teilnehmer*innen ebenfalls nach ihrer Einschätzung bezüglich der Eignung unterschiedlicher Lastenradtypen gefragt. Eine Darstellung der Ergebnisse ist in Abb. 4-15 einsehbar.

In der Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen war das Postrad mit 67 % der am häufigsten als geeignet eingestufte Lastenradtyp. Weiterhin hielten 26 % der Befragten das Trike für geeignet, während der Schwertransporter von 21 % der Teilnehmer*innen diese Eignung zugeschrieben wurde. Sowohl das Long Tail als auch das Long John wurden von jeweils 14 % der Befragten befürwortet und stellen damit die am wenigsten präferierten Lastenradtypen der ambulanten Pfleger*innen dar.

In der Gruppe der Gebäudereiniger*innen ist der Schwertransporter mit 63 % Befürworter*innen am stärksten vertreten. Mit 47 % wird ebenso das Long Tail von beinahe der Hälfte der Befragten als geeignet eingestuft. Das Long John und das Trike mit jeweils 11 % sowie das Postrad mit 5 % werden nur von einer geringen Anzahl an Teilnehmer*innen für geeignet gehalten.

Sowohl der Schwertransporter (48 %) als auch das Long Tail (43 %) erhalten in der Gruppe der Schornsteinfeger*innen Zuspruch von annähernd der Hälfte der Befragten. Das Long John erhielt Zustimmung von 30 % der Befragten, während das Trike von 26 % der Teilnehmer*innen

als geeignet eingeschätzt wurde. Der am wenigsten präferierte Lastenradtyp ist in dieser Gruppe das Postrad mit 13 %.

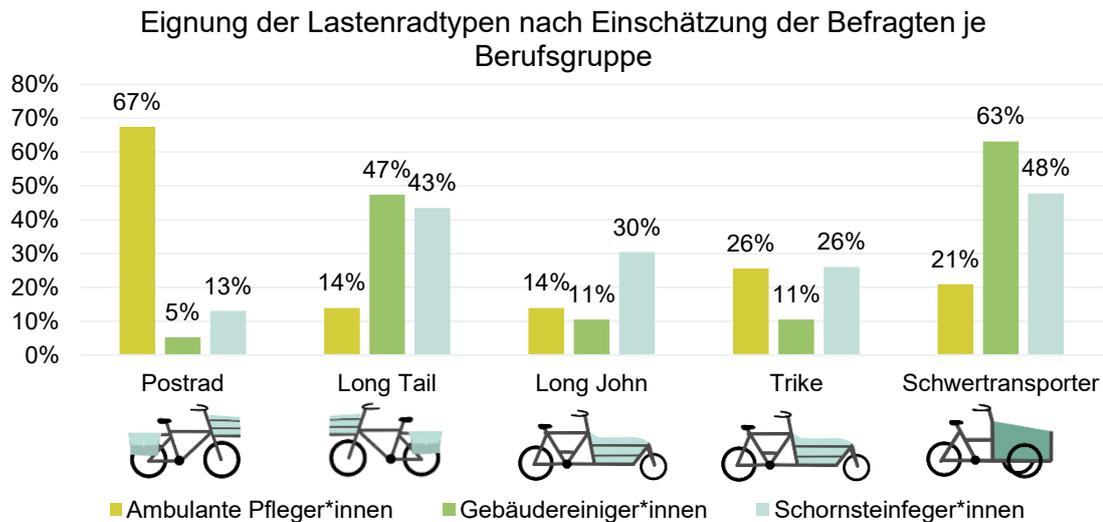


Abb. 4-15: Eignung der Lastenradtypen je Berufsgruppe

Die mittels der Online-Befragung erhobenen Bewertungen der Entscheidungskriterien wurden im Zuge der Datenaufbereitung in Punktwerte überführt. Auf Grundlage dessen wurden die Anteile der Punktwerte, an den insgesamt durch eine Person vergebenen Punkte errechnet. Dies ist in Unterkapitel 3.2.2 nachzuvollziehen. Das Zusammenfassen der Anteile über die Personen einer Berufsgruppe ergab die in Tab. 4-8 dargestellten Gewichtungen.

Tab. 4-8: Gewichtung der Entscheidungskriterien je Berufsgruppe (vollständig)

		Witterungsschutz	Einfache Handhabung	Abschließbare Transportbox	E-Antrieb	Reichweite
ambulante Pfleger*innen	Gewichtung	0,198	0,197	0,211	0,189	0,205
	Rang	3	4	1	5	2
Gebäudereiniger*innen	Gewichtung	0,218	0,191	0,202	0,193	0,196
	Rang	1	5	2	4	3
Schornsteinfeger*innen	Gewichtung	0,206	0,166	0,22	0,204	0,205
	Rang	1	5	2	4	3

Zusätzlich wurde den Entscheidungskriterien ihr jeweiliger Rang in der Bewertung durch eine Berufsgruppe zugeordnet. Die Rangnummer sind dabei in absteigender Wichtigkeit vergeben worden. Dem wichtigsten Kriterium wird demnach der Rang 1 zugeordnet. Auffällig ist hierbei, dass die Rangordnung der Kriterien bei den Berufsgruppen der Gebäudereiner*innen und Schornsteinfeger*innen übereinstimmt.

Um eine Benachteiligung derjenigen Modelle, die nicht mit einer elektrischen Tretunterstützung ausgestattet sind, zu verhindern, wurden äquivalent dazu die entsprechenden Anteile der Entscheidungskriterien unter Ausschluss der Entscheidungskriterien E-Antrieb und Reichweite berechnet. Diese Kalkulation ergab die in Tab. 4-9 dargestellten Gewichtungen.

Tab. 4-9: Gewichtung der Entscheidungskriterien je Berufsgruppe (angepasst)

		Witterungsschutz	Einfache Handhabung	Abschließbare Transportbox
ambulante Pfleger*innen	Gewichtung	0,327	0,325	0,348
	Rang	2	3	1
Gebäudereiniger*innen	Gewichtung	0,357	0,314	0,329
	Rang	1	3	2
Schornsteinfeger*innen	Gewichtung	0,346	0,286	0,368
	Rang	2	3	1

4.8 Zusammenführung der Ergebnisse im Rahmen der Nutzwertanalyse

In diesem Unterkapitel wird die Verarbeitung der zuvor erzielten Ergebnisse in Form einer Nutzwertanalyse beschrieben. Um diese durchführen zu können, mussten im Vorfeld relevante Entscheidungskriterien identifiziert, ein Zielsystem zur Abbildung der Planungsalternativen entwickelt, die erhobenen Attribute der Planungsalternativen mittels Wertefunktionen hinsichtlich ihrer Zielerfüllungsgrade beschrieben und in dimensionslose Werte überführt werden. Um sicherzustellen, dass ausschließlich Lastenradmodelle vorgeschlagen werden, welche den Anforderungen des jeweiligen Anwendungsfall entsprechen, wurden diese ebenfalls aufgenommen und die Menge an Planungsalternativen um diejenigen reduziert, welche diese Anforderungen nicht erfüllen. Darüber hinaus sind ebenso die Präferenzen bezüglich der Lastenradtypen mit 10 % in die Bewertung mit eingeflossen.

Beispielhaft soll folgender Rechenweg des Gesamtnutzwertes einer Planungsalternative für Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen dargestellt werden. Angenommen Modell x erreicht in für die Kriterien Witterungsschutz, einfache Handhabung und abschließbare Transportbox je einen Zielerfüllungsgrad von 0,6. Ein E-Antrieb ist vorhanden, demnach wurde dieses Kriterium vollständig erfüllt und erhält den Zielerfüllungsgrad 1. Die Reichweite wurde mit 0,75 bewertet. Modell x entspricht dem Typ Schwertransporter, welches der meistpräferierten Lastenradtyp der Berufsgruppe der Schornsteinfeger ist und erhält daher die Wertung 1. Daraus ergibt sich:

$$\begin{aligned} \text{GNW}_S(\text{Modell x}) &= 0,9 \cdot (0,206 \cdot 0,6 + 0,22 \cdot 0,6 + 0,166 \cdot 0,6 + 0,205 \cdot 0,75 + 0,189 \cdot 1) + 0,1 \cdot 1 \\ \text{GNW}_S(\text{Modell x}) &= 0,849 \end{aligned}$$

Angenommen Modell y ist das gleiche Lastenradmodell, verfügt aber nicht über eine elektrische Tretunterstützung. Die Motorposition, welche ein Attribut zur Bewertung der Handhabung darstellt, wird nun mit einem höheren Zielerfüllungsgrad versehen, da diese gänzlich wegfällt und sich somit der Schwerpunkt des Rades Zugunsten der Fahreigenschaften des Rades verlagert. Daraus ergibt sich dann folgende Rechnung:

$$\begin{aligned} \text{GNW}_S(\text{Modell y}) &= 0,9 \cdot (0,346 \cdot 0,6 + 0,289 \cdot 0,8 + 0,369 \cdot 0,6) + 0,1 \cdot 1 \\ \text{GNW}_S(\text{Modell y}) &= 0,8301 \end{aligned}$$

Auf diese Weise wurden die Nutzwerte aller Planungsalternativen für jede Berufsgruppe berechnet. Anschließend wurden den Alternativen entsprechende Ränge zugeordnet. Die jeweils besten drei Vorschläge pro Berufsgruppe und Anwendungsfall sind in Tab. 4-10 dargestellt. Eine Abbildung der vollständigen Tabelle findet sich im Anhang.

Tab. 4-10: Ergebnisse der NWA nach Anwendungsfall

		Lastenradmodelle / Planungsalternativen								
		Bring	Mk1-E Gen. 3	G4 - Brose	Bullitt	ParcelMate	Urban_M Cargo	Lademeister	U	
F1.1	ambulante Pfleger*innen mit Dienstwagen = Privatwagen									
	Bewertung	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,68	
	Rang	0	3	4	0	0	0	2	1	
F1.2	ambulante Pfleger*innen Dienstwagen nicht Privatwagen									
	Bewertung	0,78	0,53	0,00	0,79	0,81	0,80	0,69	0,71	
	Rang	5	18	23	3	1	2	14	11	
F2.1	Gebäudereiniger*innen mit Dienstwagen = Privatwagen									
	Bewertung	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	0,62	
	Rang	0	3	4	0	0	0	1	2	
F2.2	Gebäudereiniger*innen mit Dienstwagen nicht Privatwagen									
	Bewertung	0,85	0,51	0,00	0,00	0,88	0,88	0,75	0,75	
	Rang	3	9	11	0	1	2	5	6	
F3.1	Schornsteinfeger*innen Stadt/ Stadt u. Land mit Dienstwagen = Privatwagen									
	Bewertung	0,86	0,55	0,00	0,00	0,89	0,89	0,78	0,75	
	Rang	3	8	9	0	1	2	5	6	
F3.2	Schornsteinfeger*innen Land mit Dienstwagen nicht Privatwagen									
	Bewertung	0,90	0,56	0,00	0,00	0,91	0,90	0,78	0,75	
	Rang	3	22	30	0	1	2	8	10	
F3.3	Schornsteinfeger*innen Land mit Dienstwagen = Privatwagen									
	Bewertung	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,72	
	Rang	0	3	4	0	0	0	1	2	
F3.4	Schornsteinfeger*innen Stadt/ Stadt u Land mit Dienstwagen nicht Privatwagen									
	Bewertung	0,87	0,56	0,00	0,00	0,90	0,89	0,78	0,75	
	Rang	3	13	20	0	1	2	5	6	

Für den Anwendungsfall F1.1 wird die Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen unter der Annahme betrachtet, dass der Dienstwagen auch zu privaten Zwecken genutzt wird. Daraus ergibt sich eine Mindestreichweite von 160 km während mindestens 10 kg transportiert werden können müssen. Auf Grundlage dieser Mindestanforderungen wurde die Menge der Planungsalternativen auf drei Modelle⁷ reduziert. Das beste Ergebnis erzielte das Modell U von Yokler mit einer Gesamtwertung von 0,68. Dieses Modell erzielte für die Attribute E-Antrieb und Witterungsschutz

⁷ Für Anwendungsfälle mit einer Mindestanforderung bezüglich der Reichweite von über 160 km wurden Modelle ohne elektrische Tretunterstützung ausgeschlossen

die volle Punktzahl. Mit 180 km Reichweite erfüllt dieses Rad die Anforderungen dieses Anwendungsfalls und übertrifft diese um 20 km, woraus sich ein Zielerfüllungsgrad (im Folgenden mit ZG abgekürzt) von 0,81 ergibt. Aus einem mittelmäßig hohen Gewicht von 135 kg, drei Spuren und einem Mittelmotor ergibt sich für das Entscheidungskriterium der einfachen Handhabung ein ZG von 0,49. Das abschließbare Transportvolumen erhält mit 100 l eine Bewertung von 0,33. Das U entspricht dem Lastenradtypen des Schwertransporters und wird somit für die Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen mit einer Bewertung von 0,31 belegt. Eine genaue Darstellung der zugrundeliegenden Bewertung ist Tab. 4-11 enthalten.

Tab. 4-11: Beste Planungsalternative laut NWA für F1.1

GNW ⁸ : 0,68			Rang: 1		
Attribut	Ausprägung	Bew. Attribut	ZG	Bew. nach Gewichtung ⁹	TNW
Witterungsschutz	Transportgut: ja Fahrer*in: ja	(2/2)	1	0,197	0,719
Gewicht	135 kg	(0,48/1)	0,49	0,097	
Spuren	3	(0/2)			
Motorposition	Mittelmotor	(2/2)			
Abschließbares Transportvolumen	100 l	(0,33/1)	0,33	0,070	
E-Antrieb	Ja	(1/1)	1	0,189	
Reichweite	180 km ¹⁰	(0,81/1)	0,81	0,166	
Lastenradtyp	Schwertransporter	0,31	0,31	0,31	0,31

Für Anwendungsfälle F2.1 und F3.3 ergibt die Nutzwertanalyse das Modell *Lademeister* von *Tricargo*. Die entsprechende Auswertung wird exemplarisch an F2.1 vorgestellt.

Der Anwendungsfall F2.1 betrachtet die Berufsgruppe der Gebäudereiniger*innen welche den Dienstwagen ebenfalls für private Fahrten nutzen. Daraus ergibt sich eine Mindestanforderung von 160 km Reichweite und 120 kg Zuladung. Die Anzahl der Planungsalternativen reduziert sich somit auf drei Modelle. Sowohl das Entscheidungskriterium des E-Antriebs als auch das des abschließbaren Transportvolumens erhalten den ZG 1. Das Gewicht des Rades kann auf 140 kg beziffert werden, woraus sich eine Bewertung von 0,45 ergibt. Sowohl die Anzahl der Spuren als auch die Motorposition werden mit einem Zielerfüllungsgrad von 0 bewertet da diese jeweils die ungünstigste Ausprägung, für eine einfache Handhabung, aufweisen. Dementsprechend niedrig ist das Entscheidungskriterium der Handhabung mit 0,15 bewertet. Hinsichtlich der Reichweite übertrifft der *Lademeister* die Mindestanforderungen um 20 km, woraus sich eine Bewertung von 0,81 ergibt. Insgesamt erhält dieses Modell für den Anwendungsfall F2.1 mit einem Gesamtnutzwert von 0,72. Eine Aufschlüsselung der beschriebenen Bewertung ist Tab. 4-12 zu entnehmen. Bildquelle:

⁸ Setzt sich zusammen aus dem TNW der Entscheidungskriterien mit einem Anteil von 0,9 und dem TNW des Lastenradtyp mit einem Anteil von 0,1

⁹ Die Gewichtungen sind Tab. 4-8 zu entnehmen

¹⁰ Für Schwertransporter erfolgt die Berechnung der Reichweite unter der Annahme, dass drei Akkus mitgeführt werden

Tab. 4-12: Beste Planungsalternative laut NWA für F2.1

GNW: 0,72			Rang: 1		
Attribut	Ausprägung	Bew. Attribut	ZG	Bew. nach Gewichtung	TNW
Witterungsschutz	Transportgut: ja Fahrer*in: nein	(1/2)	0,5	0,109	0,694
Gewicht	140 kg	(0,45/1)	0,15	0,029	
Spuren	3	(0/2)			
Motorposition	Vorne	(0/2)			
Abschließbares Transportvolumen	2170 l	(1/1)	1	0,202	
E-Antrieb	Ja	(1/1)	1	0,196	
Reichweite	180 km ¹¹	(0,81/1)	0,81	0,158	
Lastenradtyp	Schwertransporter	1	1	1	1

Für die Anwendungsfälle F1.2, F2.2, F3.1, F3.2 und F3.4 ergab sich auf Grundlage der Nutzwertanalyse das Modell *Parcel Mate* von *Maxpro* als bester Vorschlag. Die entsprechende Berechnung wird exemplarisch an Anwendungsfall F3.4 dargelegt.

Der Anwendungsfall F3.1 dient der Nutzwertanalyse für die Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen, deren Arbeitsschwerpunkt sich entweder in der Stadt befindet oder sowohl städtische als auch ländliche Gebiete einschließt und erfolgt unter der Annahme, dass der Dienstwagen nicht zu privaten Zwecken eingesetzt wird. Für diesen Anwendungsfall wurden 50 km Reichweite und 80 kg Zuladung als Mindestanforderungen ermittelt. Basierend auf diesen Anforderungen wurde die Menge der Planungsalternativen auf 30 Modelle reduziert. Wie auch Tab. 4-13 zu entnehmen ist, erfüllt der *Parcel Mate* vier der fünf Entscheidungskriterien für den Anwendungsfall F3.4 vollständig. Zudem ist der Lastenradtyp des Schwertransporters, welcher dem *Parcel Mate* zugeordnet werden kann, der meistpräferierte der Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen, wodurch auch dieser mit der vollen Punktzahl bewertet wird. Lediglich hinsichtlich des Kriteriums der einfachen Handhabung schneidet dieses Modell aufgrund der Mehrspurigkeit als auch des Heckmotors, schwächer ab. Insgesamt ergibt sich für F3.1 eine Gesamtnutzwert von 0,91 Punkten.

Tab. 4-13: Beste Planungsalternative laut NWA für F3.4

GNW: 0,91			Rang: 1		
Attribut	Ausprägung	Bew. Attribut	ZG	Bew. nach Gewichtung	TNW
Witterungsschutz	Transportgut: ja Fahrer*in: ja	(2/2)	1	0,206	0,90
Gewicht	100 kg	(0,64/1)	0,38	0,063	
Spuren	3	(0/2)			
Motorposition	Heckmotor	(1/2)			
Abschließbares Transportvolumen	2205 l	(1/1)	1	0,22	
E-Antrieb	Ja	(1/1)	1	0,204	
Reichweite	150 km ¹²	(1/1)	1	0,205	
Lastenradtyp	Schwertransporter	(1/1)	1	1	0,1

¹¹ Für Schwertransporter erfolgt die Berechnung der Reichweite unter der Annahme, dass drei Akkus mitgeführt werden

¹² Für Schwertransporter erfolgt die Berechnung der Reichweite unter der Annahme, dass drei Akkus mitgeführt werden

Die Anwendungsfälle F1.2, F2.2, F3.1 und F3.2, für welche dieses Modell ebenfalls als bester Vorschlag identifiziert werden konnte, umfassen neben dem zweiten Anwendungsfall der Gebäudereiniger*innen auch die Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen. Demensprechend wird die Mindestanforderung von 80 kg transportierbarem Gewicht gestellt. Die erforderlichen Reichweiten liegen zwischen 50 km und 110 km. Wie bereits in Unterkapitel 4.7 erläutert sind sich die Gewichtungen der Entscheidungskriterien durch die Gruppe der Schornsteinfeger*innen und der Gebäudereiniger*innen sehr ähnlich. Weiterhin bevorzugen beide Berufsgruppen den Lastenradtyp des Schwertransporters. Zudem wurde für beide Berufsgruppen dasselbe Kofferraumvolumen als Referenz bei der Festlegung der Wertefunktionen für die Bewertung des abschließbaren Transportvolumens angenommen. Ein übereinstimmendes Ergebnis ist folglich plausibel.

In der untenstehenden Tab. 4-14 sind die einzelnen Anwendungsfälle, deren Mindestanforderung, die jeweils vorgeschlagenen Lastenradmodelle sowie deren Nutzwerte, zusammenfassend dargestellt. Zudem ist außerdem die Anzahl der möglichen Planungsalternativen welche sich aus der Reduktion um Modelle, die die Mindestanforderungen je Fall nicht erfüllen, abgebildet.

Tab. 4-14: Übersicht Ergebnisse NWA pro Fall

Fall		Min. km	Min. kg	Beste Planungsalternative	GNW	Anzahl Planungsalternativen
AP	F1.1	160	10	U von Yokler	0,68	3
AP	F1.2	100	10	ParcelMate von Maxpro	0,91	22
GR	F2.1	160	120	Lademeister von Tricargo	0,75	3
GR	F2.2	100	120	ParcelMate von Maxpro	0,88	10
SF	F3.1	110	80	ParcelMate von Maxpro	0,89	8
SF	F3.2	100	80	ParcelMate von Maxpro	0,91	19
SF	F3.3	160	80	Lademeister von Tricargo	0,75	3
SF	F3.4	50	80	ParcelMate von Maxpro	0,897	30

4.9 Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse und Validierung der Gewichtung des Lastenradtyps

Wie bereits in Unterkapitel 3.3.4 beschrieben, wurde die Sensitivitätsanalyse mit Hilfe einer Mittelwertziehung der Bewertungen durchgeführt. Dies erfolgte je Anwendungsfall. Da eine Erläuterung aller acht Fälle mit je zehn Testdurchläufen mit unterschiedlichen Gewichtungen der Präferenzen der Lastenräder hier nicht sachdienlich scheint, wird das Vorgehen anhand eines Falles gezeigt und die Ergebnisse für einen Fall je Berufsgruppe diskutiert.¹³

Zur Erläuterung des Vorgehens wird dieses anhand des Falls F2.2 vorgestellt. Dieser betrachtet die Berufsgruppe der Gebäudereiniger*innen, die den Dienstwagen nicht für private Fahrten nutzen. Es bestehen die Mindestanforderung von 100 km Reichweite und 120 kg zulässiger Zuladung. Die Reduzierung der Planungsalternativen um die Modelle, die diesen Anforderungen nicht gerecht werden ergab zehn mögliche Alternativen.

In Tab. 4-16 sind die Ergebnisse der Nutzwertanalyse nach dem beschriebenen Vorgehen abgebildet. Diese stellen die Ausgangslage der folgenden Betrachtung dar und sollten mit Hilfe der Sensitivitätsanalyse auf ihre Stabilität hin geprüft werden.

¹³ Eine vollständige Übersicht aller Berechnungen ist der angehängten Excel-Datei *Auswertung_NWA_MWZ_final* einsehbar

Tab. 4-15: Ergebnisse NWA F2.2

Tatsächliche Werte NWA										
Planungsalternative	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lastenradtyp	1,000	0,167	0,167	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,167	0,750
Witterungsschutz	0,218	0,109	0,109	0,109	0,218	0,109	0,218	0,218	0,179	0,000
abschl. Transportbox	0,202	0,000	0,202	0,202	0,202	0,202	0,202	0,025	0,329	0,000
E-Antrieb	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	0,000	0,000
Reichweite	0,165	0,193	0,196	0,184	0,184	0,194	0,184	0,194	0,000	0,000
Handhabung	0,056	0,056	0,033	0,073	0,073	0,029	0,068	0,094	0,177	0,313
Gesamtwertung LT:0,1 Merkmal 0,9	0,850	0,513	0,677	0,784	0,883	0,754	0,878	0,752	0,633	0,357
Rang	3	9	7	4	1	5	2	6	8	10

Es erfolgte eine Mittelwertziehung, kurz MWZ, der Alternativenbewertung. Hierfür war es notwendig die Summe der pro Planungsalternative vergebenen Punkte zu bilden, um daraus die durchschnittliche Bewertung der Merkmale je Alternative errechnen zu können. Das Ergebnis dieser Berechnung ist Tab. 4-17 zu entnehmen.

Tab. 4-16: Alternativenbewertung nach Mittelwertziehung der Bewertung für F2.2

Alternativenbewertung nach Mittelwertziehung der Bewertung										
Planungsalternative	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lastenradtyp	0,856	0,491	0,474	0,803	0,886	0,773	0,882	0,768	0,372	0,291
Witterungsschutz	0,856	0,491	0,474	0,803	0,886	0,773	0,882	0,768	0,372	0,291
abschl. Transportbox	0,856	0,491	0,474	0,803	0,886	0,773	0,882	0,768	0,372	0,291
E-Antrieb	0,856	0,491	0,474	0,803	0,886	0,773	0,882	0,768	0,372	0,291
Reichweite	0,856	0,491	0,474	0,803	0,886	0,773	0,882	0,768	0,372	0,291
Handhabung	0,856	0,491	0,474	0,803	0,886	0,773	0,882	0,768	0,372	0,291

Anschließend wurden die so errechneten durchschnittlichen Bewertungen mit den, in dieser Arbeit erarbeiteten Gewichtung für F2.2 multipliziert und die neue Rangfolge der Planungsalternativen ermittelt. Das Ergebnis dieses Schrittes ist Tab. 4-17 zu entnehmen.

Tab. 4-17: Ergebnisse NWA nach MWZ der Bewertung F2.2

Werten nach Manipulation der Alternativenbewertung										
Planungsalternative	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lastenradtyp	0,856	0,491	0,640	0,803	0,886	0,773	0,882	0,768	0,372	0,291
Witterungsschutz	0,187	0,107	0,140	0,175	0,193	0,169	0,192	0,167	0,081	0,064
abschl. Transportbox	0,173	0,099	0,129	0,162	0,179	0,156	0,178	0,155	0,075	0,059
E-Antrieb	0,165	0,095	0,124	0,155	0,171	0,149	0,170	0,148	0,072	0,056
Reichweite	0,168	0,096	0,125	0,157	0,174	0,152	0,173	0,150	0,073	0,057
Handhabung	0,163	0,094	0,122	0,153	0,169	0,148	0,169	0,147	0,071	0,056
Gesamtwertung LT: 0,1 Merkmal 0,9	0,856	0,491	0,640	0,803	0,886	0,773	0,882	0,768	0,372	0,291
Rang	3	8	7	4	1	5	2	6	9	10

Daran angeschlossen wurden die so erzielten Gesamtnutzwerte und Ränge mit den ursprünglichen Werten verglichen. Tab. 4-18 zeigt, dass keine starke Beeinflussung durch die Mittelwertziehung der Bewertungen entsteht. Obgleich bei dem Modell *Musketier* eine wesentlich niedrigere Bewertung durch die Mittelwertziehung errechnet wurde, wirkt sich dies nur geringfügig auf die

Rangfolge der Planungsalternativen aus. Betrachtet man lediglich die drei besten Alternativen entsteht kein Unterschied durch die Bewertung auf Basis der Mittelwerte der Bewertungen.

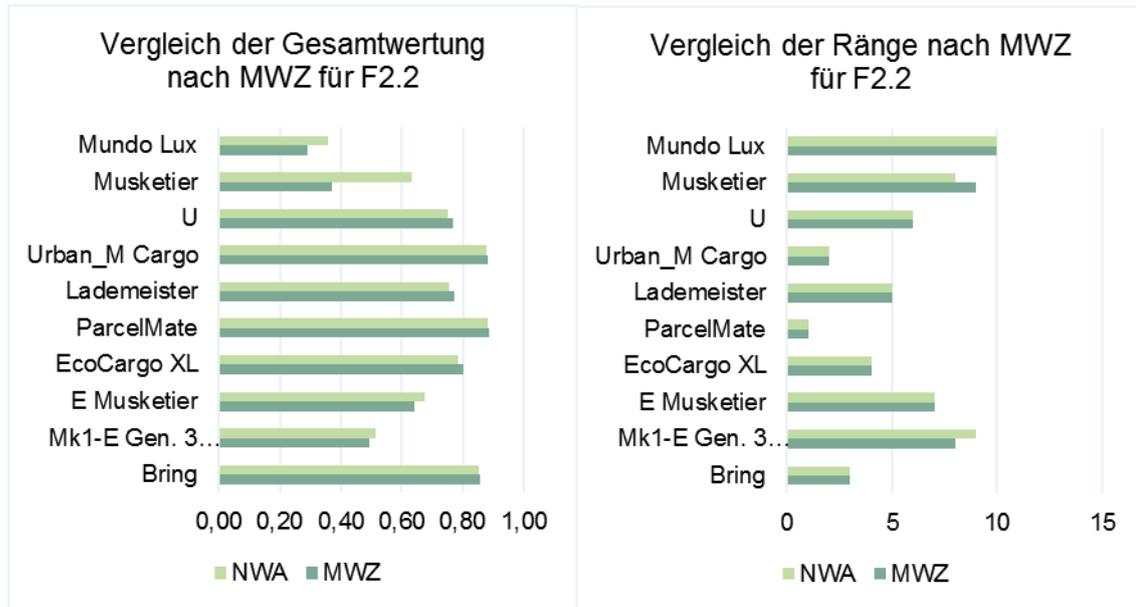


Abb. 4-16: Vergleich Ergebnisse nach MWZ der Bewertung F2.2

Äquivalent zu dem beschriebenen Vorgehen wurden auch die Nutzwertanalysen der Berufsgruppen der Schornsteinfeger*innen und der ambulanten Pfleger*innen untersucht. Obgleich für die dargestellten Fälle mehr als zehn Planungsalternativen zulässig sind, werden hier jeweils die besten zehn Modelle dargestellt, um die Übersichtlichkeit der Darstellung zu erhalten.¹⁴

Die Betrachtung der Ergebnisse für die Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen ergab dabei ebenfalls lediglich geringe Abweichungen, welche wiederum die Rangfolge der beste drei Planungsalternativen nicht tangierten. Eine Darstellung der Abweichungen ist Abb. 4-17 zu entnehmen.

¹⁴ In der angehängten Excel Datei *Auswertung_NWA_MWZ_final* kann die vollständige Übersicht der Berechnungen der Abweichungen, welche sich aus der MWZ nachvollzogen werden.

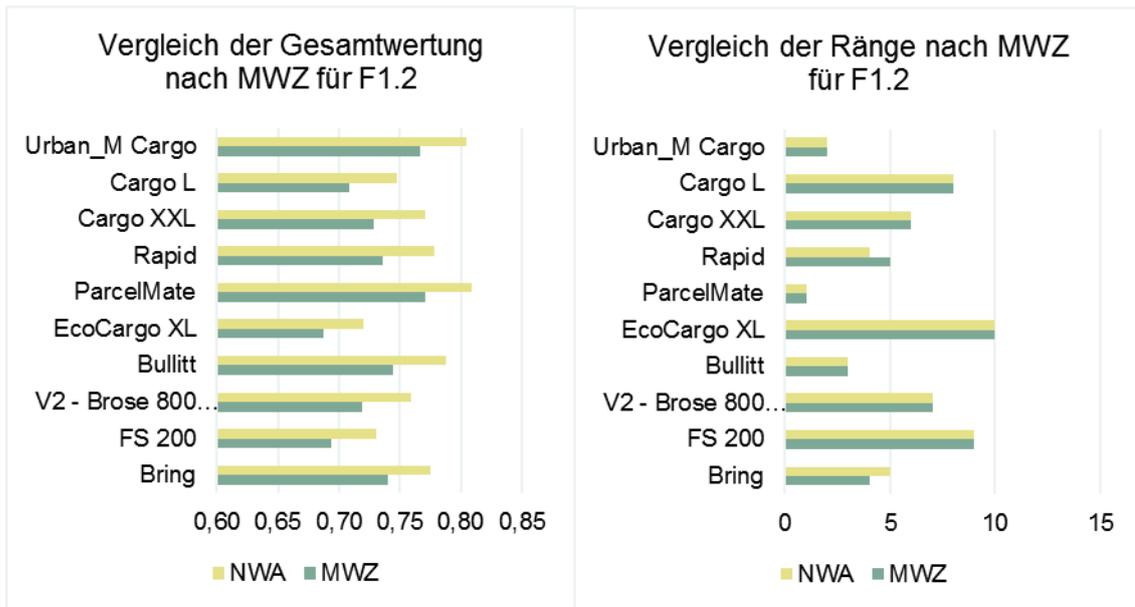


Abb. 4-17: Vergleich Ergebnisse nach MWZ der Bewertung F1.2

Wie auch Abb. 4-18: Vergleich Ergebnisse nach MWZ der Bewertung F3.2 zu entnehmen ist, schließt sich auch für die Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen ein ähnliches Ergebnis an die bisherigen Betrachtungen an. Auch hier ergab die MWZ nur einen geringen Einfluss auf die Gesamtnutzwerte der einzelnen Planungsalternativen wie auch deren Rangfolge. Auch für diesen Fall ergaben sich erst ab Rang 7 Änderungen in der Reihenfolge.

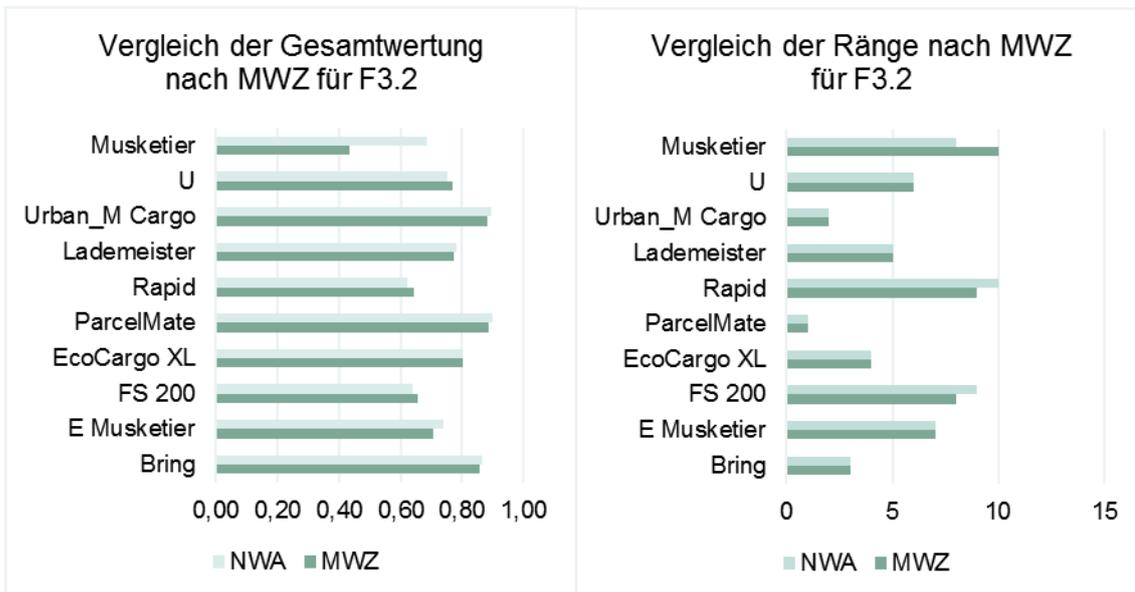


Abb. 4-18: Vergleich Ergebnisse nach MWZ der Bewertung F3.2

Die dargestellten Berechnungen wurden zusätzlich genutzt um den gewählten Faktor, mit welchem die Präferenzen bezüglich des Lastenradtyps der einzelnen Berufsgruppen in die Bewertung mit einfließen, zu validieren. Hierfür wurden die oben beschriebenen Berechnungen mit unterschiedlichen des Lastenradtyps durchgeführt und die entsprechenden Abweichungen bezüglich der Ränge genauer betrachtet. Die Gegenüberstellung der erzielten Ergebnisse aus der NWA mit der tatsächlichen Bewertung der Planungsalternativen und derjenigen, welcher aus der MWZ

entstand, ergab für die Gewichtung des Lastenradtyps mit 0,1 die geringste Abweichung. Die Ergebnisse dieser Auswertung sind zusammengefasst in Tab. 4-18 dargestellt.

Tab. 4-18: Auswertung der Abweichungen nach Mittelwertziehung

Auswertung der Abweichungen nach Mittelwertziehung										
Gewichtung Lastenradtyp	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Gewichtung Merkmale	0,95	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Ø-Abweichung der Ränge	0,73	0,5	0,61	0,53	0,71	0,71	0,75	0,95	1,16	1,16

4.10 Nutzerfreundliche Darstellung der erzielten Ergebnisse

Um die erzielten Ergebnisse in einer nutzerfreundlichen Darstellung aufzubereiten, wurden zwei Excel-Tools erstellt. Diese finden sich in den angehängten Dateien *Excel_tool_berufsgruppenspezifische_Beratung_final* und *Excel_Tool_Individuelle_Beratung_final*.

Das Tool zur berufsgruppenspezifischen Beratung dient der Generierung von Vorschlägen auf Grundlage der, durch die Benutzer*innen angegebenen Informationen zum Berufsstand, der Nutzung des Dienstwagens und ihres Einsatzgebietes. In Abb. 4-19 ist dieses bildhaft dargestellt. Die Berechnungen der Vorschläge erfolgen anhand der in dieser Arbeit erfassten Mindestanforderungen, Gewichtungen der Entscheidungskriterien und Präferenzen der einzelnen Berufsgruppen hinsichtlich der unterschiedlichen Lastenradtypen. Nachdem die Benutzer*innen die erforderlichen Angaben per Drop-Down-Menü ausgewählt haben, werden die drei besten Vorschläge für diese Konfiguration angezeigt. Die Nutzer*innen können dann auswählen, welches Lastenradmodell sie im Detail sehen wollen und bekommen daraufhin dynamisch ein entsprechendes Bild, den Link zur Homepage der Hersteller*innen und zusätzliche relevante Informationen hinsichtlich des betrachteten Lastenradmodells angezeigt.

Eckdaten			
Berufsgruppe	Ambulante Pfleger*innen		
Dienstwagen auch privat genutzt?	privat		
Einsatzgebiet	Beides		
Vorschlag 1	U		
Vorschlag 2	Lademeister		
Vorschlag 3	Mk1-E Gen. 3 Automatic		
			
Vorschlag anzeigen	Tender 2500		
ID	73	Hersteller:	Urban Arrow
		Modell:	Tender 2500
Typ	Schwertransporter		
Spuren	3	Link	https://urbanarrow.com/configurator/overview/?config=7oqws9m
Ladeinheit vorne			
Abschließbare Transportbox, geschlossene Transportbox			
Ladeinheit hinten			
Motor			
Drehmoment Motor [Nm] 85			
Motorposition mittel			
Batterie			
Akku-Kapazität [Wh] 500			
Reichweite [km] ?			
Transportkapazität			
Nutzlast [kg] 425			
Transportvolumen gesamt [Liter] 1200			
Transportvolumen vorne [Liter] 1200			
Transportvolumen hinten [Liter] 0			
Details			
	Länge [cm]	Breite [cm]	Hohe [cm]
Gesamtes Rad	358	114	110
Transporteinheit vorne	?	114	?
Transporteinheit hinten	0	0	0
Gewicht [kg]	220		
Preis [€] 14109			

Abb. 4-19: Excel-Tool - berufsgruppenspezifische Beratung

Das Excel-Tool zur individuellen Beratung erzeugt die drei besten Vorschläge anhand der spezifischen Eingaben der Nutzer*innen. Dabei werden zunächst die individuellen Mindestanforderungen hinsichtlich Reichweite, Transportkapazität in l und Zuladung in kg abgefragt. Wie auch in Abb. 4-20 dargestellt, werden anschließend die Präferenzen bezüglich der einzelnen Lastenradtypen erfasst und eine Gewichtung der relevanten Entscheidungskriterien verlangt. Abschließend werden die Nutzer*innen zusätzlich nach dem Anteil gefragt, zu welchem ihre Präferenzen bezüglich des Lastenradtyps in die Bewertung aufgenommen werden sollen. Auf ausgeblendeten Tabellenblättern werden die getätigten Angaben in die Berechnung der besten Vorschläge mittels des, in dieser Arbeit vorgestellten Verfahrens, verwertet. Demnach wird die Wertefunktion des Attributs *Reichweite in km* anhand der angegebenen Mindestreichweite angepasst. Darüber hinaus werden im Hintergrund diejenigen Modelle aussortiert, die die Anforderungen der Nutzer*innen nicht erfüllen. Auch das angegebene Mindesttransportvolumen wird in die Wertefunktion des Attributs *abschließbares Transportvolumen in l* aufgenommen. Abschließend werden die Planungsalternativen mittels der angegebenen Gewichtung der Entscheidungskriterien und Präferenzen bezüglich des Lastenradtyps.

Individuelle Auswertung

Grau hinterlegte Felder bitte bearbeiten um einen passendes Lastenradmodell vorgeschlagen zu bekommen.

Eckdaten

Mindestanforderungen

Reichweite	40	[km]	Hinweis: Hier bitte Ihre Mindestanforderungen an ein passendes Lastenradmodell eintragen.
Zuladung	30	[kg]	
Transportvolumen	60	[Liter]	

Lastenradtypen

	Bäckerrad	70	Punkte	Hinweis: Hier bitte einmal für jeden Lastenradtyp 0-100 Punkte vergeben. Der Typ, den Sie am ehesten für geeignet halten, sollte dabei die höchste Punktzahl erhalten.
	Long Tail	100	Punkte	
	Long John	50	Punkte	
	Trike	10	Punkte	
	Schwertransporter	1	Punkte	

Gewichtung einzelner Kriterien

		Bsp. Gewichtung	
einfache Handhabbarkeit	0,01	0,08	Hinweis: Bitte geben Sie hier an, mit welcher Gewichtung die Merkmale in die Bewertung einfließen sollen. Diese sollten in Summe 1 ergeben.
E-Antrieb	0,96	0,02	
Reichweite	0,01	0,1	
Witterungsschutz	0,01	0,4	
abschließbare Transportbox	0,01	0,6	
übrige Punkte	0		

Abb. 4-20: Excel-Tool- Individuelle Beratung

Ergebnis der beschriebenen Berechnungen ist wiederum die Einblendung der drei besten Vorschläge, welche äquivalent zum Excel-Tool für die berufsgruppenspezifische Beratung angezeigt werden.

5 Diskussion der Ergebnisse

5.1 Repräsentativität der Arbeit

In Unterkapitel 4.1 wurden bereits die Altersstruktur als auch die Verteilung der Geschlechter innerhalb der Grundgesamtheiten und innerhalb der Stichproben verglichen. Aus diesen Vergleichen gingen erhebliche Unterschiede hervor.

Bezüglich der Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen folgte die Verteilung der Geschlechter der Teilnehmer*innen annähernd der der Grundgesamtheit. Jedoch ergab die Betrachtung der Altersstruktur deutliche Unterschiede. So ist in der Stichprobe die Altersgruppe der 25 bis 34-jährigen mit einer Abweichung von 24,6 % deutlich überrepräsentiert. Auch die übrigen Altersklassen wiesen Abweichung von 4,9 - 13,0 % auf. Die Betrachtung der Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen kann folglich nicht als repräsentativ angesehen werden.

Der Vergleich der Stichprobe der Gebäudereiniger*innen und deren Grundgesamtheit wies erhebliche Unterschiede in der Verteilung der Geschlechter auf. Dabei waren Personen männlichen Geschlechts in der Stichprobe mit einer Abweichung von 47,4 % überrepräsentiert. Woraus diese enorme Abweichung entstanden ist, konnte nicht abschließend geklärt werden. Auch die Altersstruktur der Stichprobe ist nicht repräsentativ. So ist die Altersgruppe der über 55-jährigen in der Stichprobe mit einer Differenz von -27,7 % ebenfalls deutlich unterrepräsentiert. Demzufolge kann die Stichprobe der Gebäudereiniger*innen ebenfalls nicht als repräsentativ deklariert werden.

Auch in der Stichprobe der Schornsteinfeger*innen waren Personen des männlichen Geschlechts mit einer Abweichung von 12,3 % gegenüber der Grundgesamtheit überrepräsentiert. Die Abweichungen bezüglich der Altersstruktur ergeben sowohl für die Altersgruppe der unter 25-jährigen als auch für die über 55-jährigen eine Unterrepräsentierung gegenüber der Grundgesamtheit. Die Abweichungen der übrigen Altersgruppen belaufen sich jeweils auf ca. 10 %. Entsprechend dieser Feststellungen ist auch die Stichprobe der Schornsteinfeger*innen nicht repräsentativ.

Betrachtet man die jeweiligen Mediane und Modi der Berufsgruppen der Gebäudereiniger*innen und ambulanten Pfleger*innen wird deutlich, dass die erhobene Stichprobe im Vergleich zur Grundgesamtheit tendenziell eher jüngere Personen abbildet. Hierbei unterscheiden sich die genannten Kennzahlen jeweils um eine Altersklasse. Diese Abweichung könnten auf den Befragungskanal der Online-Umfrage auf einer Karriereplattform zurückzuführen sein, da anzunehmen ist, dass zum einen eher jüngere Personen an einem Wechsel des Arbeitgebers interessiert sind und zum anderen die Vertrautheit mit dem Einsatz von digitalen Werkzeugen bei einer jüngeren Klientel ausgeprägter ist.

Hinsichtlich der Schornsteinfeger*innen setzt sich dieser Eindruck allerdings nicht fort. Hierbei wurde festgestellt, dass die erhobene Stichprobe im Vergleich zur Grundgesamtheit einen älteren Personenkreis abbildet. Es konnte nicht festgestellt werden, worauf diese Abweichung zurückzuführen ist.

Insgesamt lässt sich abschließend sagen, dass die erhobenen Stichproben in keinem Fall als repräsentativ deklariert werden können.

5.2 Fahrzeugspezifische Mindestanforderungen je Berufsgruppe

Zur Beantwortung der Forschungsfrage nach den fahrzeugspezifischen Mindestanforderungen je Berufsgruppe wurden Mitglieder der betrachteten Gruppen im Zuge einer Online-Befragung zu ihrem Arbeitsalltag befragt. Anschließend erfolgte eine Auswertung mittels diverser univariater Methoden zur Exploration der Häufigkeitsverteilungen sowie der Lage- und Streuungsmaße der Daten. Basierend auf dieser Analyse konnten acht Anwendungsfälle identifiziert werden. Da erkennbar war, dass die Anfahrtswege der Befragten häufig eine nicht unerhebliche Länge annahmen, wurde je Berufsgruppe in zwei Fälle unterschieden. Die Unterscheidung erfolgte hinsichtlich der Nutzung des Dienstfahrzeuges bzw. des Umstandes, dass dieses zusätzlich zur Überwindung der Anfahrtswege eingesetzt wird. Diese Fallunterscheidung führte zu unterschiedlichen Anforderungen bezüglich der Reichweite eines Lastenrades mit elektrischer Tretunterstützung.

Bei der Analyse der Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen konnte zudem festgestellt werden, dass die Tagesstrecken der Personen deren Arbeitsschwerpunkt in ländlichen Gebieten liegen, sich von denjenigen, die überwiegend in städtischen Regionen arbeiten oder in beiden Gebietstypen eingesetzt werden erheblich unterscheiden. Aus diesem Grund wurden zusätzliche Anwendungsfälle für diese Berufsgruppe definiert. Wie Tab. 5-1 zu entnehmen ist, wurde dabei deutlich, dass sich die Mindestanforderungen bzgl. der Reichweite der Berufsgruppen der ambulanten Pfleger*innen, der Gebäudereiniger und der, in einer ländlichen Region arbeitenden Schornsteinfeger*innen nicht unterscheiden.

Tab. 5-1: Mindestanforderungen nach Anwendungsfällen: Reichweite

Private Nutzung des Dienstfahrzeugs		Mindestreichweite
ja	AP	160 km
	GR	160 km
	SF, Land	160 km
	SF, Land u. Stadt	110 km
nein	AP	100 km
	GR	100 km
	SF, Land	100 km
	SF, Land u. Stadt	50 km

AP = ambulante Pfleger*innen
 GR = Gebäudereiniger*innen
 AF = Schornsteinfeger*innen

Betrachtet man hingegen die Mindestanforderungen bezüglich der Transportkapazität hinsichtlich des Gewichts, wird deutlich, dass eine Unterscheidung zwischen den Berufsgruppen sinnvoll ist. Während 93 % der Arbeitnehmer*innen im Bereich der ambulanten Pflege einen Transportbedarfs von unter 10 kg auswiesen, liegt dieser Wert bei den Gebäudereiniger*innen lediglich bei 15 %. In der Gruppe der Schornsteinfeger*innen gaben 22 % an, unter 10 kg zu transportieren. Die Ergebnisse zeigen, dass eine weitere Untergliederung der benötigten Transportkapazität hinsichtlich des Gewichts, insbesondere in der Berufsgruppe der Gebäudereiniger*innen sinnvoll ist.

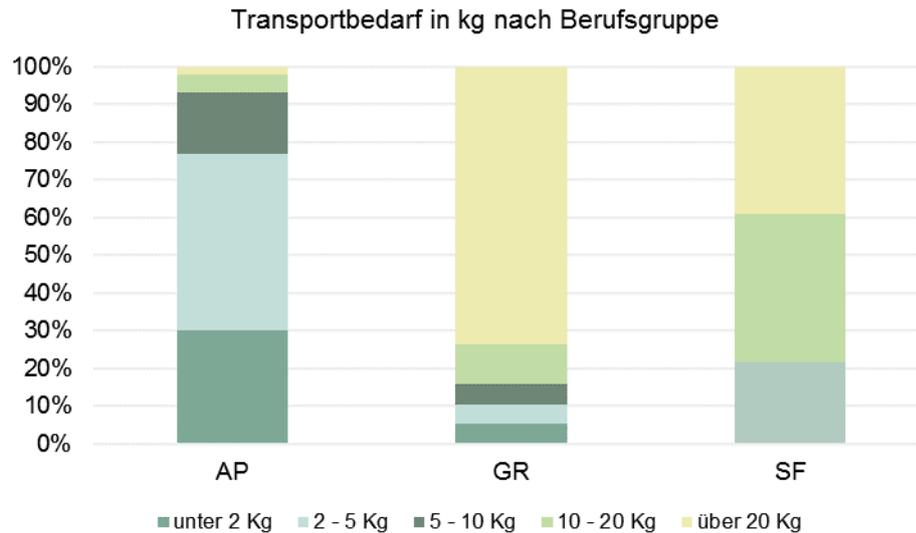


Abb. 5-1: Transportbedarf in kg nach Berufsgruppe

Angesichts der vorliegenden Daten wurde der Transportbedarf der Gebäudereiniger*innen und Schornsteinfeger*innen anhand einer Analyse von Freitextantworten ermittelt. Hierbei wurde eine Mindesttransportkapazität für Gebäudereiniger*innen von 120 kg und für Schornsteinfeger*innen von 80 kg festgelegt.

Ogleich diese Werte auf einer Schätzung basieren, ist dennoch deutlich, dass die betrachteten Branchen sich sehr stark hinsichtlich der Anforderungen bezüglich des Transportbedarfs unterscheiden.

Demnach konnte die im Rahmen der 1. Forschungsfrage vorgeschlagene Untergliederung nach Berufsgruppen für die Erfassung von Mindestanforderungen an Transportkapazitäten bestätigt werden. Bezüglich der Reichweite konnte

jedoch festgestellt werden, dass die Anforderungen weitestgehend über alle betrachteten Berufsgruppen hinweg gleich sind. Allerdings konnte die, zu Beginn der Arbeit vorgeschlagene Untergliederung um die Komponente der Beschaffenheit des Einsatzgebietes bei Betrachtung der Berufsgruppe der Schornsteinfeger ergänzt werden. Zusätzlich wurde festgestellt, dass die Nutzungsart des Dienstfahrzeuges durch die häufig langen Anfahrtswege die Mindestanforderungen bezüglich der Reichweite erheblich beeinträchtigen und demnach in die Betrachtung mit aufgenommen werden sollten.

5.3 Einfluss sozialstatistischer Merkmale auf die Gewichtung der Entscheidungskriterien

Zur Überprüfung der 2. Forschungsfrage wurden die Zusammenhänge zwischen einigen Merkmalen einer Person und deren Gewichtung der fahrzeugspezifischen Mindestanforderungen untersucht. Dies wurde mittels unterschiedlicher statistischer Verfahren, vor dem Hintergrund der Qualität der vorliegenden Daten und deren Verteilung, vollzogen.

Ergebnis der Auswertung war die Identifikation eines signifikanten, negativen Zusammenhangs zwischen der Gewichtung des Entscheidungskriteriums der Reichweite und dem Alter der

befragten Personen. Mit einem r -Wert von $-0,174$ ist dieser Effekt nach Cohen als klein zu interpretieren. Demnach kann die Annahme getroffen werden, dass je älter die befragte Person ist, desto weniger wichtig ist ihr das Entscheidungskriterium der Reichweite.¹⁵

Zusätzlich wurde mittels η^2 der Zusammenhang zwischen der Gewichtung der Entscheidungskriterien und dem Geschlecht untersucht. Hierbei wurde ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Gewichtung der einfachen Handhabung und dem Geschlecht festgestellt. Mit einem η^2 von $0,091$ liegt ein mittlerer Effekt vor. Um herauszuarbeiten, welches Geschlecht das betrachtete Kriterium stärker gewichtet, wurde zusätzlich ein Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Dieser ergab, dass weibliche Befragte die Wichtigkeit einer einfachen Handhabung wesentlich höher einschätzen als ihre männlichen Kollegen.

Abschließend konnte weiterhin ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der bereits mit einem E-Bike gemachten Erfahrung und der Gewichtung des Vorhandenseins einer elektrischen Tretunterstützung festgestellt werden. Demnach gewichteten Personen, die mindestens einmal in der Vergangenheit mit einem Fahrrad mit elektrischer Tretunterstützung gefahren sind, das Vorhandensein eines E-Antriebs höher als Personen, die diese Erfahrung bisher nicht gemacht haben.

Insbesondere vor dem Hintergrund von nicht normalverteilten Stichproben sind diese Erkenntnisse für den anschließenden Schritt, die Untersuchung der Daten hinsichtlich berufsgruppenspezifischer Unterschiede, von besonderer Bedeutung. Betrachtet man die Zusammensetzung der befragten Gruppen hinsichtlich der hier identifizierten persönlichen Merkmale, welche einen Einfluss auf die Gewichtung nehmen, ist erkennbar, ob die Unterschiede tatsächlich in Abhängigkeit zur Berufsgruppe auftreten oder diese durch die Häufigkeitsverteilung der einflussnehmenden persönlichen Merkmale bedingt werden.

5.4 Unterschiede der Gewichtung der Entscheidungskriterien je Berufsgruppe

Zur Beantwortung der Frage, ob signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Berufsgruppen bezüglich der Gewichtung der fahrzeugspezifischen Entscheidungskriterien bestehen, wurde der Kruskal-Wallis-Test angewendet. Es konnte festgestellt werden, dass hinsichtlich der Kriterien Reichweite, abschließbare Transportbox und Witterungsschutz keine signifikanten Unterschiede bestehen. Die Gewichtung der einfachen Handhabung wurde von der Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen allerdings signifikant niedriger bewertet als durch Gebäudereiniger*innen und ambulante Pfleger*innen. Da bereits festgestellt werden konnte, dass männliche Personen die einfache Handhabung niedriger bewerten und die Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen im Vergleich zu der Gruppe der ambulanten Pfleger*innen einen wesentlich höheren Männeranteil aufweist, war dieser Unterschied allerdings zusätzlich hinsichtlich der Beeinflussung durch die Verteilung des Geschlechts zu überprüfen. Zur besseren Nachvollziehbarkeit ist die Verteilung des Geschlechts innerhalb der Stichproben je Berufsgruppe in Abb. 5-2 dargestellt.

¹⁵ Im Sinne der Vollständigkeit ist hier auch die Annahme in entgegengesetzter Wirkrichtung zu nennen, da Kendalls Tau nicht zur Bestimmung der Richtung eines Zusammenhanges geeignet ist. Die entgegengesetzte Annahme lautet wie folgt: Je höher die Gewichtung des Entscheidungskriteriums der Reichweite desto niedriger das Alter der befragten Person. Allerdings kann eindeutig ausgeschlossen werden kann, dass die Gewichtung das Alter beeinflusst.

Geschlechterverteilung innerhalb der Stichproben nach Berufsgruppe

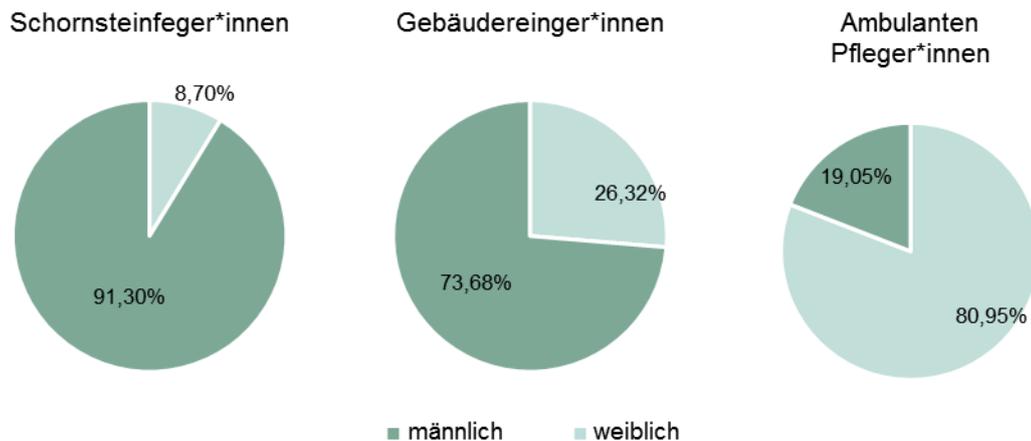


Abb. 5-2: Geschlechterverteilung innerhalb der Stichproben nach Berufsgruppen

Der Mann-Whitney-U Test ergab einen Unterschied zwischen der Bewertung durch Schornsteinfeger*innen und Ambulante Pfleger*innen mit einem p-Wert von $<0,001$. Dieser Test wurde erneut durchgeführt, allerdings unter Ausschluss der weiblichen Teilnehmerinnen. Hier ergab sich ebenso ein Unterschied mit einem p-Wert von 0,24. Der Unterschied hinsichtlich der Bewertung der einfachen Handhabung ist demnach nicht ausschließlich auf die Geschlechterverteilung innerhalb dieser beiden Berufsgruppen zurückzuführen und wird somit weiterhin als gegeben angenommen.

Äquivalent dazu wurde die Beeinflussung des Geschlechts auf die Bewertung der Unterschiedlichkeit der Berufsgruppen der Schornsteinfeger*innen und Gebäudereinger*innen hinsichtlich der angegebenen Wichtigkeit der einfachen Handhabung überprüft. Während die Betrachtung der vollständigen Berufsgruppen einen Unterschied mit einem p-Wert von 0,017 ergab, liegt dieser Wert unter Ausschluss der weiblichen Teilnehmerinnen bei 0,222 und ist somit nicht signifikant. Der durch den Mann-Whitney-U Test angenommene Unterschied zwischen den Berufsgruppen der Schornsteinfeger*innen und Gebäudereinger*innen wird somit weitestgehend durch das Geschlecht der Befragten erklärt und daher verworfen.

Weiterhin wies der Mann-Whitney-U Test bei der Betrachtung der Schornsteinfeger*innen und ambulanten Pfleger*innen einen Unterschied bei der Gewichtung des Entscheidungskriteriums des E-Antriebs aus. Da im Zuge der Überprüfung auf Zusammenhänge zwischen Merkmalen der befragten Personen und der Gewichtung dieses Entscheidungskriteriums keine signifikanten Zusammenhänge festgestellt werden konnten, wird dieser Unterschied als gegeben anerkannt. Demnach gewichten Schornsteinfeger*innen das Vorhandensein eines E-Antriebs stärker als Mitarbeiter*innen der ambulanten Pflege.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Gewichtung der Entscheidungskriterien sowohl berufsgruppenspezifischen Unterschieden unterliegt, als auch durch personenbezogene Merkmale beeinflusst wird.

5.5 Eignung des Unterteilungskriteriums der Berufsgruppen zur Bewertung von Lastenradmodellen

Die Auswertung der mittels der Online-Umfrage erhobenen Gewichtungen je Berufsgruppe hat gezeigt, dass diese zwar geringfügig durch die Zugehörigkeit der bewertenden Person zur jeweiligen Berufsgruppe beeinflusst ist, dieser Unterschied jedoch lediglich für die Bewertung der Wichtigkeit einer einfachen Handhabung und des Vorhandenseins eines E-Antriebs signifikant ist. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass sowohl das Alter als auch das Geschlecht und das vorherige Ausprobieren eines Rades mit elektrischer Tretunterstützung die Gewichtung beeinflusst. Vor dem Hintergrund der Prüfung auf Zusammenhänge, zwischen berufsgruppenunspezifischen Merkmalen und der Gewichtung konnten die erkannten Unterschiede teils auf diese Zusammenhänge zurückgeführt werden wodurch die Unterschiedlichkeit bezüglich der Gewichtung zusätzlich gemindert wurde.

Die Berechnung der Spannweite der Bewertungen durch die einzelnen Berufsgruppen unterstützt diese Annahme. Während bei der Gewichtung einer einfachen Handhabung die Spannweite mit 3,1 % quantifiziert werden kann, liegt dieser Wert bei der Reichweite lediglich bei 0,9 %. Diese Erkenntnis wird weiterhin durch die statistische Analyse zur Identifikation der Unterschiede unterstützt. Folglich kann die Sinnhaftigkeit einer differenzierten Betrachtung hinsichtlich der Wertung der Wichtigkeit einzelner Merkmale eines Lastenrades durch diese Arbeit nicht bestätigt werden, wodurch sich die klassische Nutzwertanalyse als Entscheidungsunterstützung als ungeeignet herausgestellt hat.

Allerdings konnten sowohl bei der Aufnahme der Mindestanforderungen als auch der Präferenzen bezüglich der Lastenradtypen wesentliche Unterschiede festgestellt werden. Da die in der Nutzwertanalyse betrachteten Alternativen vor der Bewertung um diejenigen Modelle reduziert wurden, die die entsprechenden Mindestanforderungen nicht abdeckten und durch die zusätzliche Bewertung anhand der Präferenzen bezüglich der Lastenradmodelle, unterschieden sich die Anzahl der möglichen Planungsalternativen je Berufsgruppe bzw. Anwendungsfall. Die Erhebung der präferierten Lastenradtypen je Berufsgruppe wies eine erhebliche Spannweite auf. So hielten beispielsweise 67 % der ambulanten Pfleger*innen das Postrad für ein geeignetes Dienstfahrzeug, während dieses lediglich für 5 % der Gebäudereiniger*innen ein gangbares Substitut zum Dienst-Pkw darstellte. Die geringste Spannweite wies das Trike auf, welche allerdings noch 16 % betrug und somit ebenso einen erheblichen Unterschied zwischen den Berufsgruppen markiert. Um diese Unterschiedlichkeit in die Nutzwertanalyse einbeziehen zu können, floss diese Bewertung zu 10 % in die Gesamtwertung mit ein.

Um ein möglichst realistisches Ergebnis zu erzielen, wurden zudem die Mindestanforderungen bei der Bildung der Wertfunktion berücksichtigt. Es wurde davon ausgegangen, dass beispielsweise bezüglich der Reichweite die Erfüllung der Mindestanforderungen zu einer 75 % Zielerfüllung dieses Kriteriums führen. Zusätzlich wurde auch die Wertfunktion des abschließbaren Transportvolumens unter Berücksichtigung des Kofferraumvolumen eines für den jeweiligen Berufszweig typischen Pkws gebildet.

Die beschriebenen Anpassungen der Nutzwertanalyse in Form der Erweiterung um den Einbezug der Mindestanforderungen als auch die 10 %-ige Gewichtung der Präferenzen bezüglich des Lastenradtyps ergab für die Anwendungsfälle F2.2, F3.1, F3.2 und F3.4 jeweils den *Parcel-Mate* von *Maxpro*. Damit erhalten Gebäudereiniger*innen und Schornsteinfeger*innen für alle

Anwendungsfälle unter einer Mindestreichweite von 160 km das Lastenradmodell *ParcelMate* als besten Vorschlag, während für die Anwendungsfälle mit einer Mindestreichweite von über 160 km der *Lademeister* von *Tricargo* für beide Berufsgruppen vorgeschlagen wird. Anhand dieser Vorschläge wird abermals deutlich, dass die berufsgruppenspezifische Unterschiedlichkeit bezüglich der Gewichtung nur sehr gering ausgeprägt ist. Hinzu kommt, dass beide Berufsgruppen den Lastenradtyp des Schwertransporter am häufigsten als geeignet einstufen, wodurch diese Übereinstimmung noch verstärkt wird. Zudem wurde bei der Festlegung der Wertefunktion des Attributs des abschließbaren Transportvolumens dasselbe Kofferraumvolumen als Bewertungsmaßstab angenommen.

Auch für den Anwendungsfall F1.2, welche die Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen betrachtet und unter der Annahme, dass das Dienstfahrzeug nicht zu privaten Zwecken genutzt wird, gebildet wurde, ist das Modell *ParcelMate* die beste Planungsalternative. Betrachtet man die berechneten Gesamtnutzwerte pro Anwendungsfall wird allerdings deutlich, dass der Gesamtnutzwert, welches dieses Modell für die Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen erzielt, geringer ausfällt als bei den übrigen Berufsgruppen. Dies ist auf die Präferenz bezüglich des Lastenradtyps zurückzuführen. Lediglich 21 % der Befragten dieser Gruppe hielten den Schwertransporter für einen geeigneten Lastenradtyp. Obgleich der Lastenradtyp mit der stärksten Gewichtung in die Bewertung einging, wurde der *ParcelMate* vorgeschlagen. Dies lässt eine Diskrepanz bezüglich der eingeschätzten Eignung spezifischer Lastenradtypen für das Berufsfeld der ambulanten Pflege und der Gewichtung der Entscheidungskriterien durch diese Gruppe vermuten. Während das Postrad, welches der meistpräferierte Lastenradtyp der Pfleger*innen ist, sich zwar durch seine einfache Handhabung auszeichnet, ist beispielsweise ein Witterungsschutz oder ein, den Anforderungen dieser Berufsgruppe entsprechendes ausreichendes Transportvolumen bei diesem Lastenradtyp häufig nicht gegeben. Demnach scheint hier Potential für eine Akzeptanzsteigerung in der Aufklärungsarbeit, bezüglich der möglichen Lastenradtypen und sowie der Testung unterschiedlicher Modelle zu liegen.

Für die Anwendungsfälle F2.1 und F3.3 wurde jeweils der *Lademeister* von *Tricargo* als beste Planungsalternative identifiziert. Dieses Ergebnis ist in beiden Fällen die Konsequenz der Reduzierung der Planungsalternativen auf diejenigen Modelle, die mindestens eine Reichweite von 160 km aufweisen. Für den Fall F1.1 hingegen wird, trotz der gleichen Anforderung an die Reichweite das Modell *U* von *Yokler* vorgeschlagen. Dieser Unterschied entsteht durch die stärkere Gewichtung der einfachen Handhabung seitens der Berufsgruppe der ambulanten Pfleger*innen als auch durch die unterschiedliche Bewertung des Attributs der abschließbaren Transportvolumen. Da die Berufsgruppen der Gebäudereiniger*innen und Schornsteinfeger*innen ein größeres Transportvolumen zur vollen Zielerfüllung dieses Attributs benötigen, wird das abschließbare Transportvolumen des *U* schlechter bewertet als für die Gruppe der ambulanten Pfleger*innen. In Abb. 5-3 wird das Resultat der unterschiedlichen Wertefunktionen grafisch verdeutlicht.

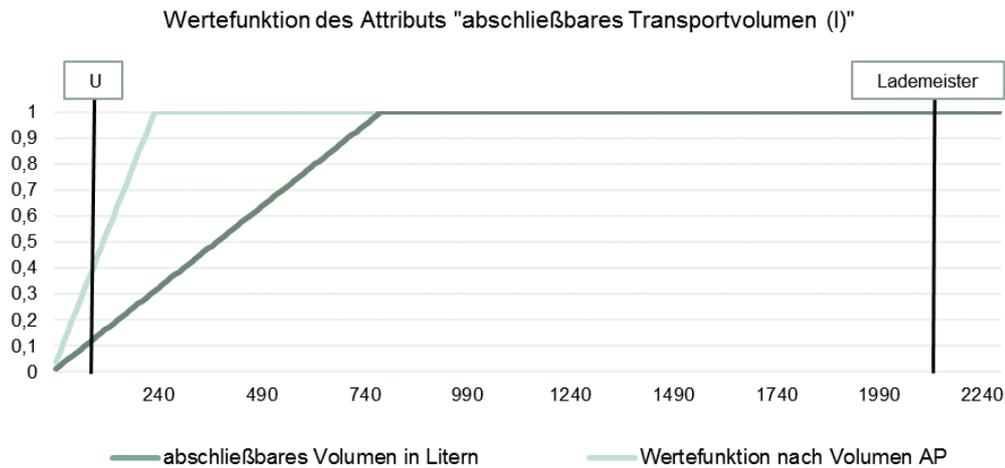


Abb. 5-3: Vergleich Bewertung Lademeister vs. U

Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass sich durch die Zusammenführung der Gewichtung der Entscheidungskriterien, dem Einbezug der Präferenzen der Befragten hinsichtlich der unterschiedlichen Lastenradtypen als auch der Berücksichtigung einzelner Mindestanforderungen je Anwendungsfall ein praktikables Vorgehen zur Einschätzung von konkreten Lastenradmodellen hinsichtlich der, diesen durch potenzielle Nutzer*innen entgegengebrachten Akzeptanz, ergibt. Auf Grundlage dieses Vorgehens ist eine Unterteilung nach Berufsgruppen sinnvoll. Basierend auf der Feststellung, dass sich sowohl für die Gebäudereiniger*innen als auch für die Schornsteinfeger*innen aus der Betrachtung die gleichen Modelle als beste Planungsalternativen ergaben, scheint die Annahme naheliegend, dass diesen beiden Berufsgruppen auch eine zusammenfassende Betrachtung gerecht werden könnte. Dies kann aber im Zuge dieser Arbeit nicht abschließend geklärt werden. Dennoch ist ersichtlich, dass eine grobe Zusammenfassung als Personenwirtschaftsverkehr kaum die spezifischen Anforderungen, der in dieser Gruppe enthalten Berufsgruppen abzubilden vermag. Demnach ist die gesonderte Betrachtung einzelner Berufsgruppen sinnvoll und notwendig um passende und akzeptierte Lastenradmodelle, je Branche bzw. Anwendungsfall identifizieren zu können.

5.6 Auswertung der Sensitivitätsanalyse

Um die beschriebenen Nutzwertanalysen auf ihre Ergebnisstabilität hin zu überprüfen erfolgte zudem eine Sensitivitätsanalyse. Diese diente außerdem zur Beurteilung der Gewichtung der Präferenzen bezüglich des Lastenradtyps. Dafür wurde eine Mittelwertziehung der Bewertungen durchgeführt. Es wurde festgestellt, dass sich aus diesem Vorgehen keine erheblichen Änderungen der Rangfolge ergaben. Somit kann die Aussage getroffen werden, dass die Gewichtungen der einzelnen Entscheidungsmerkmale zu einem stabilen Ergebnis führen, welche nicht durch kleine Änderungen der Parameter zur Berechnung der Nutzwerte beeinflusst wird.

Die Analyse erfolgte zusätzlich hinsichtlich der Gewichtung des Lastenradtyps, indem für unterschiedliche Gewichtungen dieses Merkmals jeweils die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse ermittelt wurden. Dabei wurde festgestellt, dass die Gewichtung des Lastenradtyps von 0,1 die tatsächlich die geringsten Abweichungen bei der Betrachtung im Zuge der Mittelwertziehung der

Bewertungen ergab. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass diese Gewichtung die stabilsten Ergebnisse erzeugt, wodurch diese beibehalten wurde.

6 Fazit

6.1 Fragestellung und Vorgehensweise

Kern der vorliegenden Arbeit war die berufsgruppenspezifische Identifikation und Betrachtung von entscheidungsrelevanten Merkmalen zur Akzeptanzsteigerung hinsichtlich des gewerblichen Einsatzes von Lastenrädern, die Definition entsprechender Mindestanforderungen und die Entwicklung einer geeigneten Methode, um die erzielten Erkenntnisse zur Entscheidungsunterstützung hinsichtlich geeigneter Lastenradmodelle einzusetzen.

Im Zuge dessen wurde auf Basis einer Literaturrecherche, der Sichtung relevanter Studien und Vorgesprächen mit Vertreter*innen der ambulanten Pflege ein Befragungsinstrument entwickelt, welches dazu eingesetzt wurde, einzelne Charakteristika des jeweiligen Berufsalltags zu identifizieren, Präferenzen bezüglich einzelner Lastenradtypen zu erheben und die Gewichtung weiterer Entscheidungskriterien durch Vertreter*innen der betrachteten Gruppen zu erfassen.

Die erhobenen Daten wurden mittels geeigneter statistischer Verfahren auf ihre Repräsentanz, Verteilungsformen, Zusammenhänge und Unterschiede überprüft.

Auf Basis der erhobenen Daten und der daraus gewonnenen Erkenntnisse wurden für die, anhand der Mindestanforderungen abgeleiteten Anwendungsfälle jeweils eine Nutzwertanalyse durchgeführt, welche um relevante Aspekte der Bewertung ergänzt wurde. So wurden die Mindestanforderungen je Anwendungsfall in die Erstellung der Wertefunktionen einbezogen und die Präferenzen der Teilnehmer*innen bezüglich der unterschiedlichen Lastenradtypen in die Bewertung aufgenommen.

Zur Überprüfung der Ergebnisse der Nutzwertanalysen wurde zudem eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt. Diese wurde außerdem eingesetzt, um die Gewichtung der Präferenzen bezüglich des Lastenradtyps kritisch zu hinterfragen.

Zur Verwertung der erzielten Ergebnisse wurde ein Excel-Tool zur Beratung hinsichtlich geeigneter Lastenradtypen auf Grundlage der ermittelten Gewichtungen und Mindestanforderungen je Berufsgruppe und Anwendungsfall entwickelt. Darüber hinaus wurde zudem ein weiteres Excel-Tool erstellt, welches Nutzer*innen die Möglichkeit gibt eine individuelle Empfehlung bezüglich eines geeigneten Lastenradtyps zu erzeugen, indem diese die eigenen Mindestanforderungen, Gewichtungen und Vorlieben bezüglich der einzelnen Lastenradtypen angeben.

6.2 Wesentliche Erkenntnisse

Im Zuge dieser Arbeit wurden die zu Beginn gestellten Forschungsfragen mittels unterschiedlicher Methoden bearbeitet.

Es konnten die fahrzeugspezifischen Mindestanforderungen an ein gewerblich eingesetztes Lastenrad im Arbeitsalltag der im Bundesgebiet arbeitenden Schornsteinfeger*innen, Gebäudereiniger*innen und ambulanten Pfleger*innen identifiziert werden. Dabei wurde festgestellt, dass die Berufsgruppen der Gebäudereiniger*innen und Schornsteinfeger*innen sehr ähnliche Min-

destandforderungen aufwiesen. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass die betrachteten Berufsgruppen Anfahrtswege zum ersten Einsatzort eines Tages von so erheblichen Streckenlänge aufwiesen, dass diese in die Betrachtung mit einfließen sollte, falls das Dienstfahrzeug auch zu privaten Zwecken genutzt werden sollte. Weiterhin belegten die vorliegenden Daten, dass die Beschaffenheit des Einsatzortes für die Schornsteinfeger*innen ebenfalls eine Auswirkung auf die Mindestanforderungen bezüglich der Reichweite hat. Demnach wurde festgestellt, dass Schornsteinfeger*innen deren Arbeitsschwerpunkt in einem überwiegend ländlich charakterisiertem Gebiet liegt wesentlich höhere Streckenlängen angeben, als ihre Kollegen. Dies ist folglich ebenso bei der Auswahl eines geeigneten Lastenradmodells zu berücksichtigen.

Auch die Gewichtung der Entscheidungskriterien durch die einzelnen Berufsgruppen konnte mittels der Online-Befragung erhoben und anhand geeigneter statistischer Verfahren ausgewertet werden. Dabei wurde festgestellt, dass auch die Gewichtung der Schornsteinfeger*innen und Gebäudereiniger*innen beinahe deckungsgleich war. Dies unterstützte den Eindruck der Ähnlichkeit dieser beiden Berufsgruppen, welcher bereits aus der Erhebung der Mindestanforderungen hervorging.

Anschließend wurde unter Betrachtung aller erhobenen Daten, also ohne Berücksichtigung der Berufsgruppen, überprüft, ob etwaige Zusammenhänge zwischen der Gewichtung der Entscheidungskriterien und ausgewählten personenspezifischen Merkmalen erkannt werden können. Diese Betrachtung erfolgte wiederum anhand geeigneter statistischer Verfahren und ergab einen signifikanten, schwach negativen Effekt des Alters auf die Gewichtung der Reichweite. Außerdem wurde festgestellt, dass Geschlecht der Befragten einen mittelstarken signifikanten Effekt auf die Bewertung der einfachen Handhabung hatte. Die genauere Betrachtung dieses signifikanten Zusammenhangs ergab, dass weibliche Personen die Wichtigkeit dieses Kriteriums höher bewerten als ihre männlichen Kollegen. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass Personen, die bereits mindestens einmal ein Fahrrad mit einer elektrischen Tretunterstützung ausprobiert hatten, die Wichtigkeit des Vorhandenseins eines E-Antriebs geringfügig höher bewerten.

Auf Grundlage der bereits erzielten Erkenntnisse wurden die einzelnen Berufsgruppen hinsichtlich ihrer Unterschiedlichkeit bezüglich der Gewichtungen der Entscheidungskriterien überprüft. Dabei wurde festgestellt, dass die Berufsgruppe der Schornsteinfeger*innen und die der ambulanten Pfleger*innen das Kriterium der einfachen Handhabung unterschiedlich bewerten. Der Unterschied besteht dabei in einer höheren Gewichtung durch die ambulanten Pfleger*innen. Darüber hinaus konnte ein Unterschied bezüglich der Gewichtung des Kriteriums des Vorhandenseins eines E-Antriebs durch die Gruppe der Schornsteinfeger*innen und ambulanten Pfleger*innen statistisch belegt werden.

Als Zwischenergebnis ließ sich festhalten, dass die Gewichtung der Entscheidungskriterien sowohl berufsgruppenspezifischen Unterschieden unterliegt als auch durch personenbezogene Merkmale beeinflusst wird.

Die erzielten Ergebnisse wurden in Form einer Nutzwertanalyse verarbeitet. Neben der Gewichtung der Entscheidungskriterien, wurden ebenso die Präferenzen bezüglich der unterschiedlichen Lastenradtypen als auch die identifizierten Mindestanforderungen in die Bewertung aufgenommen. Das Zusammenspiel dieser drei Komponenten führte zu anwendungsfallspezifischen Ergebnissen wobei auch diese erneut in den gleichen Ergebnissen für die Berufsgruppen der Schornsteinfeger*innen und Gebäudereiniger*innen resultierten. Demnach scheinen diese beiden

Berufsgruppen eine so starke Ähnlichkeit in ihren Präferenzen, Gewichtungen und Anforderungen aufzuweisen, dass eine gemeinsame Betrachtung beider Gruppen gerecht werden könnte.

Dabei konnte festgestellt werden, dass die vorliegenden Daten nicht repräsentativ für die betrachteten Berufsgruppen sind.

Auf Grundlage der fahrzeug- und berufsgruppenspezifischen Mindestanforderungen konnten acht Anwendungsfälle definiert werden. Diese unterschieden sich hinsichtlich der Nutzungsform des konventionellen Dienstwagens, da diese einen erheblichen Einfluss auf die Anforderungen bezüglich der Reichweite eines Lastenradmodells hatten. Außerdem wurde festgestellt, dass das Einsatzgebiet der Schornsteinfeger*innen ebenfalls einen wesentlichen Einfluss auf die Mindestreichweite hat, weshalb für diese Berufsgruppe zusätzlich nach Beschaffenheit des Gebiets des Arbeitsschwerpunktes unterschieden wurde.

6.3 Ausblick

Die erzielten Ergebnisse machen deutlich, dass eine detaillierte Betrachtung einzelner Berufsgruppen zur Identifikation akzeptanzfördernder Beratung zur Nutzung spezifischer Lastenradmodelle sinnvoll sein kann. Obgleich festgestellt wurde, dass Berufsgruppen, welche eine hohe Ähnlichkeit aufweisen durchaus gemeinsam betrachtet werden können, scheint die Akzeptanz der Nutzer*innen für eine Lastenradmodells als Substitut zu einem konventionellen Dienstwagen zwar durch berufsgruppenspezifische Merkmale beeinträchtigt, aber nicht gänzlich erklärt werden zu können. Es gilt neben den berufsgruppenspezifischen Anforderungen auch persönliche Merkmale und individuelle Präferenzen der potenziellen Nutzer*innen bei der Überlegung hinsichtlich eines Vorschlags zu einem geeigneten Lastenradmodell zu berücksichtigen. Neben den in dieser Arbeit behandelten Einflussfaktoren spielen auch umfeldspezifische Faktoren eine wesentliche Rolle für die Akzeptanz eines solchen Mobilitätskonzeptes. So könnte beispielsweise die Erweiterung dieser Betrachtung um die Komponente der infrastrukturellen Gegebenheiten im Einsatzgebiet der befragten Personen bereichernd sein. Zudem bleibt festzuhalten, dass vor dem Hintergrund der Betrachtung der am Markt erhältlichen Lastenradmodelle und den erhobenen Mindestanforderungen durchaus ein großer Teil des Verkehrsaufkommens, welche durch die betrachteten Berufsgruppen im urbanen Raum verursacht wird, durch die Mobilität mit einem Lastenrad als Dienstfahrzeug umsetzbar wäre. Sowohl die Aussicht auf verkehrsinfrastrukturelle Anpassungen zugunsten des Radverkehrs, insbesondere in Städten, als auch eine fortschreitende Sensibilisierung der Bevölkerung für die Relevanz einer kritischen Hinterfragung des aktuellen Mobilitätsverhaltens und entsprechende politische Fördermaßnahmen geben Anlass zu einem optimistischen Blick auf die zukünftigen Entwicklungen der Lebensqualität in Städten, der Erreichungen der Klimaziele sowie der Entlastung des Verkehrsinfrastruktur. Diese Arbeit hat den Versuch unternommen einen positiven Beitrag zu diesen Entwicklungen zu leisten, indem die bisherigen Betrachtungen auf diesem Feld um eine detailliertere Untersuchung erweitert und somit zur Akzeptanzsteigerung relevante Unterschiede sichtbar gemacht werden konnten.

7 Literatur

- ADAC (2020) Das Lastenrad: Typen, Modelle und Regeln | ADAC. Online verfügbar unter <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/zweirad/fahrrad-ebike-pedelec/lastenrad/lastenrad/>, zuletzt geprüft am 28.05.2021.
- ADFC (2020): Lastenräder. Online verfügbar unter <https://www.adfc.de/artikel/lastenraeder>, zuletzt geprüft am 09.01.2022.
- Baur, N.; Blasius, J. (Hrsg.) (2014) Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Benninghaus, H. (Hrsg.) (2007) Deskriptive Statistik. Eine Einführung für Sozialwissenschaftler. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Berger-Grabner, D. (Hrsg.) (2016) Wissenschaftliches Arbeiten in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- BMDV (2017a) MiT 2017. Mobilität in Tabellen. Auswertung nach Zweck und Verkehrsmittel Beruflicher Wege in städtischen Regionen. Online verfügbar unter <https://mobilitaet-in-tabellen.dlr.de/mit/login.html?brd>, zuletzt geprüft am 10.04.2022.
- BMDV (2017b) MiT 2017. Mobilität in Tabellen 2017. Auswertung der Verkehrsmittel in Städtischen Regionen auf beruflichen Wegen. Online verfügbar unter <https://mobilitaet-in-tabellen.dlr.de/mit/login.html?brd>, zuletzt geprüft am 10.04.2022.
- BMDV (2017c) MiT 2017. Mobilität in Tabellen 2017. Online verfügbar unter <https://mobilitaet-in-tabellen.dlr.de/mit/login.html?brd>, zuletzt geprüft am 10.04.2022.

- Bundesagentur für Arbeit
(2021a) Berufe auf einen Blick - Ambulante/r Pfleger/in. Ambulante/r Pfleger/in. Online verfügbar unter <https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Statistiken/Interaktive-Statistiken/Berufe-auf-einen-Blick/Berufe-auf-einen-Blick-Anwendung-Nav.html>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Bundesagentur für Arbeit
(2021b) Berufe auf einen Blick - Gebäudereiniger/in. Online verfügbar unter <https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Statistiken/Interaktive-Statistiken/Berufe-auf-einen-Blick/Berufe-auf-einen-Blick-Anwendung-Nav.html>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Bundesagentur für Arbeit
(2021c) Berufe auf einen Blick - Schornsteinfeger/in. Online verfügbar unter <https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Navigation/Statistiken/Interaktive-Statistiken/Berufe-auf-einen-Blick/Berufe-auf-einen-Blick-Anwendung-Nav.html>, zuletzt geprüft am 02.03.2022.
- Bundesagentur für Arbeit
(2022a) Ambulante/r Pfleger/in. Online verfügbar unter https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index;BERUFENETJSESSIONID=I34Tzhe7zl6C3qw4SrG-BSU_2OIXUCy-8uUHZVFzNlaby1uhAno9y!-1365431369?path=null/kurzbeschreibung&dkz=15615, zuletzt geprüft am 03.03.2022.
- Bundesagentur für Arbeit
(2022b) Gebäudereiniger/in. Online verfügbar unter https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index;BERUFENETJSESSIONID=I34Tzhe7zl6C3qw4SrG-BSU_2OIXUCy-8uUHZVFzNlaby1uhAno9y!-1365431369?path=null/suchergebnisse/kurzbeschreibung&dkz=10236&such=geb%C3%A4udereiniger, zuletzt geprüft am 03.03.2022.
- Bundesagentur für Arbeit
(2022c) Schornsteinfeger/in. Online verfügbar unter https://berufenet.arbeitsagentur.de/berufenet/faces/index;BERUFENETJSESSIONID=I34Tzhe7zl6C3qw4SrG-BSU_2OIXUCy-8uUHZVFzNlaby1uhAno9y!-1365431369?path=null/kurzbeschreibung&dkz=8213&such=Schornsteinfeger%2Fin, zuletzt geprüft am 03.03.2022.

- Cleff, T. (Hrsg.) (2008) Deskriptive Statistik und moderne Datenanalyse. Eine computergestützte Einführung mit Excel, SPSS und STATA. Wiesbaden: Gabler.
- Cohen, J. (1988) Statistical power analysis for the behavioral sciences(2. Aufl.). Hillsdale: Erlbaum.
- DLR (Hrsg.) (2021) Ergebnisse des größten Lastenradtests Europas. Umweltfreundlich und effizient: Lastenräder im dienstlichen und gewerblichen Einsatz.
- ebike.de (2021) Übersicht e-Bike Motoren. Online verfügbar unter <https://www.ebike.de/e-bikes/e-bike-motoren/>, zuletzt geprüft am 31.07.2021.
- ElektroBIKE. (04.06.2019) Die Motorpositionen. Online verfügbar unter <https://www.elektrobike-online.com/e-bike-kaufberatung/die-vor-und-nachteile-der-motorpositionen/>, zuletzt geprüft am 31.07.2021.
- Geldermann, J.; Lerche, N. (2014) Leitfaden zur Anwendung von Methoden der multikriteriellen Entscheidungsunterstützung. Methode: PROMETHEE. Leitfaden, Georg-August-Universität (Hrsg.), Göttingen. Online verfügbar unter <https://www.uni-goettingen.de/de/document/download/285813337d59201d34806cfc48dae518-en.pdf/MCDA-Leitfaden-PROMETHEE.pdf>, zuletzt geprüft am 04.09.2021.
- Glinka, S. (2011) Nachhaltiges Mobilitätsmanagement in ambulanten Pflegediensten. Online verfügbar unter nrvp.de/12269, zuletzt geprüft am 23.01.2022.
- Greenstorm Mobility GmbH (2021) Pedelec E-Bike S-Pedelec: Worin genau liegen eigentlich die Unterschiede? Online verfügbar unter <https://greenstorm.eu/trends/pedelec-e-bike-s-pedelec-worin-genau-liegen-eigentlich-die-unterschiede/>, zuletzt geprüft am 10.04.2022.
- Gruber, J. (2021) Das E-Lastenrad als Alternative im städtischen Wirtschaftsverkehr. Determinanten der Nutzung eines „neuen alten“ Fahrzeugkonzepts, Humboldt-Universität (Hrsg.), Berlin.

- Gruber, J.; Rudolph, C. (2016) Untersuchung des Einsatzes von Fahrrädern im Wirtschaftsverkehr. (WIV_RAD). Schlussbericht. Verkehrsforschung.
- Gruber, J.; Rudolph, C. (2021) Ich entlaste Städte. Das Lastenrad - Testangebot für gewerbliche und öffentliche Nutzer. Schlussbericht. Berlin.
- Harth, M. (2006) Multikriterielle Bewertungsverfahren als Beitrag zur Entscheidungsfindung in der Landnutzungsplanung. Dissertation, ULB Sachsen-Anhalt (Hrsg.), Halle-Wittenberg.
- Hedderich, J.; Sachs, L. (Hrsg.) (2016) Angewandte Statistik. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Holm, H. (Hrsg.) (2021) Entscheidungsmethoden in der öffentlichen Verwaltung.
- Kühnapfel, J. B. (Hrsg.) (2019) Nutzwertanalysen in Marketing und Vertrieb. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden
- Mittag, H.-J.; Schüller, K. (Hrsg.) (2020) Statistik. Eine Einführung mit interaktiven Elementen. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Nevitt, J. (Hrsg.) (2000) Bootstrap resampling approach for repeated measure designs: Relative robustness to sphericity and normality violations.
- Perret, J. (2019) Arbeitsbuch zur Statistik für Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler. Köln: Springer Gabler.
- Prost, R. (2011) Fragebogen. Ein Arbeitsbuch. Wiesbaden.
- Schramm, D. (Hrsg.) (2016) Elektrofahrzeuge für die Städte von morgen. Interdisziplinärer Entwurf und Test im DesignStudio NRW. Wiesbaden.
- Schwarz, J. (o.J.) Pretest. Online verfügbar unter <https://www.empirical-methods.hslu.ch/forschungsprozess/quantitative-forschung/pretests/>, zuletzt geprüft am 10.04.2022.
- Schwarz, J. (2022a) Kruskal-Wallis-Test. Online verfügbar unter https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/unterschiede/zentral/kruskal.html, zuletzt geprüft am 17.03.2022.

- Schwarz, J. (2022b) Mann-Whitney-U-Test. Online verfügbar unter https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/unterschiede/zentral/mann.html, zuletzt geprüft am 17.03.2022.
- Statista GmbH (2019) Definition Signifikanz. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/lexikon/definition/122/signifikanz/>, zuletzt geprüft am 10.04.2022.
- Tachtsoglou, S.; König, J. (Hrsg.) (2017) Zusammenhangsmaße für nominalskalierte Variablen.
- tricago eG (2021) Lademeister. Technisches Datenblatt. Online verfügbar unter https://lademeister.bike/wp-content/uploads/2021/03/20210222_techische-Daten-Lademeister_eG.pdf.
- Vorberg, D.; Blankenberger, S. (1998) Die Auswahl statistischer Tests und Maße.
- Weichbold, M.; Bacher, J.; Wolf, C. (2009) Umfrageforschung. Herausforderungen und Grenzen. Wiesbaden.
- Wermuth (2010) KID 2010. Mobilitätsstudie "Kraftfahrzeugverkehr in Deutschland 2010". Ergebnisse im Überblick. Braunschweig: WVI; IVT, DLR, KBA.
- ZIV (2018) Normierte Reichweite R200 für E-Bikes.

Rechtsquellenverzeichnis

- (DIN/TS 31064) Deutsches Institut für Normung e. V. (2013). DIN/TS 31064 Normierter Reichweitentest R200 und normierter Energieverbrauchstest EC200 fuer EPACs und S-EPACS (ISO 43:150).
- (StVZO) Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) die zuletzt durch Artikel 11 des Gesetzes vom 12. Juli 2021 (BGBl. I S. 3091) geändert worden ist

Anhang

Im Anhang dieser Datei enthalten

- Auswertung SPSS
 - Test auf Normalverteilung
 - Alter | Anteil Punktwert Entscheidungskriterium
 - Geschlecht | Anteil Punktwert Entscheidungskriterium (Eta)
 - Geschlecht | Anteil Punktwerte Entscheidungskriterium (Eta²)
 - Freizeitfahrradnutzung | Anteil Punktwert der Entscheidungskriterien
 - Erfahrungen E-Bike | Anteil Punktwert der Entscheidungskriterien
 - Erfahrungen Lastenrad | Anteil Punktwert der Entscheidungskriterien
 - Berufsgruppe | Anteile der Punktwerte der Entscheidungskriterien
 - AP/SF und GR/SF | einfache Handhabung
 - (GR/SF | einfache Handhabung) Geschlechterspezifisch
- Schätzung des Gewichts transportierten Gegenstände der Schornsteinfeger*innen
- Schätzung des Gewichts transportierter Gegenstände Gebäudereiniger*innen
- Fragebogen Handwerk
- Fragebogen ambulante Pflege

Zusätzliche angehängte Dateien

- Datenblätter_Masterarbeit_Weiß_Annchristin
 - Berechnung der Gewichtung der Entscheidungskriterien
 - Berechnung der Wertefunktionen
 - Datengrundlage für Auswertung in SPSS
- Auswertung_NWA_MWZ_final
 - Ergebnisse NWA
 - Grundtabelle
 - NWA aller Anwendungsfälle
 - Berechnung und Ergebnisse MWZ
- Excel_Tool_Individuelle_Beratung_final
- Excel_Tool_berufsgruppenspezifische_Beratung_final
- Umfrage_Anschreiben
- Umfrage_Handwerk_queXML
- Umfrage_Ambulante_Pflege_que_XML
- Originaldaten_Umfrage_Ambulante_Pflege
- Originaldaten_Umfrage_Handwerk
- Pretest
- Quellen_Citavi_Masterarbeit_Weiß_Annchristin

Auswertung SPSS

Test auf Normalverteilung

Tests auf Normalverteilung

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
Anteil Punktwert Reichweite	,187	85	<,001	,860	85	<,001
Anteil Punktwert Handhabung	,210	85	<,001	,911	85	<,001
Anteil Punktwert E-Antrieb	,164	85	<,001	,935	85	<,001
Anteil Punktwert Abschließbare Transportbox	,249	85	<,001	,836	85	<,001
Anteil Punktwert Witterungsschutz	,155	85	<,001	,934	85	<,001
Alter	,121	85	,004	,938	85	<,001
Friezeitfahradnutzung kodiert	,228	85	<,001	,880	85	<,001

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

SPSS Auswertungen

Alter | Anteil Punktwert Entscheidungskriterium

Kendall Tauc

Reichweite

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise ^b t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	-,174	,067	-2,612	,009
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

Einfache Handhabung

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise ^b t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	,051	,070	,720	,472
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

E-Antrieb

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise ^b t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	,054	,076	,710	,478
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

Abschließbare Transportbox

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise ^b t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	-,135	,082	-1,650	,099
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

Witterungsschutz

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise ^b t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	-,018	,070	-,250	,803
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

SPSS Auswertungen

Geschlecht | Anteil Punktwert Entscheidungskriterium

Eta-Koeffizient

		Richtungsmaße			
				Wert	
Reichweite		Nominal bezüglich Intervall	Eta	Anteil Punktwert Reichweite abhängig	,009
				Geschlecht kodiert abhängig	,480
		Richtungsmaße			
				Wert	
Einfache Handhabung		Nominal bezüglich Intervall	Eta	Anteil Punktwert Handhabung abhängig	,301
				Geschlecht kodiert abhängig	,535
		Richtungsmaße			
				Wert	
E-Antrieb		Nominal bezüglich Intervall	Eta	Anteil Punktwert E-Antrieb abhängig	,261
				Geschlecht kodiert abhängig	,501
		Richtungsmaße			
				Wert	
Abschließbare Transportbox		Nominal bezüglich Intervall	Eta	Anteil Punktwert Abschließbare Transportbox abhängig	,098
				Geschlecht kodiert abhängig	,453
		Richtungsmaße			
				Wert	
Witterungsschutz		Nominal bezüglich Intervall	Eta	Anteil Punktwert Witterungsschutz abhängig	,036
				Geschlecht kodiert abhängig	,512

SPSS Auswertungen

Geschlecht | Anteil Punktwerte der Entscheidungskriterien

Eta²

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Anteil Punktwert Reichweite

Reichweite

Quelle	Typ III Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	8,076E-6 ^a	2	4,038E-6	,003	,997
Konstanter Term	,350	1	,350	280,986	<,001
Geschlechtkodiert	8,076E-6	2	4,038E-6	,003	,997
Fehler	,102	82	,001		
Gesamt	3,593	85			
Korrigierte Gesamtvariation	,102	84			

a. R-Quadrat = ,000 (korrigiertes R-Quadrat = -,024)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Anteil Punktwert Handhabung

Einfache Handhabung

Quelle	Typ III Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	,010 ^a	2	,005	4,099	,020
Konstanter Term	,316	1	,316	259,928	<,001
Geschlechtkodiert	,010	2	,005	4,099	,020
Fehler	,100	82	,001		
Gesamt	3,103	85			
Korrigierte Gesamtvariation	,110	84			

a. R-Quadrat = ,091 (korrigiertes R-Quadrat = ,069)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Anteil Punktwert E-Antrieb

E-Antrieb

Quelle	Typ III Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	,005 ^a	2	,003	3,009	,055
Konstanter Term	,330	1	,330	364,854	<,001
Geschlechtkodiert	,005	2	,003	3,009	,055
Fehler	,074	82	,001		
Gesamt	3,283	85			
Korrigierte Gesamtvariation	,080	84			

a. R-Quadrat = ,068 (korrigiertes R-Quadrat = ,046)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Anteil Punktwert Abschließbare Transportbox

Abschließbare Transportbox

Quelle	Typ III Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	,001 ^a	2	,001	,395	,675
Konstanter Term	,371	1	,371	208,238	<,001
Geschlechtkodiert	,001	2	,001	,395	,675
Fehler	,146	82	,002		
Gesamt	3,958	85			
Korrigierte Gesamtvariation	,148	84			

a. R-Quadrat = ,010 (korrigiertes R-Quadrat = -,015)

Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Anteil Punktwert Witterungsschutz

Witterungsschutz

Quelle	Typ III Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Korrigiertes Modell	9,697E-5 ^a	2	4,849E-5	,053	,948
Konstanter Term	,353	1	,353	385,483	<,001
Geschlechkodiert	9,697E-5	2	4,849E-5	,053	,948
Fehler	,075	82	,001		
Gesamt	3,606	85			
Korrigierte Gesamtvariation	,075	84			

a. R-Quadrat = ,001 (korrigiertes R-Quadrat = -,023)

SPSS Auswertungen

Freizeitfahrradnutzung | Anteil Punktwert der Entscheidungskriterien

Kendall Tau_c

Reichweite

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	-,007	,087	-,076	,940
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

Einfache Handhabung

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	,062	,080	,770	,441
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

E-Antrieb

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	,092	,088	1,049	,294
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

Abschließbare Transportbox

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	-,020	,084	-,235	,814
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

Witterungsschutz

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	-,004	,081	-,051	,959
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

SPSS Auswertungen

Erfahrungen E-Bike | Anteil Punktwert der Entscheidungskriterien

Kendall Tau_c

Reichweite

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	-,080	,129	-,619	,536
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

Einfache Handhabung

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	-,166	,123	-1,352	,176
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

E-Antrieb

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	,246	,121	2,035	,042
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

Abschließbare Transportbox

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	-,124	,124	-1,001	,317
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

Witterungsschutz

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	-,099	,126	-,789	,430
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

SPSS Auswertungen

Erfahrungen Lastenrad | Anteil Punktwert der Entscheidungskriterien

Kendall Tau_c

Reichweite

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	,024	,101	,236	,814
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

Einfache Handhabung

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	-,068	,097	-,705	,481
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

E-Antrieb

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	-,079	,103	-,767	,443
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

Abschließbare Transportbox

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	,130	,094	1,388	,165
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

Witterungsschutz

Symmetrische Maße

		Wert	Asymptotischer Standardfehler ^a	Näherungsweise t ^b	Näherungsweise Signifikanz
Ordinal- bzgl. Ordinalmaß	Kendall-Tau-c	,011	,102	,103	,918
Anzahl der gültigen Fälle		85			

a. Die Null-Hyphothese wird nicht angenommen.

b. Unter Annahme der Null-Hyphothese wird der asymptotische Standardfehler verwendet.

SPSS Auswertungen

Berufsgruppe | Anteile der Punktwerte der Entscheidungskriterien

Kruskal-Wallis-Test

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}	Entscheidung
1	Die Verteilung von Anteil Punktwert Handhabung ist über die Kategorien von Berufsgruppe identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,002	Nullhypothese ablehnen
2	Die Verteilung von Anteil Punktwert E-Antrieb ist über die Kategorien von Berufsgruppe identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,140	Nullhypothese beibehalten
3	Die Verteilung von Anteil Punktwert Abschließbare Transportbox ist über die Kategorien von Berufsgruppe identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,260	Nullhypothese beibehalten
4	Die Verteilung von Anteil Punktwert Witterungsschutz ist über die Kategorien von Berufsgruppe identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,188	Nullhypothese beibehalten
5	Die Verteilung von Anteil Punktwert Reichweite ist über die Kategorien von Berufsgruppe identisch.	Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben	,850	Nullhypothese beibehalten

a. Das Signifikanzniveau ist ,050.

b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.

Paarweise Vergleiche von Berufsgruppe

Einfache Handhabung

Sample 1-Sample 2	Teststatistik	Std.-Fehler	Standardteststatistik	Sig.	Anp. Sig. ^a
Schornsteinfeger-Gebäudereinigung	20,319	7,566	2,686	,007	,022
Schornsteinfeger-Ambulante Pflege	21,876	6,304	3,470	<,001	,002
Gebäudereinigung-Ambulante Pflege	1,557	6,723	,232	,817	1,000

Jede Zeile prüft die Nullhypothese, dass die Verteilungen in Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind.

Asymptotische Signifikanz (zweiseitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,050.

a. Signifikanzwerte werden von der Bonferroni-Korrektur für mehrere Tests angepasst.

Paarweise Vergleiche von Berufsgruppe

E-Antrieb

Sample 1-Sample 2	Teststatistik	Std.-Fehler	Standardteststatistik	Sig.	Anp. Sig. ^a
Ambulante Pflege-Gebäudereinigung	-7,249	6,733	-1,077	,282	,845
Ambulante Pflege-Schornsteinfeger	-12,146	6,314	-1,924	,054	,163
Gebäudereinigung-Schornsteinfeger	-4,897	7,577	-,646	,518	1,000

Jede Zeile prüft die Nullhypothese, dass die Verteilungen in Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind.

Asymptotische Signifikanz (zweiseitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,050.

a. Signifikanzwerte werden von der Bonferroni-Korrektur für mehrere Tests angepasst.

Abschließbarer
Transport-
box

Paarweise Vergleiche von Berufsgruppe

Sample 1-Sample 2	Teststatistik	Std.-Fehler	Standardteststatistik	Sig.	Anp. Sig. ^a
Ambulante Pflege-Gebäudereinigung	-1,946	6,738	-,289	,773	1,000
Ambulante Pflege-Schornsteinfeger	-10,253	6,319	-1,623	,105	,314
Gebäudereinigung-Schornsteinfeger	-8,307	7,583	-1,095	,273	,820

Jede Zeile prüft die Nullhypothese, dass die Verteilungen in Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind.

Asymptotische Signifikanz (zweiseitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,050.

a. Signifikanzwerte werden von der Bonferroni-Korrektur für mehrere Tests angepasst.

Paarweise Vergleiche von Berufsgruppe

Sample 1-Sample 2	Teststatistik	Std.-Fehler	Standardteststatistik	Sig.	Anp. Sig. ^a
Ambulante Pflege-Schornsteinfeger	-6,923	6,308	-1,098	,272	,817
Ambulante Pflege-Gebäudereinigung	-11,699	6,726	-1,739	,082	,246
Schornsteinfeger-Gebäudereinigung	4,776	7,570	,631	,528	1,000

Jede Zeile prüft die Nullhypothese, dass die Verteilungen in Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind.

Asymptotische Signifikanz (zweiseitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,050.

a. Signifikanzwerte werden von der Bonferroni-Korrektur für mehrere Tests angepasst.

Witterungsschutz

Paarweise Vergleiche von Berufsgruppe

Sample 1-Sample 2	Teststatistik	Std.-Fehler	Standardteststatistik	Sig.	Anp. Sig. ^a
Schornsteinfeger-Ambulante Pflege	2,137	6,306	,339	,735	1,000
Schornsteinfeger-Gebäudereinigung	4,307	7,568	,569	,569	1,000
Ambulante Pflege-Gebäudereinigung	-2,170	6,725	-,323	,747	1,000

Jede Zeile prüft die Nullhypothese, dass die Verteilungen in Stichprobe 1 und Stichprobe 2 gleich sind.

Asymptotische Signifikanz (zweiseitige Tests) werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,050.

a. Signifikanzwerte werden von der Bonferroni-Korrektur für mehrere Tests angepasst.

Reichweite

SPSS Auswertungen

AP/SF und GR/SF | einfache Handhabung

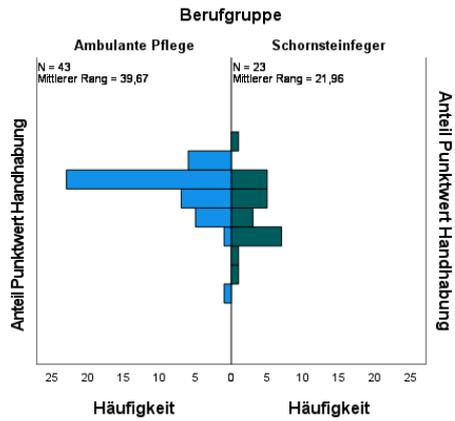
Mann-Whitney-U

Ambulante Pfleger*innen und Schornsteinfe-
ger*innen

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}	Entscheidung
1	Die Verteilung von Anteil Punktwert Handhabung (gerundet) ist über die Kategorien von Berufsgruppe identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	<,001	Nullhypothese ablehnen

a. Das Signifikanzniveau ist ,050.
b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.

Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben

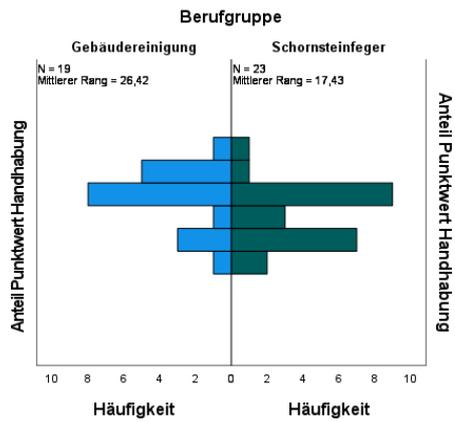


Gebäudereiniger*innen und Schornsteinfege*in-
nen

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}	Entscheidung
1	Die Verteilung von Anteil Punktwert Handhabung ist über die Kategorien von Berufsgruppe identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,017	Nullhypothese ablehnen

a. Das Signifikanzniveau ist ,050.
b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.

Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben



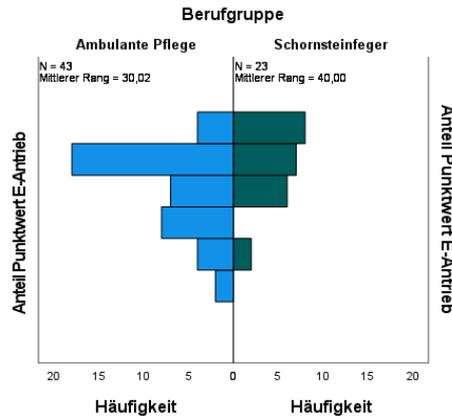
SPSS Auswertungen

AP/SF | E-Antrieb

Mann-Whitney-U

Ambulante Pfleger*innen und Schornsteinfeger*innen

Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben



SPSS Auswertungen

AP/SF | einfache Handhabung Geschlechterspezifisch

Mann-Whitney-U

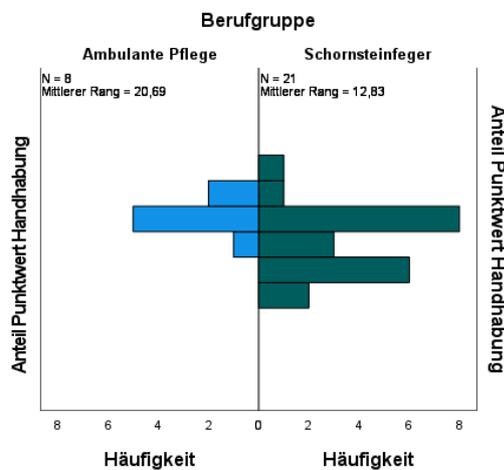
Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}	Entscheidung
1	Die Verteilung von Anteil Punktwert Handhabung ist über die Kategorien von Berufsgruppe identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,024 ^c	Nullhypothese ab

- a. Das Signifikanzniveau ist ,050.
- b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.
- c. Exakte Signifikanz wird für diesen Test angezeigt.

Männer

Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben



SPSS Auswertungen

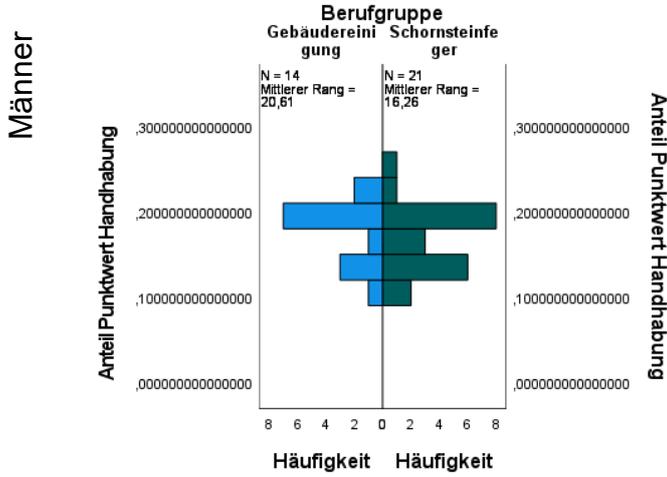
(GR/SF | einfache Handhabung) Geschlechterspezifisch
Mann-Whitney-U

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig. ^{a,b}	Entscheidung
1	Die Verteilung von Anteil Punktwert Handhabung ist über die Kategorien von Berufsgruppe identisch.	Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben	,222 ^c	Nullhypothese beibe

- a. Das Signifikanzniveau ist ,050.
- b. Asymptotische Signifikanz wird angezeigt.
- c. Exakte Signifikanz wird für diesen Test angezeigt.

Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben



Schätzung des Gewichts transportierten Gegenstände der Schornsteinfe- ger*innen

5 Personen	Angenommenes Gewicht	Quelle der Schätzung
Messgeräte /Messkoffer	4,8 kg	https://www.probst-handling.com/de/produkte/details/vakuum-messkoffer-vmk
	Schätzung 4,8 kg	
Staubsauger	8,8 kg	https://www.stern.de/vergleich/industriestaubsauger/
	12,4 kg	
	7 kg	
	9,1 kg	
	7 kg	
	Schätzung: 10 kg	
Dampfstrahler/ Hochdruckreiniger	26,8 kg	https://www.warenvergleich.de/bosch-professional-hochdruckreiniger/
	23,2 kg	
	40,6 kg	
	23,6 kg	
	20,4 kg	
	Schätzung: 27 kg	
Werkzeugkoffer	14 kg	https://www.warenvergleich.de/werkzeugtrolley/
	13 kg	
	10,3 kg	
	22 kg	
	18,3 kg	
	Schätzung: 15,5 kg	
Leiter (6m)	20 kg	https://www.vergleich.org/teleskopleiter/
	Schätzung: 20 kg	
Summe	Schätzung 80 kg	(Aufgerundet)

Schätzung des Gewichts der transportierten Gegenstände der Gebäuderei- niger*innen

5 Personen	Angenommenes Gewicht	Quelle der Schätzung
Einscheibenma- schine	73 kg	https://www.vergleich.org/einscheibenmaschine/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_content=dsa&utm_term=c-691751669-a35381742363-dsa-289833340011&gclid=Cj0KCQjwgMqSBhDCARISAIIVN1UXc0ud4PGxWrGH-a7Pvyk-9xoKfxY-BOMpPCY6lefSrh-0jwodZirIaApgEEALw_wcB
	42 kg	
	16,62 kg	
	45 kg	
	41 kg	
	Schätzung: 45 kg	
Staubsauger	8,8 kg	https://www.stern.de/vergleich/industriestaubsauger/
	12,4 kg	

	7 kg	
	9,1 kg	
	7 kg	
	Schätzung: 10 kg	
Wassersauger	7,2 kg	
	5,5	
	8,5	
	11,6	
	Schätzung: 7 kg	
Schlauchwagen	9,1 kg	https://www.netzvergleiche.de/gartenschlauchwagen/?channel=google&device=c&network=g&campaign=954240901&adgroup=47039725586&target=kwd-296568840651&ad=331811061039&position=&ad-extension=&location=9043855&gclid=Cj0KCQjwgMqSBhDCARIsAIIVN1V8ZJ-O4Z5vyGN1JeugIAjDO1VdsMci-bOtfPrhrrbC9aiDVAJdC2YMaAq9JEALw_wcB
	2,5 kg	
	6,5 kg	
	4,4 kg	
	2,5 kg	
	Schätzung: 5 kg	
Leiter (6m)	20 kg	https://www.vergleich.org/teleskopleiter/
	Schätzung: 20 kg	
Reinigungsmittel (10 l Kanister)	10,5 kg	
Summe	110 kg	Aufgerundet

Geschätztes Gewicht auf Grundlage der Aussagen der Gebäudereiniger*innen

Aussagen	Klassierung	Angegebenes Transportgewicht	Schätzung
Putzmittel, Müllsäcke, Wischmopp, Staubsauger, Leiter etc.	<ul style="list-style-type: none"> Reinigungsmittel Staubsauger Leiter +leichte Gegenstände 	über 20 Kg	40 kg
Spitzleiter, größere Reinigungsmaschinen wie Einscheibenmaschine, Wassersauger etc.	<ul style="list-style-type: none"> Leiter Einscheibemaschine Wassersauger 	über 20 Kg	62 kg
lange Leiter passt nicht auf ein Fahrrad. Reinigungsmittel etc. das passt nicht...	<ul style="list-style-type: none"> Leiter Reinigungsmittel 	über 20 Kg	11 kg
Reinigungsmaschinen Staubsauger, Einscheibenmaschine, Nasssauger, Leiter	<ul style="list-style-type: none"> Einscheibemaschine Wassersauger Leiter Staubsauger 	über 20 Kg	70 kg
Leitern, Gestänge, Sortiment an Reinigungsgeräte und Reinigungsmittel		über 20 Kg	
Einscheibenmaschine, Glasreiniger Leiter	<ul style="list-style-type: none"> Einscheibemaschine Reinigungsmittel 	über 20 Kg	60 kg

Leitern Maschinen Reinigungsmittel (10L Kanister) Stangen Reinigungs- Lappen, Mops		über 20 Kg	
Leitern, Kletterkiste, Reinigungsmittel		über 20 Kg	
Mehrere Anstellleitern oder Elektrische Geräte.		über 20 Kg	
		über 20 Kg	
Einscheibenmaschine, Wassersauger, Leitern, Hochdruckreiniger, Schlauchwagen, Glasreinigereimer etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Hochdruckreiniger • Einscheibemaschine, • Wassersauger • Leiter • Reinigungsmittel 	über 20 Kg	110 kg
Leitern und Tritte Eimer und Handwerkszeug Utensilien wie Wasser und Kleinmaterial		über 20 Kg	
Leitern, Teleskopstangen und ähnliches.		über 20 Kg	

Geschätztes Gewicht auf Grundlage der Aussagen der Schornsteinfeger*innen

Aussage	Klassierung	Angegebenes Transportgewicht	Schätzung
Messkoffer, Haspel, Kehrgeräte, Teleskopleiter		über 20 Kg	
Staubsauger, Leiter 6Meter, Steiger Stangen a 2,50m Steiger Einlagen Querschnitt 55-75 cm		über 20 Kg	
Messgeräte, Kamerage- räte, Kehrgeräte	<ul style="list-style-type: none"> • Messkoffer • Werkzeugkoffer • Staubsauger • Hochdruckreiniger • Leiter 	über 20 Kg	80 kg
Sehr viele verschiedene Dinge. Berlingo ist voll.	<ul style="list-style-type: none"> • Messkoffer • Werkzeugkoffer • Staubsauger • Hochdruckreiniger • Leiter 	über 20 Kg	80
Diverse Werkzeuge, Lei- ter, staubsauger	<ul style="list-style-type: none"> • Messkoffer • Werkzeugkoffer • Staubsauger • Leiter 	über 20 Kg	40 kg
Staubsauger, Dampfstrah- ler	<ul style="list-style-type: none"> • Staubsauger • Hochdruckreiniger 	über 20 Kg	37 kg
Leiter, Werkzeuge (sperrig und schwer)	<ul style="list-style-type: none"> • Leiter • Werkzeugkoffer 	über 20 Kg	
		über 20 Kg	
Leitern, Staubsauger, Messgerätetechnik etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Leiter • Staubsauger • Messkoffer 	über 20 Kg	25 kg

Fragebogen Handwerk

Einleitung

0%

Lastenräder im Einsatz beim Handwerk

Sehr geehrte Teilnehmende,

längst begegnen uns die unterschiedlichsten Lastenradmodelle regelmäßig in unserem Alltag. Gerade im Stadtgebiet ist man häufig mit dem Lastenrad schneller unterwegs und kann kostenlos direkt vor der Haustür parken. Während man entspannt von einem Einsatzort zum nächsten radelt, tut man nebenbei etwas Gutes für die eigene Gesundheit und die Umwelt.

Im Rahmen meiner Masterarbeit, welche ich an der TU Dortmund und in Kooperation mit der IHK sowie der Wirtschaftsförderung Dortmund schreibe, widme ich mich der Frage, welche Anforderungen ein Lastenrad erfüllen müsste, damit die Mitarbeitenden im Bereich des Handwerks geeignete Touren problemlos und vor allem gerne mit einem Lastenrad zurücklegen würden.

Um dies zu erfassen, ist mir natürlich **Ihre Meinung ganz besonders wichtig**. Daher würde ich mich sehr freuen, wenn Sie mir fünf Minuten Ihrer Zeit schenken und ein paar Fragen zu diesem Thema in einer anonymisierten Online-Umfrage beantworten könnten.

Kontakt

Annechristin Weiß
Mail: Lastenrad.Umfrage@gmx.de

In dieser Umfrage sind 19 Fragen enthalten.

Dies ist eine anonyme Umfrage.

In den Umfrageantworten werden keine persönlichen Informationen über Sie gespeichert, es sei denn, in einer Frage wird explizit danach gefragt.

Wenn Sie für diese Umfrage einen Zugangsschlüssel benutzt haben, so können Sie sicher sein, dass der Zugangsschlüssel nicht zusammen mit den Daten abgespeichert wurde. Er wird in einer getrennten Datenbank aufbewahrt und nur aktualisiert, um zu speichern, ob Sie diese Umfrage abgeschlossen haben oder nicht. Es gibt keinen Weg, die Zugangsschlüssel mit den Umfrageergebnissen zusammenzuführen.

Um die Umfrage beginnen zu können, akzeptieren Sie bitte die Datenschutzerklärung
Datenschutzerklärung anzeigen

Datenschutzerklärung

Einwilligungserklärung gemäß Datenschutz für eine Umfrage zum Thema "Lastenräder im Einsatz beim Handwerk"

Auf den folgenden Seiten möchte ich Ihnen ein paar Fragen stellen zum Thema "**Lastenräder im Einsatz beim Handwerk**". Ziel unser Umfrage ist, die Anforderungen, die Lastenräder im Einsatz bei Ambulantenpflegedienst erfüllen müssen zu erfassen und gewichten.

Zu Beginn der Umfrage möchte ich zudem nähere Informationen zu Ihrer Person abfragen, um dadurch bei den Ergebnissen auch soziale Faktoren (Alter, Berufsstand, Wohnverhältnisse) einzubeziehen und so die Bewertung verbessern zu können.

Die Teilnahme an dieser Umfrage ist ohne die Nennung Ihres Namens möglich.

Eine Registrierung ist für die Teilnahme nicht erforderlich.

Da die in dieser Umfrage erhobenen Daten keine Rückschlüsse auf Sie als Teilnehmende*in zulassen ist eine rückwirkende Zuordnung bzw. Identifikation ihres Fragebogens dem Abschieden leider nicht mehr möglich, wodurch auch eine nachträgliche Löschung Ihres Fragebogens nicht umsetzbar ist.

Weiter

Fragebogen Handwerk Block I

0%

Fragen zur Person

In diesem Abschnitt werden Ihnen einige Fragen zu Ihrer Person gestellt. Auf Grundlage dieser Informationen lässt sich bei der Auswertung dieser Umfrage ein genaueres Bild der Anforderungen der unterschiedlichen Nutzergruppen an ein Lastenrad im Einsatz im Handwerk ableiten. Die Umfrage ist anonym, es gibt keine Möglichkeit Ihre Angaben durch die hier abgefragten Informationen Ihrer Person zuzuordnen.

• In welchem Bereich des Handwerks sind Sie tätig?

• Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- Schornsteinfeger
- Maler und Lackierer
- Gebäudereinigung
- Dachdeckerhandwerk
- Sanitär Heizung Klima
- Elektroinstallateur
- Fliesenleger
- Sonstiges:

• Wie alt sind Sie?

• In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.

Jahre

Mit welchem Geschlecht identifizieren Sie sich?

• Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte auswählen...

• Wie häufig fahren Sie in Ihrer Freizeit Fahrrad?

• Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- sehr selten (weniger als fünf mal im letzten Jahr)
- selten (weniger als zehn mal im letzten Jahr)
- regelmäßig (mehrmals pro Monat)
- häufig (mehrmals pro Woche)
- täglich

• Sind Sie schon einmal mit einem Lastenrad gefahren?

Ja Nein

• Sind Sie schon einmal mit einem Fahrrad mit einem Elektromotor gefahren? (E-Bike/Pedelec)

Ja Nein

Zurück

Weiter

Fragebogen Handwerk Block II

33%

Fragen zum Arbeitsalltag

In diesem Abschnitt werden Fragen zu Ihrem Arbeitsalltag gestellt, um zu erfassen welche Anforderungen ein Lastenrad erfüllen müsste, um für den Einsatz auf Ihren Touren in Frage zu kommen.

★ In welchem Bundesland liegt Ihr Einsatzgebiet?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte auswählen...

★ In welcher Stadt/ welchem Landkreis liegt Ihr Einsatzgebiet?

★ Wie lang ist ca. Ihr Anfahrtsweg von Zuhause bis zu Ihrem Einsatzgebiet?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- unter 5 km
- 5 - 10 km
- 10 - 30 km
- 30 - 50 km
- über 50 km

★ Wieviel Kilometer legen Sie ca. an einem Arbeitstag mit dem Dienstwagen zurück?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- unter 5 km
- 5 - 10 km
- 10 - 30 km
- 30 - 50 km
- 50 - 100 km
- über 100 km

● Hier geht es um die Kilometeranzahl von Ihrem Zuhause bis Sie, nach getaner Arbeit, wieder Zuhause ankommen.

★ Liegen Ihre üblichen Touren eher im Stadtgebiet oder ländlich?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- Stadtgebiet
- ländlich
- beides

● "Übliche Touren" beschreibt die Touren die Sie meistens fahren, also nicht Touren die Sie beispielsweise vertretungsweise übernehmen.

Fragebogen Handwerk Block II

★Liegen Ihre üblichen Touren eher im Stadtgebiet oder ländlich?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Stadtgebiet

ländlich

beides

● "Übliche Touren" beschreibt die Touren die Sie meistens fahren, also nicht Touren die Sie beispielsweise vertretungsweise übernehmen.

★Wie viele Kunden fahren Sie etwa pro Schicht an?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

1 - 3 Kunden

4 - 6 Kunden

6 - 10 Kunden

mehr als 10 Kunden

★Wie viele Arbeitstage verbringen Sie in der Regel auf einer Baustelle / an einem Einsatzort?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

weniger als einen kompletten Arbeitstag

1 Arbeitstag

2-3 Arbeitstage

4-5 Arbeitstage

mehr als eine Arbeitswoche

die Dauer, die ich an einem Arbeitsort verbringe, ist immer sehr unterschiedlich

★Haben Sie auf Ihren Touren regelmäßig besonders große bzw. unhandliche Gegenstände dabei? Falls ja, welche?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

ja

Nein

Bitte geben Sie hier Ihren Kommentar ein:

● Hier sind beispielsweise Leisten, Leitern, Werkzeugkoffer und Ähnliches gemeint.

★Auf wieviel Kilogramm schätzen Sie die Gegenstände, die Sie regelmäßig auf Ihre Touren mitnehmen müssen ungefähr?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

unter 2 Kg

2 - 5 Kg

5 - 10 Kg

10 - 20 Kg

über 20 Kg

● Hier ist das Gewicht aller Gegenstände zusammen gemeint.

Zurück

Weiter

Fragebogen Handwerk Block III



Fragen zum Lastenrad

In diesem Abschnitt wird abgefragt, wie wichtig Ihnen bestimmte Kriterien an einem Lastenrad sind, um eine gute Grundlage für eine passende Empfehlung für ein mögliches Lastenrad abgeben zu können.

Welche dieser Lastenradtypen könnten Sie sich im Einsatz als Dienstfahrzeug in Ihrer Branche gut vorstellen?

Bitte wählen Sie die zutreffenden Antworten aus:

Long Tail



Postrad



Long John



Schwertransporter



Trike



Wie wichtig wäre es, dass ein Lastenrad die folgenden Merkmale erfüllt, wenn es in Ihrer Branche als Dienstfahrzeug eingesetzt werden soll?

	absolut unwichtig	unwichtig	neutral	wichtig	sehr wichtig
Reichweite des Akkus	<input type="radio"/>				
Einfache Handhabung	<input type="radio"/>				
E-Antrieb	<input type="radio"/>				
Abschließbare Transportbox	<input type="radio"/>				
Wegfahrsperre	<input type="radio"/>				
Schutz vor Witterung	<input type="radio"/>				

Beispiel: Sie finden es besonders wichtig, dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei Ihren Touren vor Regen und Wind geschützt sind, dann klicken Sie beim Merkmal "Witterungsschutz" auf "Sehr wichtig".

Unter welchen Umständen und in welchem Umfang könnten Sie sich vorstellen ein Lastenrad als Dienstfahrzeug zu nutzen?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- Alle geeigneten Touren
- Alle geeignete Touren im Sommer
- Einige geeignete Touren im Sommer
- Niemals

Mit "geeignete Touren" sind hier Strecken gemeint, die Sie persönlich für geeignet halten. Bspw. Strecken unter 30 km, die Sie tagsüber im Stadtgebiet fahren würden.

Haben Sie noch Anmerkungen oder Bedenken im Zusammenhang mit dem Einsatz von Lastenrädern als Dienstfahrzeuge in Ihrer Branche?

Zurück

Absenden

Fragebogen Ambulante Pflege Einleitung

0%

Lastenräder im Einsatz bei Ambulanten Pflegediensten

Sehr geehrte Teilnehmende,

längst begegnen uns die unterschiedlichsten Lastenradmodelle regelmäßig in unserem Alltag. Gerade im Stadtgebiet ist man häufig mit dem Lastenrad schneller unterwegs und kann kostenlos direkt vor der Haustür parken. Während man entspannt von einem Einsatzort zum nächsten radelt, tut man nebenbei etwas Gutes für die eigene Gesundheit und die Umwelt.

Im Rahmen meiner Masterarbeit, welche ich an der TU Dortmund und in Kooperation mit der IHK sowie der Wirtschaftsförderung Dortmund schreibe, widme ich mich der Frage, welche Anforderungen ein Lastenrad erfüllen müsste, damit die Mitarbeitenden im Bereich der Ambulanten Pflege geeignete Touren problemlos und vor allem gerne mit einem Lastenrad zurücklegen würden.

Um dies zu erfassen, ist mir natürlich **Ihre Meinung ganz besonders wichtig**. Daher würde ich mich sehr freuen, wenn Sie mir fünf Minuten ihrer Zeit schenken und ein paar Fragen zu diesem Thema in einer anonymisierten Online-Umfrage beantworten könnten.

Kontakt

Annchristin Weiß
Mail: Lastenrad.Umfrage@gmx.de

In dieser Umfrage sind 19 Fragen enthalten.

Dies ist eine anonyme Umfrage.

In den Umfrageantworten werden keine persönlichen Informationen über Sie gespeichert, es sei denn, in einer Frage wird explizit danach gefragt.

Wenn Sie für diese Umfrage einen Zugangsschlüssel benutzt haben, so können Sie sicher sein, dass der Zugangsschlüssel nicht zusammen mit den Daten abgespeichert wurde. Er wird in einer getrennten Datenbank aufbewahrt und nur aktualisiert, um zu speichern, ob Sie diese Umfrage abgeschlossen haben oder nicht. Es gibt keinen Weg, die Zugangsschlüssel mit den Umfrageergebnissen zusammenzuführen.

Um die Umfrage beginnen zu können, akzeptieren Sie bitte die Datenschutzerklärung

Datenschutzerklärung anzeigen

Datenschutzerklärung

Einwilligungserklärung gemäß Datenschutz für eine Umfrage zum Thema "Lastenräder im Einsatz bei Ambulanten Pflegediensten"

Auf den folgenden Seiten möchte ich Ihnen ein paar Fragen stellen zum Thema "Lastenräder im Einsatz bei Ambulanten Pflegediensten". Ziel unserer Umfrage ist, die Anforderungen, die Lastenräder im Einsatz bei Ambulanten-Pflegediensten erfüllen müssen zu erfassen und gewichten.

Zu Beginn der Umfrage möchte ich zudem nähere Informationen zu Ihrer Person abfragen, um dadurch bei den Ergebnissen auch soziale Faktoren (Alter, Berufsstand, Wohnverhältnisse) einzubeziehen und so die Bewertung verbessern zu können.

Die Teilnahme an dieser Umfrage ist ohne die Nennung Ihres Namens möglich.

Eine Registrierung ist für die Teilnahme nicht erforderlich.

Da die in dieser Umfrage erhobenen Daten keine Rückschlüsse auf Sie als Teilnehmende*in zulassen ist eine rückwirkende Zuordnung bzw. Identifikation Ihres Fragebogens dem Abschlicken leider nicht mehr möglich, wodurch auch eine nachträgliche Löschung Ihres Fragebogens nicht umsetzbar ist.

Fragebogen ambulante Pflege Block I



Fragen zur Person

In diesem Abschnitt werden Ihnen einige Fragen zu Ihrer Person gestellt. Auf Grundlage dieser Informationen lässt sich bei der Auswertung dieser Umfrage ein genaueres Bild der Anforderungen der unterschiedlichen Nutzergruppen an ein Lastenrad im Einsatz im Ambulanten Pflegedienst ableiten. Die Umfrage ist anonym, es gibt keine Möglichkeit Ihre Angaben durch die hier abgefragten Informationen Ihrer Person zuzuordnen.

★ Sind Sie im Bereich der ambulanten Pflege tätig?

 Ja Nein

★ Wie alt sind Sie?

● In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.

 Jahre

Mit welchem Geschlecht identifizieren Sie sich?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

★ Wie häufig fahren Sie in Ihrer Freizeit Fahrrad?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- sehr selten (weniger als fünf mal im letzten Jahr)
- selten (weniger als zehn mal im letzten Jahr)
- regelmäßig (mehrmals pro Monat)
- häufig (mehrmals pro Woche)
- täglich

★ Sind Sie schon einmal mit einem Lastenrad gefahren?

 Ja Nein

★ Sind Sie schon einmal mit einem Fahrrad mit einem Elektromotor gefahren? (E-Bike/Pedelec)

 Ja Nein[Zurück](#)[Weiter](#)

Fragebogen ambulante Pflege Block II

33%

Fragen zum Arbeitsalltag

In diesem Abschnitt werden Fragen zu Ihrem Arbeitsalltag gestellt, um zu erfassen welche Anforderungen ein Lastenrad erfüllen müsste, um für den Einsatz auf ihren Touren in Frage zu kommen.

■ In welchem Bundesland liegt Ihr Einsatzgebiet?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Bitte auswählen...

■ In welcher Stadt/ welchem Landkreis liegt Ihr Einsatzgebiet?

■ Wie lang ist ca. Ihr Anfahrtsweg von Zuhause bis zu Ihrem Einsatzgebiet?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- unter 5 km
- 5 - 10 km
- 10 - 30 km
- 30 - 50 km
- über 50 km

■ Wieviel Kilometer legen Sie ca. an einem Arbeitstag mit dem Dienstwagen zurück?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- unter 5 km
- 5 - 10 km
- 10 - 30 km
- 30 - 50 km
- 50 - 100 km
- über 100 km

● Hier geht es um die Kilometeranzahl von Ihrem Zuhause bis Sie, nach getaner Arbeit, wieder Zuhause ankommen.

■ Liegen ihre üblichen Touren eher im Stadtgebiet oder ländlich?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- Stadtgebiet
- ländlich
- beides

● "Übliche Touren" beschreibt die Touren die Sie meistens fahren, also nicht Touren die Sie beispielsweise vertretungsweise übernehmen.

Fragebogen ambulante Pflege Block II

★Liegen Ihre üblichen Touren eher im Stadtgebiet oder ländlich?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Stadtgebiet

ländlich

beides

● "Übliche Touren" beschreibt die Touren die Sie meistens fahren, also nicht Touren die Sie beispielsweise vertretungsweise übernehmen.

★Zu welcher Tageszeit fahren Sie die meisten Touren?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

tagsüber

nachts

beides

★Welche Versorgung übernehmen Sie überwiegend bei den Patienten vor Ort?

● Bitte wählen Sie die zutreffenden Antworten aus:

Behandlungspflege

Grundpflege

Hauswirtschaftliche Versorgung

Sonstiges:

★Haben Sie auf Ihren Touren regelmäßig besonders große bzw. unhandliche Gegenstände dabei? Falls ja, welche?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

ja

Nein

Bitte geben Sie hier Ihren Kommentar ein:

● Hier sind beispielsweise Staubsauger, Wischmop, Vorlagenkartons (Monatsgröße) und Ähnliches gemeint.

★Auf wieviel Kilogramm schätzen Sie die Gegenstände, die Sie regelmäßig auf Ihre Touren mitnehmen müssen ungefähr?

● Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

unter 2 Kg

2 - 5 Kg

5 - 10 Kg

10 - 20 Kg

über 20 Kg

● Hier ist das Gewicht aller Gegenstände zusammen gemeint.

[Zurück](#)[Weiter](#)

Fragebogen ambulante Pflege Block III



Fragen zum Lastenrad

In diesem Abschnitt wird abgefragt, wie wichtig Ihnen bestimmte Kriterien an einem Lastenrad sind, um eine gute Grundlage für eine passende Empfehlung für ein mögliches Lastenrad abgeben zu können.

Welche dieser Lastenradtypen könnten Sie sich im Einsatz im Ambulanten Pflegedienst gut vorstellen?

Bitte wählen Sie die zutreffenden Antworten aus:

- Long Tail 
- Postrad 
- Long John 
- Schwertransporter 
- Trike 

Wie wichtig wäre es, dass ein Lastenrad die folgenden Merkmale erfüllt, wenn es in der Ambulanten Pflege als Dienstfahrzeug eingesetzt werden soll?

	absolut unwichtig	unwichtig	neutral	wichtig	sehr wichtig
Reichweite des Akkus	<input type="radio"/>				
Einfache Handhabung	<input type="radio"/>				
E-Antrieb	<input type="radio"/>				
Abschließbare Transportbox	<input type="radio"/>				
Wegfahrsperr	<input type="radio"/>				
Schutz vor Witterung	<input type="radio"/>				

Beispiel: Sie finden es besonders wichtig, dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bei ihren Touren vor Regen und Wind geschützt sind, dann klicken Sie beim Merkmal "Witterungsschutz" auf "sehr wichtig".

Unter welchen Umständen und in welchem Umfang könnten Sie sich vorstellen ein Lastenrad als Dienstfahrzeug zu nutzen?

Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

- Alle geeigneten Touren
- Alle geeignete Touren im Sommer
- Einige geeignete Touren im Sommer
- Niemals

Mit "geeignete Touren" sind hier Strecken gemeint, die Sie persönlich für geeignet halten. Bspw. Strecken unter 30 km, die Sie tagsüber im Stadtgebiet fahren würden.

Haben Sie noch Anmerkungen oder Bedenken im Zusammenhang mit dem Einsatz von Lastenradern als Dienstfahrzeuge im Ambulanten Pflegedienst?

Zurück

Absenden

Erklärung