

Ich entlaste Städte

Das Lastenrad-Testangebot für gewerbliche und öffentliche Nutzer

Projekt 03KF0066 der Nationalen
Klimaschutzinitiative des Bundesumweltministeriums

Schlussbericht

Autoren: Dr. Johannes Gruber,
Dr.-Ing. Christian Rudolph

Berlin, Oktober 2021



DLR

Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Inhaltsverzeichnis | 2 |
| Abbildungsverzeichnis | 3 |
| Tabellenverzeichnis | 5 |
| 1. Zusammenfassung | 6 |
| 2. Hintergrund und Ziele..... | 10 |
| 3. Methodische und organisatorische Umsetzung | 12 |
| 3.1. Datenerhebung..... | 12 |
| 3.2. Testfahrzeuge | 13 |
| 3.3. Bewerbungs- und Teilnehmendenzahlen..... | 14 |
| 4. Charakterisierung der Interessierten und Teilnehmenden..... | 15 |
| 4.1. Verortung | 15 |
| 4.2. Organisationale Ebene (Unternehmen und Einrichtungen) | 17 |
| 4.3. Individuelle Ebene (Befragte)..... | 19 |
| 4.4. Bestehender Fuhrpark | 21 |
| 5. Einstellungen, Wahrnehmungen und Bewertungen der Teilnehmenden..... | 22 |
| 5.1. Allgemeine Bewertungen der Lastenrad-Eignung, Zufriedenheit mit Modell, Wirtschaftlichkeit und Kaufbereitschaft..... | 22 |
| 5.2. Motivation zur Testteilnahme, Einstellungen zum unternehmerischen Handeln und zu Politikmaßnahmen | 24 |
| 5.3. Wahrnehmung von Treibern und Hemmnissen der Lastenradnutzung..... | 25 |
| 6. Lastenradnutzung | 28 |
| 6.1. Nutzungsverhalten der Teilnehmenden | 28 |
| 6.2. Fahrleistung | 30 |
| 6.3. Geringnutzende und Testabbrüche..... | 32 |
| 6.4. Fahrtzeitenunterschiede zwischen Lastenrädern und Pkw | 33 |
| 6.5. Entscheidungskriterien bei der Nutzung von Lastenrädern und Pkw ("Modalwahl") .. | 36 |
| 7. Kaufentscheidung (Lastenrad-Anschaffung) | 38 |
| 7.1. Kaufquoten und Nutzung der angeschafften Lastenräder | 38 |
| 7.2. Einflussfaktoren auf die Kaufentscheidung..... | 39 |
| 7.3. Sensitivität für Politikmaßnahmen..... | 41 |
| 8. Treibhausgas-Minderung..... | 43 |
| 8.1. Berechnung der direkt durch das Vorhaben erreichten Treibhausgas-Wirkungen | 43 |
| 8.2. Abschätzung der indirekt angestoßenen THG-Wirkungen..... | 47 |
| 9. Empfehlungen an die Bundesregierung | 49 |
| 10. Weiterführendes Material | 51 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Longitudinales Design der Befragung der Nutzenden mit Themenblöcken..... | 12 |
| Abbildung 2: Look & Feel der Projekt-App (Betriebssystem: Android)..... | 12 |
| Abbildung 3: Die 23 getesteten Lastenradmodelle | 14 |
| Abbildung 4: Prozentuale Verteilung der Bewerbungen (n=1.935), Teilnehmenden (n=755) und Bevölkerung (83,2 Mio.) nach Bundesland..... | 15 |
| Abbildung 5: Prozentuale Verteilung der Teilnehmenden (n=755) und der Bevölkerung (83,2 Mio.), nach Gemeindegrößenklasse..... | 16 |
| Abbildung 6: Bewerbungen je Landkreis, proportional zur Bevölkerung (links) bzw. Fläche (rechts) | 16 |
| Abbildung 7: Vergleich der Verteilungen der Teilnehmenden und aller Unternehmen in Deutschland, nach Beschäftigtengrößenklasse (links) und Umsatz (rechts) | 17 |
| Abbildung 8: Vergleich der Verteilung der Teilnehmenden mit den deutschlandweiten Verteilungen der Anzahl Unternehmen und Erwerbstätigen, nach Wirtschaftszweig | 18 |
| Abbildung 9: Von den Befragten vor Testbeginn vorwiegend genutztes Verkehrsmittel für dienstliche Wege | 20 |
| Abbildung 10: Allgemeine Nutzungshäufigkeit von Fahrrad und Lastenrad unter den Befragten | 20 |
| Abbildung 11: Proportionaler Anteil der Fahrzeuge in der Bestandsflotte und der bisherigen Tagesfahrleistung, nach Fahrzeugtyp in der Gruppe der Teilnehmenden (n=755); summierte Anzahl Fahrzeuge = 6.556, summierte Tagesfahrleistung = 43.123 km | 21 |
| Abbildung 12: Allgemeine Eignung, Zufriedenheit mit Modell, Wirtschaftlichkeit, Kaufbereitschaft. | 22 |
| Abbildung 13: Bewertungen und Käuferquote, nach Wirtschaftszweig..... | 23 |
| Abbildung 14: Motivation und Gründe für das Interesse der Teilnehmenden an Lastenrädern, abgefragt zum Bewerbungszeitpunkt (T0) | 24 |
| Abbildung 15: Einstellungen zum unternehmerischen Handeln, abgefragt am Ende des Testzeitraums (T1) | 25 |
| Abbildung 16: Veränderung der Wahrnehmung von Treibern und Hemmnissen durch den Lastenradtest..... | 26 |
| Abbildung 17: Zuordnung der 23 abgefragten Treiber und Hemmnisse (inklusive Item-Codes) zu den sieben Hauptfaktoren F1 bis F7 und mittlere Faktorladungen..... | 27 |
| Abbildung 18: Nutzende des Testfahrzeugs..... | 29 |
| Abbildung 19: Benötigte tägliche elektrische Reichweite (Angabe in T1-Befragung)..... | 29 |
| Abbildung 20: Art der Veränderung der Arbeitsabläufe durch die Lastenradnutzung | 30 |
| Abbildung 21: Kumulative Verteilung der Fahrleistung, Vergleich Erhebungsinstrumente | 31 |
| Abbildung 22: Gemessene Fahrtzeiten von Lastenrädern im Vergleich zu virtuellen Pkw-Fahrten (Ausgangslage der Analyse) | 34 |

Abbildung 23 Einflussfaktoren auf die Variable „Unterschied der Fahrtzeit von Lastenrad gegenüber Pkw in Minuten. Negative Koeffizienten (in orange) zeigen Fahrtzeitevorteile für Lastenräder, positive Koeffizienten solche für Pkw (*p<0.05; ***p<0.001)..... 34

Abbildung 24 Fahrtzeitenunterschiede von Lastenrädern und Pkw im Sample-Datensatz (blaue Kurve), im Datensatz mit Autokurier-Fahrten (graue Kurve) und in einem Stau-Szenario (orangene Kurve). 35

Abbildung 25: Beispiel für eines der durchgeführten SP-Spiele 36

Abbildung 26: Einflüsse auf die Nutzungsbereitschaft „Lastenrad vs. Pkw“ (vorläufig) 37

Abbildung 27 Poster für die TRB-Konferenz zum Thema Einflussfaktoren auf die Lastenrad-Kaufentscheidung 40

Abbildung 28: Von den Teilnehmenden genannte Einflussfaktoren auf die Kaufentscheidung... 41

Abbildung 29: Aspekte und Politikmaßnahmen, die zu einer Steigerung des Interesses an Lastenrädern führen würde, abgefragt rund drei Monate nach dem Test (T2) 41

Abbildung 30: Wirkkette bei der THG-Minderung..... 43

Abbildung 31: Kumulierte Häufigkeiten der individuellen Anteile substituierter Verbrenner-Fahrleistung (n=503)..... 45

Abbildung 32: Verlagerte Verkehrsmittel, anteilig an den per App aufgezeichneten Fahrten bzw. der aufgezeichneten Fahrleistung (n=503)..... 45

Abbildung 33: Verteilung der jährlichen absoluten THG-Minderung, nach Nutzungsintensität (n=503)..... 47

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Modellübersicht der Lastenräder..... | 13 |
| Tabelle 2: Bewerbungen und Teilnehmende nach Organisationstyp..... | 17 |
| Tabelle 3: Höchster Bildungsabschluss (links) und Einkommensklasse (rechts) der Befragten/ Projektverantwortlichen (Gruppe: alle Teilnehmenden)..... | 19 |
| Tabelle 4: Optimierungsbedarf an den getesteten Lastenradmodellen aus Sicht der Teilnehmenden..... | 23 |
| Tabelle 5: Verteilung der Einsatzzwecke bei verschiedenen Erhebungen | 28 |
| Tabelle 6: Aufgezeichnete Verkehrsdaten | 30 |
| Tabelle 7: Gründe für den Abbruch des Lastenradtests..... | 33 |
| Tabelle 8: Quoten zur Anschaffung eines eigenen Lastenrads durch die Teilnehmenden | 38 |
| Tabelle 9: Einflussfaktoren auf die Lastenrad-Kaufentscheidung | 39 |
| Tabelle 10: Emissionsfaktoren für substituierte Fahrleistung von Pkw oder leichten Nutzfahrzeugen, basierend auf 2020er-Flottenwerte des HBEFA | 44 |

1. Zusammenfassung

Hintergrund

Der Wirtschaftsverkehr ist einerseits aufgrund des boomenden Onlinehandels ein Wachstumsmarkt und sorgt für die Funktionsfähigkeit unserer Städte, steht aber auch in Konflikt mit gesellschaftlichen Zielen wie Klimaschutz, Luftreinhaltung, und urbane Lebensqualität.

Mit dem Projekt „Ich entlaste Städte“ hat das Institut für Verkehrsforschung im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) einen Beitrag zur Etablierung des Lastenrads als clevere Transportalternative für die gewerbliche Nutzung geleistet und gleichzeitig solide Erkenntnisse zur Entlastungswirkung des Lastenrads für den Verkehr und damit für Städte geliefert. Im Rahmen des Projekts (Laufzeit von 1/2017 bis 8/2020) stellte das DLR – gefördert durch die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) – Firmen und öffentlichen Einrichtungen für eine minimale Nutzungspauschale von einem Euro pro Rad pro Tag Lastenräder zur Verfügung. Die Testpiloten und Testpilotinnen haben so die Möglichkeit erhalten, ohne große Investitionskosten die Transportalternative für rund drei Monate in der Praxis zu testen. Im Gegenzug nahmen die Lastenradtesterinnen und -tester an mehreren Befragungen teil und zeichneten die Fahrten mit der Projekt-App auf. Je nach individuellen Transportanforderungen standen den Testenden 23 verschiedene Lastenradmodelle und fünf unterschiedliche Bauformen zur Verfügung. Die meisten der insgesamt 152 Lastenräder waren dabei mit elektrischer Tretunterstützung bis 25 km/h ausgestattet.

Charakterisierung von Interessierten und Teilnehmenden

Insgesamt ermöglichte „Ich entlaste Städte“ über 750 Unternehmen und Einrichtungen einen mehrmonatigen Lastenradtest. Es konnte gezeigt werden, dass ein vielschichtiges Interesse an der gewerblichen Lastenradnutzung vorliegt. Dies betrifft einerseits räumliche Aspekte: Bewerbungen am Lastenradtest und erfolgreiche Nutzungen wurden aus allen Bundesländern und Gemeindegrößenklassen registriert. Lastenräder sind als Alternative nicht nur in (Zentren von) Großstädten praktikabel, sondern auch in Kleinstädten oder dem suburbanen Raum. Eine Heterogenität ließ sich auch bei der Größe der beteiligten Organisationen (nach Beschäftigtenzahl oder Umsatz) feststellen, sowie in hohem Maße hinsichtlich des Wirtschaftszweigs. Die Projekterfahrungen legen nahe, dass es nicht die *eine* prädestinierte Branche für den Lastenradeinsatz gibt, sondern dass es für Organisationen aller Couleur und Größe möglich ist, ihre Transportbedarfe auf Lastenradtauglichkeit hin zu überprüfen und erfolgreich umzugestalten.

Akzeptanz und Bewertung des Lastenradtests

Rund zwei Drittel der Beteiligten bewerteten die Eignung von Lastenrädern für ihre dienstlichen Zwecke als gut bis sehr gut. Einem Großteil der Teilnehmenden kann dementsprechend eine hohe Akzeptanz für die Lastenradnutzung attestiert werden. Knapp ein Drittel der Betriebe

entschied sich im Anschluss an das Testprogramm für die Anschaffung eines eigenen Lastenrads, was als hohe Käuferquote zu bewerten ist.

Allerdings zeigen die Erfahrungen bei einem kleineren Teil der Projektteilnehmenden – rund einem Fünftel – dass dort keine zufriedenstellende Nutzung des Lastenrads zustande kam, also nur 50 km oder weniger im Testzeitraum übermittelt wurden oder ein Testabbruch stattfand. Die Gründe hierfür sind divers und reichten von technischen Mängeln am Fahrzeug über Nutzungsaspekte (z.B. komplizierte Handhabung) bis zu persönlichen Themen wie Sicherheitsbedenken im Straßenverkehr oder Motivationsproblemen bei schlechtem Wetter. Ferner führten organisationale bzw. operative Gründe seitens der Beteiligten (z.B. fehlendes Personal, zu hohes Transportvolumen) oder eine fehlende Bereitschaft zur Datenbereitstellung zu erfolglosen Testverläufen.

Die eingesetzte Projektflotte war bewusst heterogen gewählt: 152 Fahrzeuge in fünf Bauformen, insgesamt 23 verschiedene Lastenradmodelle. In einem Punkt glichen sich die Bewertungen der Fahrzeuge dennoch: Fast 80 % der Testteilnehmenden sahen an dem von ihnen getesteten Modell noch Optimierungsbedarf, insbesondere was die Transportkiste, die Fahrzeughandhabung und den Fahrkomfort betrifft.

Motivationen für die Lastenradnutzung, Wahrnehmung von Treibern und Hemmnissen

Für die Unternehmen waren Umweltschutz, das Einnehmen einer Vorbildrolle und das Interesse an technologischen Innovationen wichtigere Gründe für den Umstieg auf das Lastenrad als mögliche wirtschaftliche Vorteile. Im Gegenteil: Zu hohe Kosten wurden als häufigster Grund genannt, weswegen eine eigene Lastenradanschaffung auch bei Kaufbereitschaft letzten Endes nicht stattfand.

Naturgemäß spricht ein Pilotierungsvorhaben wie „Ich entlaste Städte“ eine vorab optimistisch eingestellte Klientel an. Dementsprechend wurden die Vorteile der Lastenradnutzung vor dem Test als sehr stark wahrgenommen, darunter operative Vorteile (z.B. die Flexibilität beim Parken) oder weiche Aspekte wie Spaß und Gesundheitsvorteile. Nahezu alle Treiber wurden auch nach dem drei-monatigen Test als stark wahrgenommen und haben sich somit als gültig erwiesen. Hemmnisse wurden vorab als gering bis moderat bewertet, nach dem Test trübte sich diese Einschätzung etwas ein: Einzelne Aspekte wurden vor dem Sammeln eigener Lastenraderfahrung offensichtlich unterschätzt, so etwa die Auswirkungen von schlechter Fahrradinfrastruktur, Witterungsabhängigkeit und ungewohnter Fahrzeughandhabung. Dies unterstreicht die Wichtigkeit von Testprogrammen und allgemein mehr Lastenrad-Fahrerfahrung bei (potenziell) Nutzenden.

Nutzung der Lastenräder im Testzeitraum

Entsprechend dem diversen Feld der Teilnehmenden wurden die Testfahrzeuge für verschiedenste Transportaufgaben eingesetzt, wie dem Ausliefern von Gütern (z.B. Zustellung von online erworbenen Produkten) oder der Beschaffung von Gütern (etwa Verbrauchsmaterial für den eigenen

Betrieb). Bei rund 6 von 10 der teilnehmenden Unternehmen stand allerdings nicht der Gütertransport, sondern die Erbringung einer Dienstleistung am Zielort im Vordergrund (etwa bei Fahrten im handwerklichen Kontext). Dies spricht für eine tendenziell größere Eignung von Lastenrädern im Rahmen der Dienstleistungserbringung (Personenwirtschaftsverkehr, innerstädtische Dienstreisen, Marketing-orientierte Aufgaben) als für den reinen Lieferverkehr.

Mithilfe verschiedener Instrumente wie dem klassischen Fahrradcomputer („Tacho“), einer speziell für das Projekt programmierten App zur Smartphone-basierten Verkehrsdatenaufzeichnung sowie einem GPS-Tracker konnten Fahrleistungen und Wege der kooperationswilligen Teilnehmenden aufgezeichnet werden. Insgesamt lagen rund 30.000 per App aufgezeichnete Wege und eine Fahrleistung von 307.000 km vor, im Mittel sind das 412 km pro Teilnehmenden. Im Testzeitraum wurde das Lastenrad an durchschnittlich 2,8 Tagen pro Woche genutzt und an Nutzungstagen durchschnittlich 12 km bewegt. Fand im Anschluss an den Test ein Kauf eines eigenen Lastenrads statt, wurde dieses deutlich intensiver eingesetzt, im Mittel an 4,3 Tagen pro Woche.

Hinsichtlich des Potenzials der Lastenräder, klimaschädliche Fahrten zu ersetzen, zeigt sich, dass etwa zwei Drittel der Fahrten bzw. der Fahrleistung ohne das Testlastenrad mit einem verbrennungsmotorischen Fahrzeug durchgeführt worden wäre. Die fahrtenspezifisch vorliegende Information zum substituierten Verkehrsmittel bildete die Grundlage für die Berechnung der Treibhausgasemissionen-Einsparung durch die Lastenradnutzung im Projekt: Diese beträgt durchschnittlich 66 kg CO_{2e} pro Teilnehmenden im rund 3-monatigen Testzeitraum (in Summe etwa 50 t. CO_{2e}).

Im Vergleich zum Auto hat das Lastenrad bei städtischen Fahrten bis 20 km kaum einen Geschwindigkeitsnachteil, insbesondere dann nicht, wenn der Vorteil der direkten Erreichbarkeit des Zielorts gegenüber der Pkw-Parkplatzsuche ausgespielt werden kann.

Hinsichtlich der Bereitschaft der Teilnehmenden zur Nutzung des Lastenrads in Konkurrenz zum Pkw konnten mehrere entscheidungsbeeinflussende Parameter gezeigt werden. So war Niederschlag ein deutlich stärkerer Hindernisfaktor für die Lastenradnutzung als kalte Temperaturen. Die Verknappung von Pkw-Parkraum und das Vorhandensein guter Fahrradinfrastruktur machten die Wahl des Lastenrads für eine Fahrt anstelle des Pkw deutlich wahrscheinlicher. Lastenräder wurden eher für kurze Wege gewählt, bei längeren Strecken sank ihre Attraktivität deutlich. Aufgrund der tendenziell flexibleren Einsatzbereitschaft wurden zwei-rädrige Lastenräder für ein breiteres Einsatzprofil gewählt als drei-rädrige Modelle.

Anschaffung eigener Lastenräder nach dem Test

Ein knappes Drittel aller Testteilnehmenden nutzte ein dreiviertel Jahr nach Testende bereits ein eigenes, in aller Regel elektrifiziertes Lastenrad (Pedelec-25) im Regelbetrieb. Hierfür wurden im

Mittel 4.400 € ausgegeben. Mehrere Faktoren konnten als signifikante Einflussgrößen auf die Kaufentscheidung identifiziert werden. Betriebe mit einem begrenzten oder klar definierten räumlichen Geschäftsgebiet entschieden sich eher für den Kauf, ebenso wie solche, für die operative Vorteile (wie die Wendigkeit) oder auch weiche Vorteile (wie Spaßfaktor und Image) von großer Bedeutung sind. Rechtliche Rahmenbedingungen, die die Nutzungsvorteile von konventionellen Fahrzeugen verringern (z.B. Zufahrtsbeschränkung) können die Lastenrad-Kaufwahrscheinlichkeit erhöhen. Gleiches gilt für positive Nutzungserfahrung im Testzeitraum: Testprogramme sind also eine geeignete Methode zum Abbau von Vorbehalten und sind damit ein Katalysator für umstrukturierungswillige Betriebe.

2. Hintergrund und Ziele

Der städtische Wirtschaftsverkehr ist Ausgangs- und Ansatzpunkt dieser Projektidee

Als derzeit drittgrößter Verursacher von Treibhausgasemissionen in Deutschland¹ weist der Verkehrssektor ein im Vergleich zu 1990 nahezu unverändertes Emissionsniveau von rund 160 Mio. t CO_{2e} auf. Um die Klimaschutzziele der Bundesregierung erreichen zu können, sind Veränderungen insbesondere im Verkehrsbereich unumgänglich. Das formulierte Minderungsziel für den Verkehrssektor liegt bei 95 Mio. t CO_{2e} im Jahr 2030.

Das Vorhaben „Ich entlaste Städte“ hat zum Ziel über ein bundesweit angelegtes Lastenrad-Testprogramm Unternehmen den Zugang zu elektrisch unterstützten Lastenrädern zu erleichtern und so die Unternehmen zum Umstieg von konventionellen Kraftfahrzeugen auf emissionsfreie und stadtverträgliche Lastenräder zu animieren. Das Projekt adressiert somit gewerbliche Verkehre (d.h. den Wirtschaftsverkehr) und daher auch vorrangig die Zielgruppe private Unternehmen („Wirtschaft“ im NKL-Kontext). Sekundär werden aber auch Akteure und Akteurinnen im öffentlichen Sektor sowie Nichtregierungsorganisationen (NGO) angesprochen, da diese ebenfalls gewerbliche Verkehre verursachen bzw. durchführen.

Der Wirtschaftsverkehr hat aus Klimaschutzgründen eine besondere Bedeutung: Zum einen kommen wesentlich größere Fahrzeuge mit zum Großteil Diesellaggregaten zum Einsatz. Zum anderen wird in Deutschland etwa jede dritte Kfz-Fahrt dem Wirtschaftsverkehr zugeordnet, mit noch weitaus höheren Anteilen in den Innenstädten. Nach Arndt² kann der Wirtschaftsverkehr unterteilt werden in Güterwirtschaftsverkehr (bei dem der Transport von Gütern im Vordergrund steht, bspw. Kuriert Transporte, häufig auch vereinfachend Güterverkehr oder Lieferverkehr genannt), Dienstleistungverkehr (Transport von Personen und Gütern wie Arbeits- und Verbrauchsmaterial, bspw. Handwerkerfahrten) und Personenwirtschaftsverkehr (hier steht der Transport der Person im Vordergrund, bspw. im Bereich der häuslichen Pflege). Die beiden letztgenannten Kategorien werden mitunter auch als Personenwirtschaftsverkehr oder Serviceverkehr zusammengefasst.

Viele Fahrten des Wirtschaftsverkehrs sind prädestiniert dafür, mit einem Lastenrad durchgeführt zu werden, denn die allgemeinen Kennzeichen des städtischen Wirtschaftsverkehrs sind ein hohes Fahrtaufkommen, kurze Distanzen, viele Start-/Stoppvorgänge, ein hoher Anteil an Leerfahrten und ein hoher Anteil an Direktfahrten. Lieferverkehr wird zu ca. 75 % von Pkw oder leichten Nutzfahrzeugen unter 3,5 t durchgeführt. Die Nutzfahrzeugklasse bis 3,5 t umfasst rund drei Viertel der in Deutschland zugelassenen Lkw und Sattelzugmaschinen und hat damit allein mengenmäßig (Verkehrsaufkommen) eine besonders hohe Bedeutung im Wirtschaftsverkehr. Neben

¹ BMU 2019: Klimaschutz in Zahlen. Der Sektor Verkehr. URL https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutz_zahlen_2019_fs_verkehr_de_bf.pdf (Stand: 12.11.2020)

² Arndt, W.-H. (2010): Optimierungspotenziale im Wirtschaftsverkehr durch bestellerseitige Kooperation. (Stand). Berlin.

dem Ausstoß von klimaschädlichen Treibhausgasen belastet der städtische Wirtschaftsverkehr die Anwohnerinnen und Anwohner in erheblichem Maße: Die oben genannten Charakteristika des innerstädtischen Wirtschaftsverkehrs verursachen Lärm, Luftschadstoffe, Stau, verbrauchen erhebliche (wertvolle) innerstädtische Flächen und verringern Verkehrssicherheit und die urbane Aufenthaltsqualität.

„Ich entlaste Städte“ adressierte konkret diese Herausforderungen. Es wurde angestrebt einen möglichst großen Teil des innerstädtischen Wirtschaftsverkehrs mit Hilfe von Lastenrädern anstelle von konventionellen Kfz durchzuführen. Die gewerbliche Lastenradnutzung kann als erfolgsversprechender Versuch wahrgenommen werden, bisherige Systeme, Konzepte und Routinen abzulösen und so die Verkehre klimaneutral und stadtverträglich abzuwickeln.

Das Projekt wirkte über zwei Komponenten: Das Testangebot sollte einer Vielzahl an gewerblichen Nutzern den Zugang zu Lastenrädern ermöglichen. Gleichzeitig sollte das Thema Lastenrad im Rahmen einer Kampagne in die Öffentlichkeit getragen werden und damit einen viel größeren Kreis erreichen, d.h. auch Unternehmen, die nicht unmittelbar am Test teilnehmen konnten. Mithilfe eines fundierten methodischen Designs sollten verkehrliche und verhaltensbasierte Daten erhoben werden, die zur Beantwortung von offenen Fragen zu einem weitgehend unbekanntem Fahrzeugtyp und zum Abbau von Nutzungshemmnissen dienlich sind.

Das Projekt verfolgte fünf Hauptziele, die alle als erfüllt betrachtet werden können:

- Bundesweite Bewusstseinschaffung für gewerbliche Einsatzformen von Lastenrädern in verschiedenen Branchen (Publicity)
- Bereitstellung von 150 Lastenrädern diverser Bauformen zum mehrmonatigen Test (Operative Durchführung des Testbetriebs)
- Messung der Klimawirkung der im Projekt eingesetzten Lastenräder und Berechnung der erwarteten deutschlandweiten Effekte (CO₂-Einsparung)
- Messung der Nutzungsbereitschaft von Unternehmen und der Effekte von eigener Nutzungserfahrung auf die Kaufbereitschaft gegenüber Lastenrädern
- Ermittlung von Treibern und Hemmnissen bei der weiteren Marktdurchdringung von Lastenrädern, Barrieren falls nach erfolgter Testnutzung keine Kaufentscheidung für Lastenräder getroffen wird

3. Methodische und organisatorische Umsetzung

3.1. Datenerhebung

Die Datenerhebung umfasste quantitative Befragungen der Nutzerinnen und Nutzer, qualitative Erhebungen sowie Erhebungen der Verkehrsdaten (vgl. Auflistung unten). Das longitudinale Design ermöglichte die Erhebung von Querschnitt- sowie Längsschnittdaten (vgl. Abbildung 1). Entsprechend dem methodischen Design (Abbildung 1) wurden rund drei Jahre lang empirische Daten in drei Wellen (T0, T1 und T2) via Online-Fragebögen erhoben. Die T0-Befragung fand vor dem Start des Lastenradtests statt und war ein Online-Fragebogen direkt im Zusammenhang mit der Bewerbung. Die T1-Befragung der Nutzenden fand zwei Wochen vor dem Ende des Lastenradtests statt und die T2-Befragung der Nutzenden drei Monate nach dem Ende des Lastenradtests. Zusätzlich fand Ende 2019 eine Abfrage per E-Mail statt (T3), ob mittlerweile ein Lastenrad angeschafft wurde. Weiterhin wurden leitfadengestützte Telefoninterviews mit den Teilnehmenden durchgeführt.

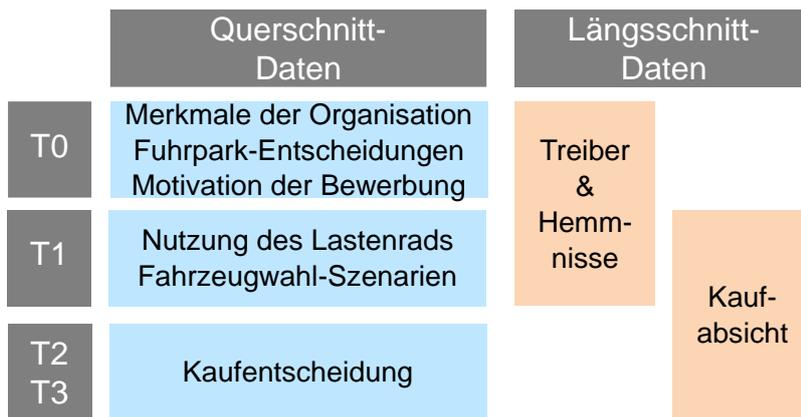


Abbildung 1: Longitudinales Design der Befragung der Nutzenden mit Themenblöcken

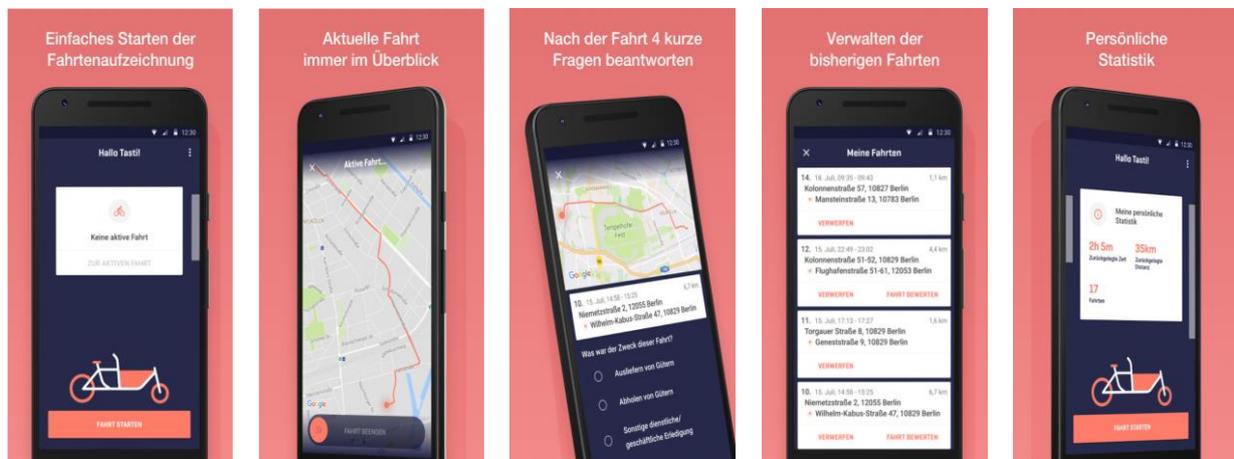


Abbildung 2: Look & Feel der Projekt-App (Betriebssystem: Android)

Die Verkehrsdaten wurden mittels einem Fahrradcomputer („Tacho“), einem GPS-Tracker, einer Smartphone-gestützten Android-App (Projekt-App) und der DLR-Großanlage MovingLab³ aufgezeichnet (vgl. Abbildung 2). Die Verkehrsdatenerhebung diente zur Aufzeichnung der Bewegungsmuster der Teilnehmenden mit den Lastenrädern. Nach Beendigung jeder Fahrt wurden den Teilnehmenden vier fahrtenspezifische Fragen gestellt zum Wegezweck, dem Grad der Auslastung des Lastenrads, dem substituierten Verkehrsmittel und zur globalen Zufriedenheit.

3.2. Testfahrzeuge

Um die Vielfalt des Lastenradmarkts abzubilden wurden 23 verschiedene Modelle verwendet. So hatten die Teilnehmenden eine große Auswahl, um das für sie passende Lastenrad zu finden und zu testen. Diese Modelle können fünf Bauformen zugeordnet werden (vgl. Tabelle 1 und Abbildung 3).

Tabelle 1: Modellübersicht der Lastenräder

| Bauform | Anzahl LR | Anzahl LR-Modelle |
|---|------------|-------------------|
| Lieferbike  | 9 | 1 |
| Long John  | 91 | 10 |
| Longtail  | 6 | 2 |
| Trike  | 33 | 5 |
| Schwertransporter  | 13 | 5 |
| Insgesamt | 152 | 23 |

³ Weitergehende Informationen zum DLR MovingLab unter <https://movinglab.dlr.de/>.



Abbildung 3: Die 23 getesteten Lastenradmodelle

3.3. Bewerbungs- und Teilnehmendenzahlen

Von den rund 1.900 eingegangenen Bewerbungen von Betrieben und Einrichtungen wurden 70 % durch das DLR als geeignete Bewerbungen betrachtet. Die Vergabe der Projektfahrzeuge an die Kandidatinnen und Kandidaten im Bewerberpool erfolgte anhand der folgenden Kriterien: Räumliche und zeitliche Verfügbarkeit der gewünschten Lastenradmodelle, Qualität des Servicepartners im jeweiligen Gebiet sowie Effizienz und maximale Transportkostenminimierung. Darüber hinaus spielte auch die Kooperationsbereitschaft der Interessierten eine Rolle.

Die Lastenräder wurden von insgesamt 755 Teilnehmenden getestet. 617, also 82 % aller Teilnehmenden, partizipierten mindestens sechs Wochen (die Hälfte der anberaumten Nutzungszeit von drei Monaten) und übertrugen mindestens 50 km an Verkehrsdaten über mindestens eines der eingesetzten Erhebungsinstrumente (Bordcomputer, Apps oder GPS-Tracker). 440, also 58 % aller Teilnehmenden, beteiligten sich vollständig an der Begleitforschung.

4. Charakterisierung der Interessierten und Teilnehmenden

Das breite Interesse am Lastenrad-Testprogramm spiegelt sich deutlich sowohl in der regionalen Verteilung über die gesamte Bundesrepublik wider sowie am Interesse über quasi alle Wirtschaftszweige hinweg. Im Folgenden ist die Teilnehmerschaft am Testprogramm hinsichtlich der deutschlandweiten Verteilung auf Unternehmensebene beschrieben.

4.1. Verortung

Abbildung 4 zeigt die Verteilung der eingegangenen Bewerbungen um ein Test-Lastenrad (n=1.935), die Verteilung der Teilnehmenden (n=755) gegenüber der Bevölkerungsverteilung (83,2 Mio.) in den jeweiligen Bundesländern. In allen 16 Bundesländern nahmen Unternehmen bzw. Einrichtungen oder Selbstständige am Testprogramm teil.

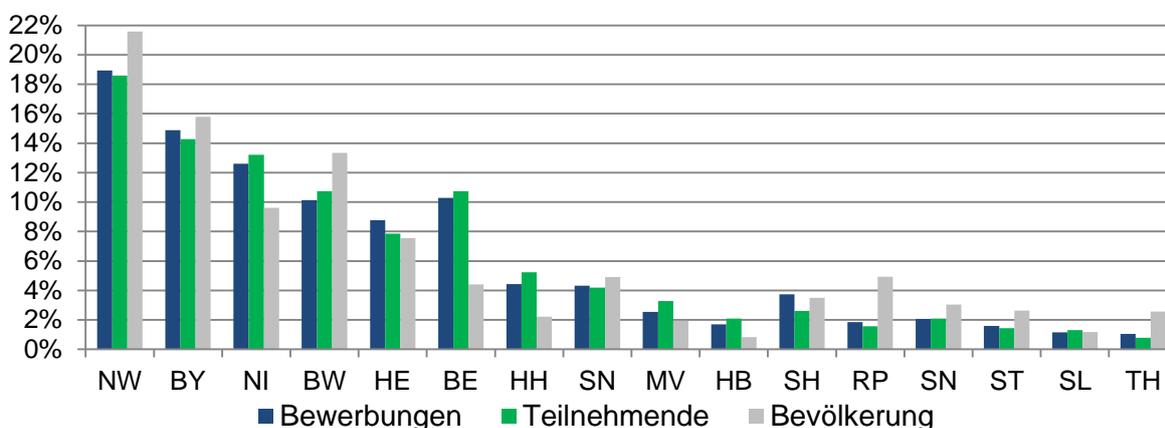


Abbildung 4: Prozentuale Verteilung der Bewerbungen (n=1.935), Teilnehmenden (n=755) und Bevölkerung (83,2 Mio.) nach Bundesland

Mit Blick auf das Verhältnis der Anzahl der Bewerber*innen zur Anzahl der Bevölkerung im jeweiligen Bundesland zeigt sich, dass in zahlreichen Ländern das Verhältnis weitgehend vergleichbar (repräsentativ) ist. In den Stadtstaaten ist das Teilnahmeinteresse jedoch überproportional hoch. Zwar suggeriert der Projektstitel „Ich entlaste Städte“, dass der Lastenradtest nur in Städten stattfand, die Verteilung zeigt aber deutlich, dass das Interesse auch in kleinen Stadtzentren hoch war (Abbildung 5). Tatsächlich sind Landgemeinden und Kleinstädte bis 20.000 Einwohner*innen bei den Teilnehmer*innen im Verhältnis zur Verteilung der deutschen Bevölkerung überrepräsentiert. Es bestehen damit nicht nur in Großstädten, in denen Pioniere für Nachhaltigkeitsinnovationen vorrangig vermutet werden, große Potenziale für den Lastenradeinsatz, sondern auch in kleinen Zentren.

⁴ Quelle: Destatis 2020: Bundesländer mit Hauptstädten nach Fläche, Bevölkerung und Bevölkerungsdichte am 31.12.2019. URL: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Regionales/Gemeindeverzeichnis/Administrativ/02-bundeslaender.html> (Stand: 12.11.2020)

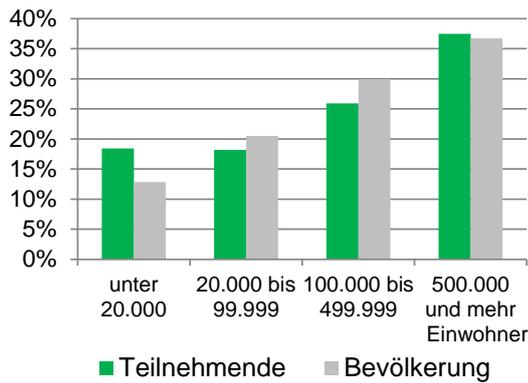


Abbildung 5: Prozentuale Verteilung der Teilnehmenden (n=755) und der Bevölkerung (83,2 Mio.), nach Gemeindegrößenklasse

Abbildung 6 zeigt eine kreisfeine Darstellung der Bewerbungen am Lastenradtest, jeweils proportional zur Bevölkerung (links im Bild) bzw. zur Fläche (rechts im Bild). Deutlich wird, dass in vielen Regionen (außer in peripheren Räumen) ein proportional zur Bevölkerung recht ähnlich hohes Interesse an der Projektteilnahme vorliegt. Wenig überraschend treten auch hier die Großstädte mit hohen räumlichen Dichtewerten hervor. Ein weiterer untersuchter Aspekt ist die Entfernung des Betriebsstandorts zum Stadtzentrum. Hier zeigte sich, dass bei der Mehrheit (rund 70 %) der Interessierten, Teilnehmenden sowie späteren Käuferinnen und Käufer der Betriebsstandort vom Stadtzentrum nicht weiter als vier Kilometer entfernt ist.

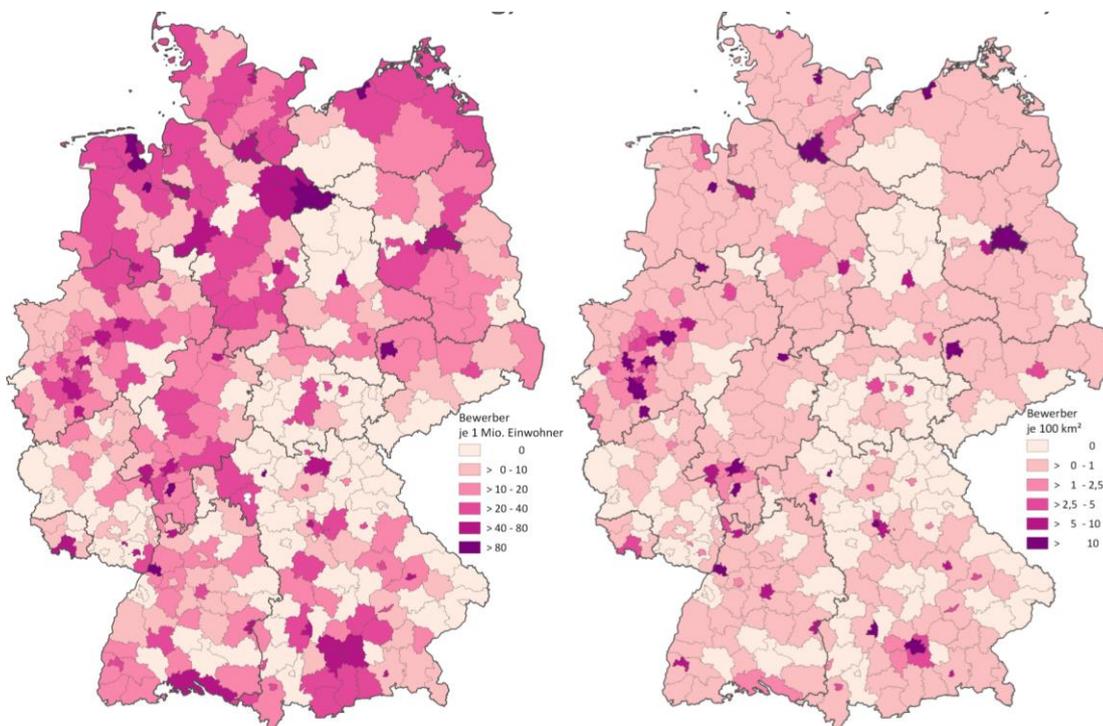


Abbildung 6: Bewerbungen je Landkreis, proportional zur Bevölkerung (links) bzw. Fläche (rechts)

4.2. Organisationale Ebene (Unternehmen und Einrichtungen)

Tabelle 2 zeigt eine Gegenüberstellung der Bewerbungen und den tatsächlich Teilnehmenden nach Organisationstyp des jeweiligen Betriebs bzw. ob es sich um Freiberufliche / Soloselbstständige handelt. Die Gegenüberstellung zeigt, dass vielfältige Anwendungsfelder in der Privatwirtschaft (49 %), bei Einzelunternehmerinnen und - unternehmern (25%), in öffentlichen Einrichtungen (14 %) und bei NGOs bzw. Vereinen (13%) bestehen. Die Verteilung nach Organisationsstyp unter den tatsächlich am Projekt Teilnehmenden ist nahezu identisch. Rund drei Viertel der Teilnehmenden gehören der ursprünglich intendierten NKI-Zielgruppe „Wirtschaft“ an.

Tabelle 2: Bewerbungen und Teilnehmende nach Organisationstyp

| | Bewerbungen | Testteilnehmende |
|----------------------------------|-------------|------------------|
| Unternehmen | 48.7% | 49.8% |
| Soloselbstständige, Freiberufler | 25.0% | 24.4% |
| Öffentliche Einrichtung | 13.7% | 14.2% |
| NGO, Vereine | 12.6% | 11.5% |
| N | 1.935 | 755 |

Der Vergleich der Verteilung der Unternehmensgröße (Abbildung 7, linker Bereich), in denen die Teilnehmenden beschäftigt sind, gegenüber der Größenverteilung aller Unternehmen in Deutschland, macht deutlich, dass Selbstständige und große Unternehmen mit über 50 Beschäftigten überproportional bei der Testteilnahme repräsentiert sind. Dagegen sind anteilig kleine Betriebe (bis 9 Beschäftigte) stark unterrepräsentiert. Bezogen auf den Jahresumsatz ist die Verteilung der teilnehmenden Betriebe der Gesamtverteilung ähnlicher (Abbildung 7, rechter Bereich). 12,7 % der beteiligten Betriebe sind Startups.

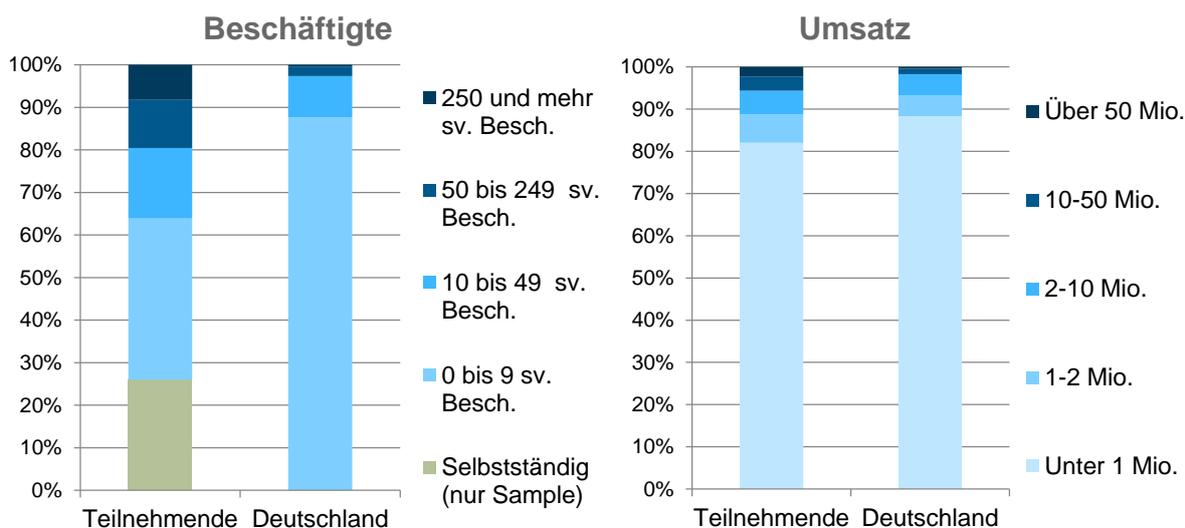
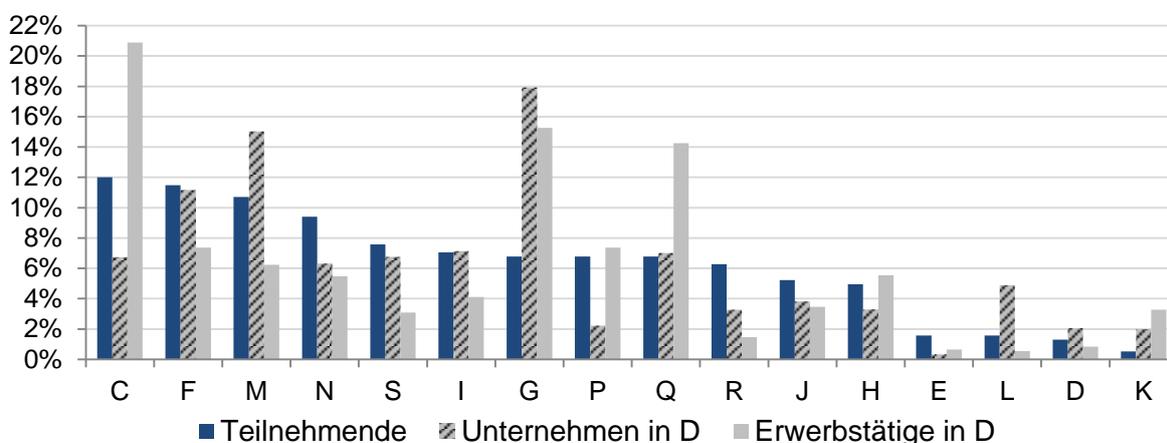


Abbildung 7: Vergleich der Verteilungen der Teilnehmenden und aller Unternehmen in Deutschland, nach Beschäftigtengrößenklasse (links) und Umsatz (rechts)

Abbildung 8 zeigt die Verteilung der Teilnehmenden in den jeweiligen Wirtschaftszweigen im Vergleich zu den Anteilen aller Unternehmen bzw. Erwerbstätigen in Deutschland im jeweiligen Wirtschaftszweig. Die Darstellung zeigt, dass die Beteiligung verschiedener Branchen am Lastenradtest breit gefächert ist. Dabei ist das verarbeitende Gewerbe (C) und das Baugewerbe (F) am stärksten vertreten. Dienstleistende (M, N, S) belegen anteilmäßig die Plätze drei, vier und fünf. Der Handel (G) ist unterrepräsentiert, was aufgrund des großen Anteils des stationären Handels nachvollziehbar scheint. Ebenfalls unterrepräsentiert ist das Gesundheitswesen (Q). Hier sind anteilig doppelt so viele Erwerbstätige beschäftigt, wie anteilig am Testprogramm teilgenommen haben. Dem gegenüber steht der Wirtschaftszweig Kunst, Unterhaltung und Erholung (R), der stark überrepräsentiert ist.



| | | | |
|---|---|---|---|
| C | Verarbeitendes Gewerbe | L | Grundstücks- und Wohnungswesen |
| D | Energieversorgung | M | Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen |
| E | Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung v. Umweltverschmutzungen | N | Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen |
| F | Baugewerbe | P | Erziehung und Unterricht |
| G | Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen | Q | Gesundheits- und Sozialwesen |
| H | Verkehr und Lagerei | R | Kunst, Unterhaltung und Erholung |
| I | Gastgewerbe | S | Erbringung von sonstigen Dienstleistungen |
| J | Information und Kommunikation | | |
| K | Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen | | Darstellung ohne Sektoren A, B, O, T, U |

Abbildung 8: Vergleich der Verteilung der Teilnehmenden mit den deutschlandweiten Verteilungen der Anzahl Unternehmen und Erwerbstätigen⁵, nach Wirtschaftszweig

Die Verteilung legt nahe, dass die Lastenräder grundsätzlich in allen Branchen genutzt werden können. Tiefergehende Analysen haben allerdings gezeigt, dass in gewissen Wirtschaftszweigen

⁵ Quellen: Destatis (=Statistisches Bundesamt) (2020): 12211-0009: Erwerbstätige: Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige (WZ2008), Geschlecht. Bezugsjahr: 2018. URL: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=previous&levelindex=0&step=0&titel=Tabellenaufbau&levelid=1594682633161&acceptcookies=false#astructure> (Stand: 14.07.2020).

Destatis (=Statistisches Bundesamt) (2020): 52111-0001: Unternehmen (Unternehmensregister-System): Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige (Abschnitte), Beschäftigtengrößenklassen. Bezugsjahr: 2017. URL: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=table&code=52111-0001&bypass=true&levelindex=0&levelid=1594683450255#abreadcrumb> (Stand: 14.07.2020).

ein signifikant höherer Anteil Kaufender als in anderen Branchen besteht (vgl. hierzu auch das Kap. 7.2). Betriebe aus den Wirtschaftszweigen D, E, G, H, I, J, K, L, R und S schaffen nach dem Test eher Lastenräder an, als Betriebe aus den Wirtschaftszweigen C, F, M, N, P und Q. Eventuell lässt sich die Kaufentscheidung auf das in den letztgenannten Branchen üblicherweise höhere Gewicht von transportierenden Gütern (gerade in den Branchen C Verarbeitendes Gewerbe und F Baugewerbe) zurückführen. Statistisch belastbar ist diese Vermutung jedoch nicht.

4.3. Individuelle Ebene (Befragte)

Auf der individuellen Ebene der Befragten zeigt sich ein deutlicher Überhang an männlichen Teilnehmenden (84,1 %). Tabelle 3 zeigt die Verteilung der jeweils höchsten Bildungsabschlüsse unter den Teilnehmenden sowie die individuelle Einkommenshöhe. Einen Hochschulabschluss haben 49 % der Teilnehmenden, fast neun Prozent besitzen einen Meistertitel.

Tabelle 3: Höchster Bildungsabschluss (links) und Einkommensklasse (rechts) der Befragten/Projektverantwortlichen (Gruppe: alle Teilnehmenden)

| Bildungsabschluss | Befragte | Einkommen | Befragte |
|--------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Kein Abschluss | 0,1 % | Unter 1.250 € | 13,1 % |
| Haupt- / Volksschule | 3,0 % | 1.250 bis 1.749 € | 19,7 % |
| Mittlere Reife etc. | 20,5 % | 1.750 bis 2.249 € | 20,3 % |
| Abitur / EOS | 16,8 % | 2.250 bis 2.999 € | 22,4 % |
| Hochschulabschluss | 49,1 % | Mehr als 3.000 € | 24,6 % |
| Promotion | 1,6 % | | |
| Meister | 8,9 % | | |

Das durchschnittliche Alter der Teilnehmenden liegt bei 45,1 Jahren. Der Vergleich mit der Altersverteilung der Erwerbsbevölkerung in Deutschland zeigt, dass junge Menschen (bis zu einem Alter von 29 Jahren) unter den Teilnehmenden unterrepräsentiert sind. Menschen in einem Alter zwischen 30 und 39 Jahren sind etwa anteilig wie in der deutschen (erweiterten) Erwerbsbevölkerung (hier definiert als 18-69 Jahre) repräsentiert. Das Alter des ältesten Teilnehmers im Sample beträgt 71 Jahre. Bei den Teilnehmenden sind insbesondere die Altersgruppen 40-49 und 50-59 Jahren stark überrepräsentiert. Die Gruppe der 60-Jährigen und älter ist im Vergleich zur Bevölkerung weniger stark vertreten. Diese Altersstruktur überrascht bei dem recht hohen Anteil an Start-Ups (12,7 %): Nur 30 % der Teilnehmenden ist unter 40 Jahre. Die Altersstruktur könnte aus dem Umstand resultieren, dass die berufliche Verantwortung mit dem Alter korreliert: Höheres Alter bedeutet i.d.R. mehr Verantwortung im Unternehmen.

Um detaillierte Aufschlüsse zu den Verantwortungsbereichen der Teilnehmenden bzw. der Arbeitsorganisation im jeweiligen Betrieb zu erhalten, wurden die Teilnehmenden zu diesen Aspekten konkret befragt: Entsprechend dem Alter, dem Einkommen und dem Bildungshintergrund, haben die Befragten zum Teil eine lange Berufserfahrung bzw. bekleiden eine verantwortungsvolle Position im Unternehmen. So haben beispielsweise 82,3 % der Befragten Führungsverantwortung.

Für die Auswahl und den Einkauf von Fahrzeugen sind 65,9 % der Befragten verantwortlich. 24,8 % sind in diesen Prozess involviert und nur 9,3 % sind in diesen Prozess überhaupt nicht involviert. Zudem sind 61,1 % der Befragten für die Einsatzplanung von Fahrzeugen verantwortlich; 28,2 % sind in diesen Prozess involviert und 10,7 % sind nicht involviert.

Ferner hat die Befragung ergeben, dass die Nutzung des Dienstfahrzeugs einen wesentlichen Aspekt im Arbeitsalltag der Teilnehmenden darstellt. So verbringen die Befragten durchschnittlich rund ein Viertel ihrer Arbeitszeit auf dienstlichen Wegen (8,4 Stunden pro Woche). Abbildung 9 zeigt die Verteilung der hierfür benutzten Verkehrsmittel. Knapp 30 % der dienstlichen Wege werden bereits zum Bewerbungszeitpunkt mit dem Fahrrad oder einem Lastenrad erbracht. Dies deutet darauf hin, dass ein substanzieller Anteil der Bewerberinnen und Bewerber eine hohe Fahrradaffinität aufweist. Der Pkw wird mit rund 43 % (dennoch) am häufigsten genutzt. Ferner nutzen rund 17 % Nutzfahrzeuge < 3,5 Tonnen Nutzlast. Der ÖPNV spielt eine untergeordnete Rolle. Die Befragten geben an, dass 63 % aller genutzten Fahrzeuge bzw. Verkehrsmittel einen Verbrennungsmotor aufweisen.

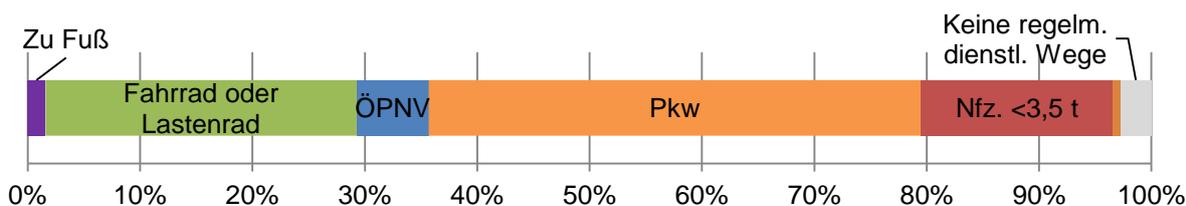


Abbildung 9: Von den Befragten vor Testbeginn vorwiegend genutztes Verkehrsmittel für dienstliche Wege

Neben dem für dienstliche Wege genutzten Verkehrsmittel wurden die Teilnehmenden auch zur allgemeinen Nutzungshäufigkeit von Fahrrädern und Lastenrädern befragt (siehe Abbildung 10). Unter zehn Prozent der Befragten gab an, ein Lastenrad oft bzw. immer zu nutzen, rund zwei Drittel gaben an nie ein Lastenrad zu nutzen. Eigene Lastenraderfahrung ist also für den Großteil der Entscheiderinnen und Entscheider keine Voraussetzung für eine gewerbliche Implementierung. Erwartungsgemäß ist die Nutzungshäufigkeit von konventionellen Fahrrädern deutlich höher: 4 von 5 geben an, entweder „häufig“ oder „immer“ das Fahrrad zu nutzen. Dies unterstreicht die Fahrradaffinität der Testteilnehmenden.

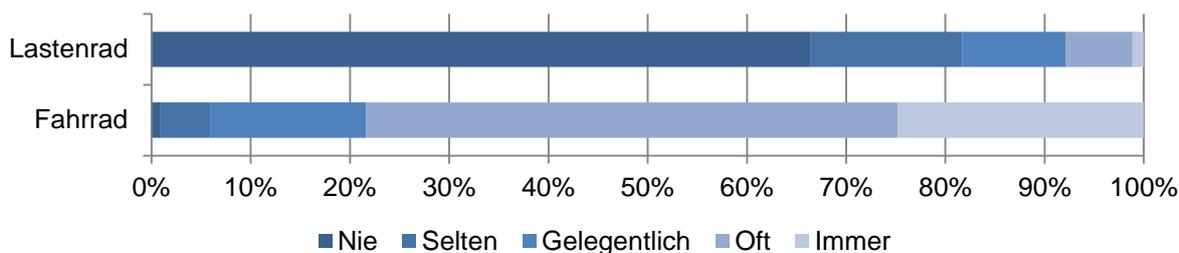


Abbildung 10: Allgemeine Nutzungshäufigkeit von Fahrrad und Lastenrad unter den Befragten

4.4. Bestehender Fuhrpark

Die Erhebung zu den bestehenden Fahrzeugen ergab, dass rund 50 % der Befragten einem Unternehmen angehört, das einen Unternehmensfuhrpark von zwei bis sechs Flottenfahrzeugen hat. Die Befragten legen mit einem Dienstfahrzeug täglich zwischen 13 und 46 km zurück. Dabei machen sie rund zwei bis sechs Stopps pro Fahrzeug täglich.

Die Differenzierung des Fuhrparks nach Fahrzeugtyp zeigt, dass die Bestandsflotten mit rund neun Fahrzeugen (1,7 Lastenräder, 3,8 Pkw, 2,3 leichte Nutzfahrzeuge und 0,6 Lkw > 3,5 t) eher klein sind (vgl. Abbildung 11).

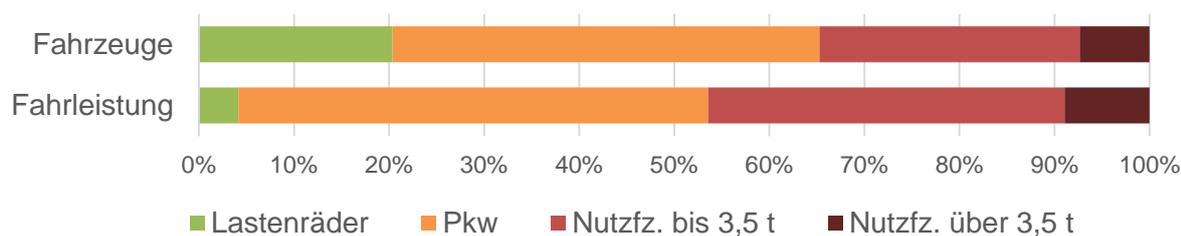


Abbildung 11: Proportionaler Anteil der Fahrzeuge in der Bestandsflotte und der bisherigen Tagesfahrleistung, nach Fahrzeugtyp in der Gruppe der Teilnehmenden (n=755); summierte Anzahl Fahrzeuge = 6.556, summierte Tagesfahrleistung = 43.123 km

Der überwiegende Teil der Fahrleistung wird derzeit mit verbrennungsmotorischen Fahrzeugen erbracht: Im Mittel 76,5 % der Fahrleistung (Q1=60%, Median sogar 98,7 %). Das bedeutet, dass bei der Hälfte der Teilnehmenden die Fahrleistung derzeit quasi ausschließlich verbrennungsmotorisch erbracht wird.

Bezüglich der Entscheidungsfindung bei der Anschaffung von dienstlichen Fahrzeugen zeigte sich, dass rund 80 % der Teilnehmenden Einrichtungen dem sogenannten „autokratischen Flottenentscheidungsstil“ zugeordnet werden können. Die Einordnung basiert auf der Typologie von Nesbitt und Sperling 2001⁶. Diese Unternehmen sind gekennzeichnet von einer hohen Zentralisierung (d.h. wenige Personen sind bei der Flottenentscheidung involviert) und einer niedrigen Formalisierung (d.h. Entscheidungen entstehen eher intuitiv und nicht einem fixierten Regelwerk folgend). Der hohe Anteil an Teilnehmenden mit autokratischem Flottenentscheidungsstil stützt die Aussage von Nesbitt und Sperling, dass diese Art von Unternehmen gut für Testung und Implementierung von alternativen Fahrzeugkonzepten geeignet sind.

⁶ Nesbitt, K. & Sperling, D. (2001): Fleet purchase behavior: decision processes and implications for new vehicle technologies and fuels. In: Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 9, 297-318.

5. Einstellungen, Wahrnehmungen und Bewertungen der Teilnehmenden

5.1. Allgemeine Bewertungen der Lastenrad-Eignung, Zufriedenheit mit Modell, Wirtschaftlichkeit und Kaufbereitschaft

Im Folgenden werden die Ergebnisse zur Zufriedenheit und Bewertung der Lastenräder durch die Teilnehmenden dargestellt. Abbildung 12 zeigt das Ergebnis der Befragung (am Ende des Testzeitraums) nach der allgemeinen Eignung der Lastenräder für die anfallenden Transportaufgaben, der Zufriedenheit mit dem getesteten Modell, der Wirtschaftlichkeit sowie der Bereitschaft, ein Lastenrad nach Testende anzuschaffen.

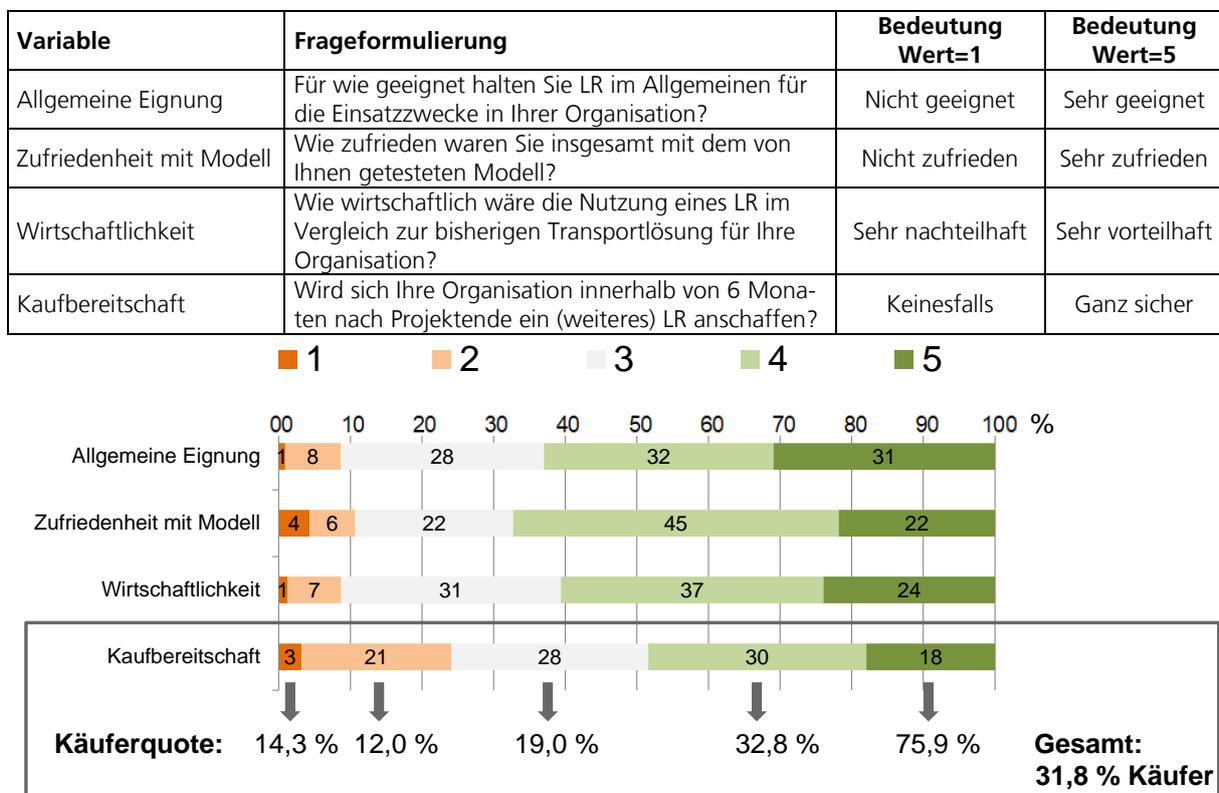


Abbildung 12: Allgemeine Eignung, Zufriedenheit mit Modell, Wirtschaftlichkeit, Kaufbereitschaft.

Die Grafik zeigt, dass in den vier Kategorien mehrheitlich hohe Punktzahlen am Ende des Testzeitraums vergeben wurden. 32 % der Testteilnehmenden schaffen dann auch tatsächlich ein Lastenrad nach der Testteilnahme an. Die unterste Zeile zeigt die tatsächliche Kaufquote aufgegliedert nach der angegebenen Kaufwahrscheinlichkeit. Sie weist bspw. aus, dass 76% der Personen, die angaben, dass ihre Organisation sich „ganz sicher“ ein Lastenrad innerhalb von 6 Monaten nach Projektende anschaffen würde, auch ein Lastenrad gekauft haben. Interessanterweise zeigt sich auch, dass 14% der Personen, die „keinesfalls“ angaben ein Lastenrad angeschafft haben. Zur Lastenrad-Kaufentscheidung siehe im Detail auch Kap. 7.

Abbildung 13 zeigt einen Vergleich der Bewertung zweier der soeben vorgestellten Dimensionen nach Wirtschaftszweig: Die Einschätzung der allgemeinen Eignung von Lastenrädern für die jeweiligen Einsatzzwecke und die Zufriedenheit mit dem getesteten Modell. Die Werte repräsentieren die Mittelwerte der 5-stufigen Bewertungsskala.

Der größte Unterschied zwischen den beiden Dimensionen besteht bei den Teilnehmenden des markierten Wirtschaftszweigs H (Verkehr und Lagerei). Transportdienstleistende, die die größte Gruppe in diesem Wirtschaftszweig ausmachen, sind hochgradig von der Eignung von Lastenrädern in ihrer Branche überzeugt (Mittelwert von 4,8), aber sind verhältnismäßig unzufrieden mit den getesteten Lastenrad-Modellen (Mittelwert von 3,7). Diese hohe Abweichung von 1,1 Punkten ist ein Indiz dafür, dass die während des Projekts getesteten Fahrradmodelle noch nicht über eine vollständige Marktreife zur gewerblichen Nutzung verfügten. Nichtsdestotrotz weist der Wirtschaftszweig H – im Vergleich zu den anderen Wirtschaftszweigen – eine hohe Quote an Kaufenden von rund 47% auf.

| Wirtschaftszweig (WZ 2008) | Allgemeine Eignung | Zufriedenheit mit Modell | Differenz | Käufer | n |
|--|--------------------|--------------------------|------------|--------------|------------|
| A Land-u. Forstwirtschaft, Fischerei | 4.1 | 3.9 | 0.2 | 18.8% | 16 |
| C Verarbeitendes Gewerbe | 3.2 | 3.6 | -0.4 | 19.6% | 46 |
| F Baugewerbe | 3.3 | 3.7 | -0.4 | 27.3% | 44 |
| G Handel; Instandh.u.Rep.v. Kfz | 3.7 | 3.7 | 0.0 | 42.3% | 26 |
| H Verkehr und Lagerei | 4.8 | 3.7 | 1.1 | 47.4% | 19 |
| I Gastgewerbe | 3.9 | 3.6 | 0.3 | 48.1% | 27 |
| J Information u. Kommunikation | 4.3 | 3.6 | 0.7 | 40.0% | 20 |
| M Freiberufliche,wiss.u. techn.Dienstleistg. | 4.0 | 3.9 | 0.1 | 22.0% | 41 |
| N Sonst.wirtschaftl. Dienstleistg. | 3.8 | 3.8 | 0.0 | 33.3% | 36 |
| O Öff.Verw.,Verteidigung; Sozialversicherung | 3.8 | 3.7 | 0.1 | 22.0% | 41 |
| P Erziehung u.Unterricht | 3.8 | 3.8 | 0.0 | 26.9% | 26 |
| Q Gesundheits-u. Sozialwesen | 4.0 | 3.9 | 0.1 | 30.8% | 26 |
| R Kunst,Unterhaltung u.Erholung | 4.4 | 4.1 | 0.3 | 41.7% | 24 |
| S Sonst.Dienstleistg. | 4.1 | 3.7 | 0.4 | 34.5% | 29 |
| Gesamt | 3.8 | 3.7 | 0.1 | 31.8% | 440 |

Referenz: 1.0 5.0

Abbildung 13: Bewertungen und Käuferquote, nach Wirtschaftszweig

Tabelle 4: Optimierungsbedarf an den getesteten Lastenradmodellen aus Sicht der Teilnehmenden

| Sehen Sie Optimierungsbedarf bei dem von Ihnen getesteten Lastenradmodell? Ja: 78,2 % Nein: 21,8 % | Wenn ja: in welchen Bereichen? | |
|---|---------------------------------------|--------|
| | Cargobox, Ladefläche | 62,5 % |
| | Fahrkomfort | 43,0 % |
| | (Klassische) Fahrradkomponenten | 35,8 % |
| | E-Antrieb, Akku | 35,2 % |
| | Sicherheit, Sicherheitsempfinden | 22,7 % |
| | Fehlende / zusätzliche Features | 20,1 % |

Die Tabelle 4 weist die Ergebnisse der Befragung zum Optimierungsbedarf der getesteten Fahrzeuge aus. Es zeigt sich, dass grundsätzlich ein hoher Optimierungsbedarf der Lastenräder besteht, fast 80 % der Befragten geben dies an. Die Transportbox kritisieren die meisten Nutzenden: Über 62 % sehen hier Verbesserungsbedarf. Zudem wird mehr Fahrkomfort gewünscht (43 %). Beim Thema Verkehrssicherheit sehen hingegen nur knapp 23 % der Testenden einen fahrzeugseitigen Optimierungsbedarf, ähnlich selten werden fehlende Ausstattungsmerkmale bemängelt.

5.2. Motivation zur Testteilnahme, Einstellungen zum unternehmerischen Handeln und zu Politikmaßnahmen

Bei der Frage nach der Motivation zur Testteilnahme (Abbildung 14) überwiegt das Interesse am Umweltschutz durch die Nutzung eines emissionsfreien Fahrzeugs sowie das Einnehmen einer Vorbildrolle für andere Betriebe bzw. Einrichtungen in der jeweiligen Branche. Ökonomische Vorteile erwarten nur ungefähr die Hälfte der Testteilnehmenden. Die Lastenräder als Alternative bei drohenden Diesel-Fahrverboten zu testen ist nur für jeden vierten Betrieb relevant (wenn die Antwortkategorien „stimmt ziemlich“ und „stimmt sehr“ zusammengefasst betrachtet werden).

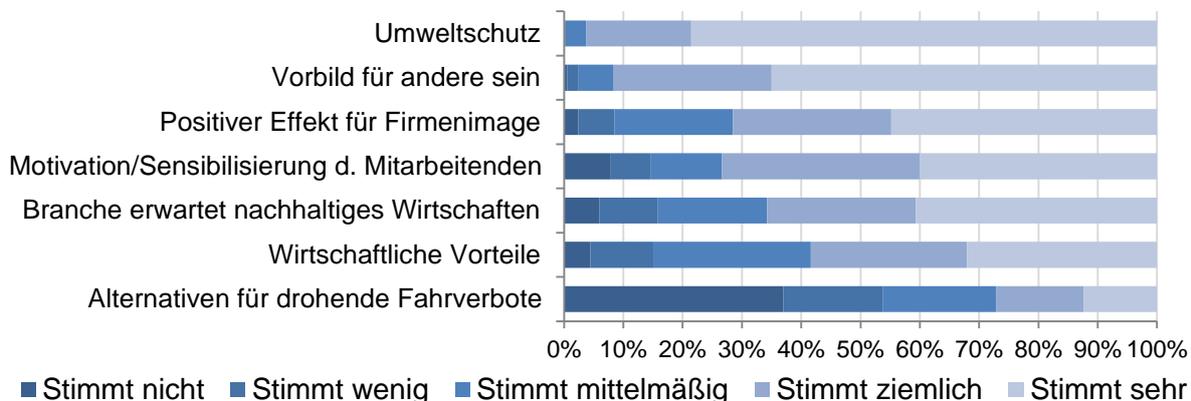


Abbildung 14: Motivation und Gründe für das Interesse der Teilnehmenden an Lastenrädern, abgefragt zum Bewerbungszeitpunkt (T0)

Die nachfolgende Abbildung 15 zeigt eine breite Palette an Merkmalen, die die Einstellungen der Teilnehmenden zu unternehmerischem Handeln in Bezug auf Umweltschutz, Technologie und zur gewerblichen Nutzung von Lastenrädern widerspiegeln. Diese wurden im Rahmen der T1-Befragung am Testende abgefragt.

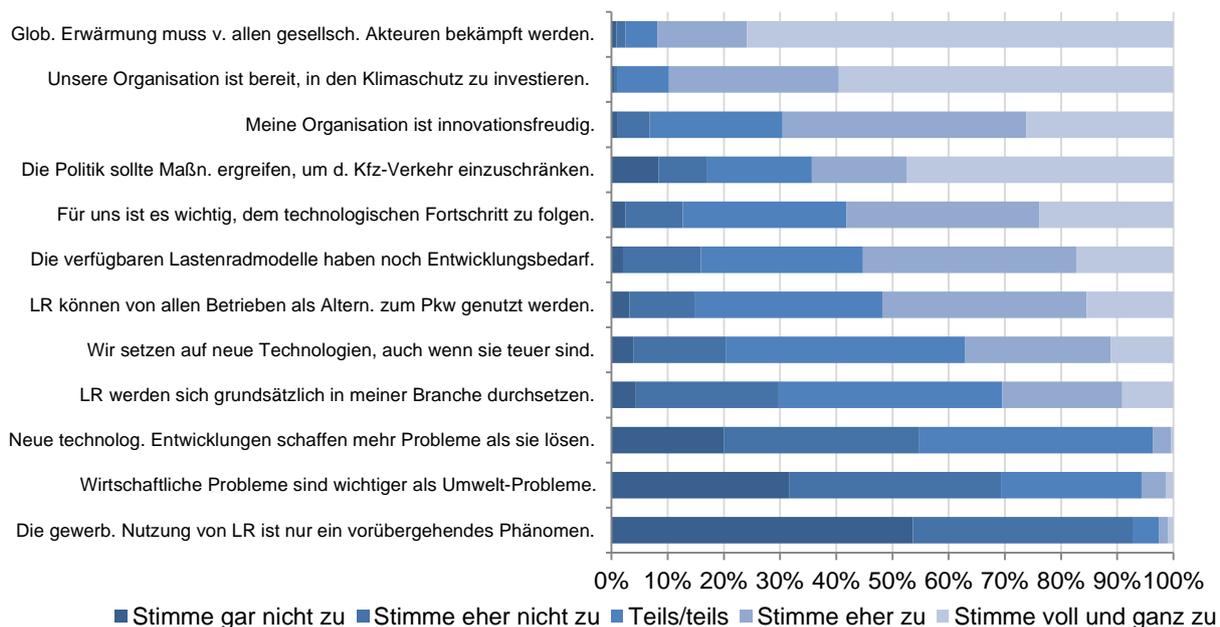


Abbildung 15: Einstellungen zum unternehmerischen Handeln, abgefragt am Ende des Testzeitraums (T1)

Auch hier wird der hohe Stellenwert von Umwelt- und Klimaschutz im Kontext von gewerblichen Entscheidungen bei den Testenden deutlich. Mithilfe einer Faktorenanalyse können die teilnehmenden Betriebe und Einrichtungen in zwei zentrale Kategorien unterschieden werden: Solche mit hohem Interesse für die Nachhaltigkeitstransformation in ihrer Branche und solche mit einem hohen Interesse für Technologie und Innovation. Hinsichtlich der Einstellungen zur gewerblichen Nutzung von Lastenrädern zeigt sich ein kongruentes Bild zum vorgehenden Abschnitt zu der Fahrzeugeignung, Zufriedenheit und Wirtschaftlichkeit: Die allermeisten Teilnehmenden halten Lastenräder *nicht* für ein vorübergehendes Phänomen, vielmehr ist die Mehrheit überzeugt, dass es für alle Betriebe Potenzial gibt, Pkw mithilfe von Lastenrädern zu ersetzen. Nichtsdestotrotz sind die Befragten uneins, ob sich Lastenräder generell in der jeweiligen Branche durchsetzen werden. Dies dürfte assoziiert sein mit der überwiegenden Meinung, dass es bei den verfügbaren Lastenradmodellen noch Entwicklungsbedarf gibt.

5.3. Wahrnehmung von Treibern und Hemmnissen der Lastenradnutzung

Zur Analyse der Wahrnehmung von Vorteilen bzw. Treibern und Nachteilen bzw. Hemmnissen der gewerblichen Lastenradnutzung wurden wie in Kap. 3.1 (vgl. Abbildung 1: Longitudinales Design der Befragung der Nutzenden mit Themenblöcken) beschrieben mehrere Erhebungen durchgeführt. Die Teilnehmenden bewerteten 23 Items zu ihrer Wahrnehmung von Treibern und Hemmnissen zu den Zeitpunkten ihrer Bewerbung (T0), am Ende des Testzeitraums (T1) sowie

rund drei Monate nach dem Testende (T2). Daraus lassen sich Hinweise auf die Effekte der eigenen Testerfahrung auf eine mögliche Wahrnehmungsveränderung ableiten. Die Abbildung 16 listet die 23 abgefragten Items (11 Treiber und 12 Hemmnisse) auf, sortiert nach der wahrgenommenen Stärke vor dem Lastenradtest (T0). Die Bewertung fand auf einer Bewertungsskala von 1 bis 5 statt. Je grüner der farbige Hintergrund, desto stärker wird ein Treiber oder desto schwächer wird ein Hemmnis wahrgenommen. Umgekehrt zeigt ein rotes Spektrum starke Hemmnisse oder schwache Treiber an. Gelbliche Farbtöne stehen für mittlere Abstufungen. In der letzten Spalte wird auf die Veränderung bei der Bewertung eingegangen.

| TREIBER | Kurzform | Vor Test | Testende | Veränd. |
|--|------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Ich kann mit LR unabhängig von Parkplätzen und Ladebuchten halten. | Flexibles Parken | 4.4 | 4.4 | o |
| LR fördern unser Image. | Image | 4.4 | 4.3 | o |
| LR fördern die Gesundheit der Mitarbeiter. | Gesundheit | 4.4 | 4.2 | o |
| Die elektrische Reichweite von LR reicht für unsere Zwecke aus. | Elektrische Reichweite | 4.3 | 4.1 | - |
| LR sind günstiger als Kraftfahrzeuge. | Anschaffungskosten | 4.3 | 4.2 | o |
| Die Wartungskosten sind bei LR günstiger als bei Kraftfahrzeugen. | Wartungskosten | 4.2 | 4.3 | o |
| LR tragen zum Erreichen der betrieblichen Umweltschutzziele bei. | Betriebliche Umweltschutzziele | 4.2 | 4.1 | o |
| Die Nutzung von LR macht den Mitarbeitern Spaß. | Spaßfaktor | 4.1 | 4.1 | o |
| Ich erreiche mit LR auch für Autos gesperrte Gebiete (z. B. FuZo). | Erreichbarkeit | 4.1 | 4.3 | o |
| Die Fahrzeit von LR ist zuverlässig planbar. | Planbarkeit | 4.0 | 4.0 | o |
| Ich erreiche mit LR meine Fahrtziele schneller als mit dem Auto. | Fahrtzeit / Geschwindigkeit | 3.5 | 3.3 | o |
| | <i>Farbreferenz Treiber:</i> | 1.0 | 5.0 | |
| HEMNMISSE | Kurzform | Vor Test | Testende | Veränd. |
| Das Fahren eines LR erfordert Übung. | Fahrzeughandhabung | 3.2 | 3.6 | + |
| Radwege und die Fahrrad-Infrastruktur sind schlecht ausgebaut. | Fahrradinfrastruktur | 2.9 | 3.6 | ++ |
| Die Einführung von LR ist teuer. | Implementierungskosten | 2.9 | 3.3 | + |
| Schlechtes Wetter schränkt die Nutzbarkeit von LR ein. | Witterungsabhängigkeit | 2.9 | 3.4 | ++ |
| Das LR könnte gestohlen werden. | Diebstahl | 2.7 | 3.0 | + |
| Es gibt kein etabliertes Service-Netzwerk für LR. | Service-Netzwerk | 2.4 | 2.7 | + |
| Im Straßenverkehr ist man auf dem LR gefährdet. | Verkehrssicherheit | 2.4 | 2.9 | ++ |
| Die Kapazität der Transportkiste des LR reicht nicht aus. | Ladepazität | 2.2 | 2.7 | ++ |
| Die Einführung von LR ist mit organisatorischem Aufwand verbunden. | Organisatorischer Aufwand | 2.2 | 2.5 | + |
| LR können nicht meinen räumlichen Geschäftsbereich abdecken. | Räumlicher Geschäftsbereich | 2.1 | 2.7 | ++ |
| Die Ladung von LR könnte während des Transports beschädigt werden. | Beschädigung des Transportguts | 1.8 | 2.1 | + |
| Die Mitarbeiter in meiner Organisation akzeptieren LR nicht. | Mitarbeiter-Motivation / Akzeptanz | 1.7 | 2.0 | + |
| | <i>Farbreferenz Hemmnisse:</i> | 1.0 | 5.0 | |

Abbildung 16: Veränderung der Wahrnehmung von Treibern und Hemmnissen durch den Lastenradtest

Bei den Treibern zeigten sich kaum Wahrnehmungsveränderungen durch den Test. Diese werden vor und nach dem Test als stark wahrgenommen, haben sich also gewissermaßen als gültig erwiesen. Hier nehmen operative und weiche Vorteile des Lastenrads die obersten Plätze ein, wenngleich nur eine geringe Stratifizierung zwischen den Aspekten vorliegt. Bei den Hemmnissen gab es deutliche Änderungen. Alle Aspekte wurden nach dem Test als stärker, d.h. hemmender wahrgenommen, mitunter gab es Verschiebungen des Mittelwerts von 0,5 Punkten auf der Bewertungsskala oder mehr. Es lässt sich daraus die Aussage ableiten, dass einzelne Hemmnisse und Nachteile der Lastenradnutzung vor dem Praxistest unterschätzt wurden. Allerdings befinden sich die Bewertungen auch am Testende weiterhin im mittleren Bereich des Spektrums, farblich also im gelb-orangen (und nicht im roten) Bereich. Zudem überwiegt insgesamt im Feld der Teilnehmenden auch nach der eigenen Praxiserfahrung die Wahrnehmung von vorteilhaften Aspekten gewerblicher Lastenradnutzung.

Es kann vermutet werden, dass sich die im Test gemachten Erfahrungen (die sich auch in den hier dargestellten Wahrnehmungsveränderungen manifestieren) auf die Lastenrad-Kaufentscheidung auswirken. Darauf wird weiter unten in Kap. 7.2 eingegangen.

Eine weitergehende Analyse derselben Daten zur Ex-ante-Wahrnehmung von Treibern und Hemmnissen (also der Wahrnehmung vor dem eigenen Lastenradtest) bietet ein 2020 veröffentlichter Fachartikel⁷. Hauptziel war dabei eine Dimensionsreduktion mithilfe des Verfahrens der Hauptkomponentenanalyse. Dieses Verfahren ordnet die Vielzahl einzelner Aspekte einer darüberliegenden Faktorenstruktur zu. Damit konnten elf positive und zwölf negative Aspekte der Lastenradnutzung auf drei Treiber-Faktoren und vier Hemmnis-Faktoren reduziert werden (Abbildung 17).

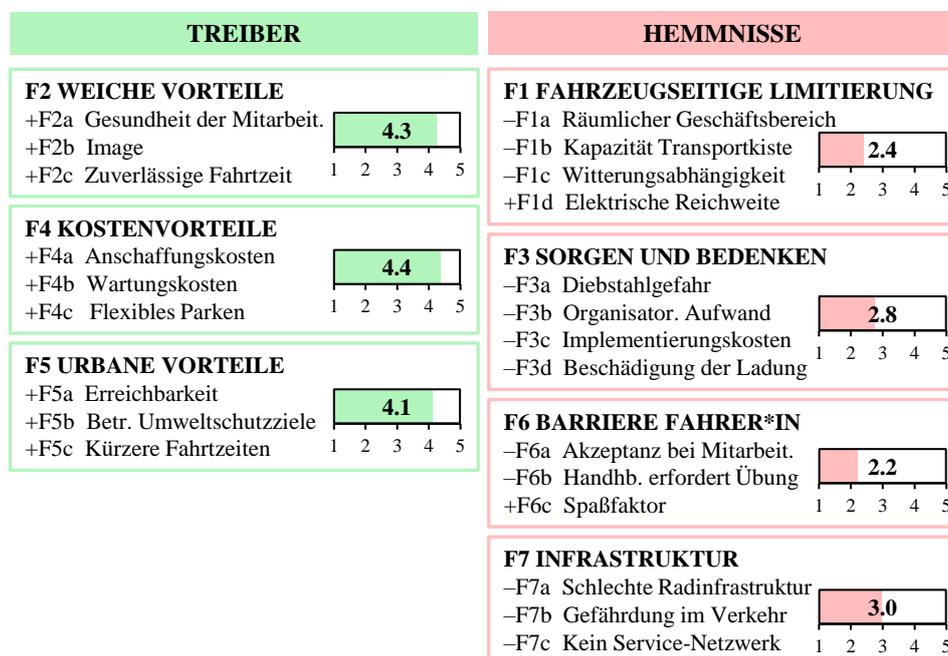


Abbildung 17: Zuordnung der 23 abgefragten Treiber und Hemmnisse (inklusive Item-Codes) zu den sieben Hauptfaktoren F1 bis F7 und mittlere Faktorladungen.

Die drei Treiber-Faktoren sind unterteilt in: 1. weiche Vorteile, 2. Kostenvorteile und 3. urbane Vorteile. Letzterer beschreibt Aspekte, die vor allem in städtischen Kernräumen eine hohe Bedeutung aufweisen. Auf Seiten der Hemmnisse lassen sich vier Faktoren identifizieren: 1. unmittelbare fahrzeugseitige Limitierungen (wie Reichweite, Ladekapazität und Witterungsabhängigkeit), 2. stärker subjektive Bewertungen der Entscheidenden (Sorgen und Bedenken), 3. ggf. auch nur antizipierte Akzeptanzdefizite auf Seiten der Nutzenden und 4. Aspekte der verkehrlichen und technischen Infrastruktur. Die gegebene Faktorstruktur kann von großem Nutzen sein, um Treiber zu stärken und Hemmnisse abzubauen und somit strategisch und systematisch die Lastenrad-Akzeptanz zu erhöhen.

⁷ Thoma, L. & Gruber, J. (2020): Drivers and barriers for the adoption of cargo cycles: An exploratory factor analysis. In: Transportation Research Procedia, 46, 197–203. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.181>

6. Lastenradnutzung

6.1. Nutzungsverhalten der Teilnehmenden

Zur Beschreibung des Lastenrad-Nutzungsverhaltens der Testteilnehmenden werden die Ergebnisse der verschiedenen Erhebungen gegenübergestellt: Die beabsichtigte Nutzung (T0), die angegebene Nutzung während des Tests (T1) und der Nutzung nach dem Kauf eines eigenen Lastenrads (T2). Tabelle 5 zeigt eine Gegenüberstellung der Anteile von Einsatzzwecken, wie sie in verschiedenen Erhebungen angegeben wurden.

Tabelle 5: Verteilung der Einsatzzwecke bei verschiedenen Erhebungen

| Einsatzzwecke | T0: Beabsichtigte Nutzung im Test | T1: Angegebene Nutzung im Test | T2: Reale Nutzung bei gekauftem LR | App: Zuord- nung der getrackten Fahrten | App: Zuord- nung der getrackten Fahrleistung |
|---|--|---|---|--|---|
| Ausliefern von Gütern | 26.4% | 20.3% | 23.3% | 12.6% | 14.7% |
| Abholung von Gütern | 13.4% | 13.6% | 14.3% | 11.9% | 11.3% |
| Erbringung von Dienstleistungen | 38.7% | 38.2% | 36.1% | 26.3% | 24.6% |
| Sonstige dienstliche/geschäftliche Erledigungen | 20.2% | 25.1% | 22.6% | 18.9% | 20.1% |
| Private Erledigungen | 1.4% | 2.8% | 3.8% | 9.0% | 9.0% |
| Rückfahrt (nur bei App-Befragung) | | | | 21.2% | 20.4% |
| N | 292 | 537 | 133 | 490 | 490 |

Berücksichtigt man die Kategorie „Rückfahrt“, die man nur fahrtenspezifisch in der App auswählen konnte, nicht, entfällt mehr als ein Zehntel der Fahrten und der Fahrleistung auf private Fahrten. Diese Anteile wurden demnach in den Online-Befragungen T0-T2 unterschätzt. Die Verhältnisse der anderen Kategorien zeigen keine größeren Auffälligkeiten.

Bei näherer Prüfung des Antwortverhaltens von Interessierten und Teilnehmenden zeigten sich in der Praxis Schwächen bei der vorgegebenen Kategorisierung, die kongruent zur Güterverkehrserhebung KiD 2010⁸ gewählt wurde. Bedingt durch die Heterogenität der Teilnehmenden des Tests, ggf. fehlenden Beispielen und Mischformen zwischen verschiedenen Einsatzzwecken finden sich unterschiedliche Zuschreibungen zu den Kategorien.

Es fand daher eine manuelle Rekodierung des Haupteinsatzzwecks der Teilnehmenden unter Sichtung aller Informationen über die Art der Lastenradnutzung statt. Diese erfolgte bewusst binär und teilte die teilnehmenden Betriebe und Einrichtungen in zwei Haupteinsatzzwecke auf:

⁸ <https://daten.clearingstelle-verkehr.de/240/>

- 42 % nutzten das Lastenrad zum Transport von Waren und Gütern (Güterwirtschaftsverkehr, d.h. der Transport eines Gutes steht im Vordergrund), und
- 58 % nutzen das Lastenrad zur Personenmobilität (Personenwirtschaftsverkehr, d.h. die Erbringung einer Dienstleistung oder eine dienstliche Aufgabe steht im Vordergrund).

Wenngleich es keine trennscharfe Unterscheidung zwischen diesen zwei Dimensionen gibt, so sind diese Werte doch ein Anhaltspunkt dafür, dass sich Lastenräder tendenziell eher für Dienstleistungen als für reinen Lieferverkehr eignen. Dies ist auch vor dem Hintergrund hochgradig optimierter und kostengetriebener Logistikdienste plausibel.

In den teilnehmenden Betrieben wurde das jeweilige Testfahrzeug meist von unterschiedlichen Personen verwendet. So nutzten im Mittel etwa 2,1 Personen ein Lastenrad, darunter 0,5 Frauen und 1,6 Männer (22,3 % der Testenden waren Frauen). Das bedeutet, dass Sample der Fahrenden etwas weniger männerdominiert ist als das Sample der Bewerberinnen und Bewerber. Es besteht aber dennoch zahlenseitig eine deutliche Mehrheit an männlichen Beteiligten. Abbildung 18 zeigt die Verteilung, ob die Testfahrzeuge ausschließlich von der oder dem Befragten genutzt wurden, von der oder dem Befragten und weiteren Personen, oder nur von weiteren Personen.



Abbildung 18: Nutzende des Testfahrzeugs

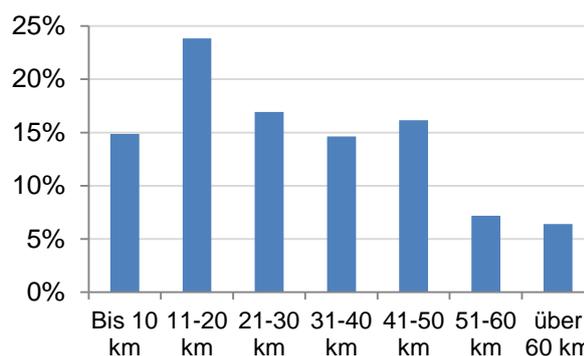


Abbildung 19: Benötigte tägliche elektrische Reichweite (Angabe in T1-Befragung)

Mit Blick auf die elektrische Reichweite gaben die meisten Befragten in der T1-Befragung an, dass eine tägliche elektrische Reichweite von 11-20 km benötigt werde. Die genaue Verteilung der benötigten elektrischen Reichweiten (mittelbar also der Batteriekapazität) ist der Abbildung 19 zu entnehmen. Im Mittel beträgt dieser Wert 34 km. Bei der Gegenüberstellung dieser „benötigten“ Tagesfahrleistung mit der tatsächlichen aufgezeichneten Fahrleistung zeigt sich, dass meistens eine höhere Kapazität gewünscht als real benötigt wird.

Weiter wurden die Veränderungen bei den Arbeitsabläufen durch den Einsatz des Lastenrades abgefragt („Haben sich durch die Nutzung des Lastenrads Veränderungen der Arbeitsabläufe in Ihrer Organisation ergeben?“). Hier zeigt sich ein sehr positives Bild. 43 % der Befragten gaben positive Veränderungen durch das Lastenrad an. Nur vier Prozent der Befragten gaben eine Verschlechterung der Arbeitsabläufe an (vgl. Abbildung 20). Aus dem Ergebnis lässt sich ableiten, dass Unternehmen keine Angst vor überhöhten Transformationskosten haben müssen: In den allermeisten Fällen sind positive oder keine Veränderungen zu erwarten.

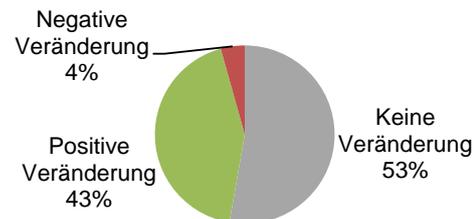


Abbildung 20: Art der Veränderung der Arbeitsabläufe durch die Lastenradnutzung

6.2. Fahrleistung

Die Tabelle 6 stellt eine Übersicht über die aufgezeichneten Verkehrsdaten vor. Wie in Kapitel 3.1 „Datenerhebung“ bereits erwähnt, wurden die Verkehrsdaten anhand drei verschiedener Instrumente erhoben (Fahrradcomputer, Smartphone-gestützte App und GPS-Tracker). Hierbei wurde der höchste übermittelte Wert unter den drei Erhebungsinstrumenten als individueller Maximalwert definiert (vgl. letzte Spalte in Tabelle 6: Aufgezeichnete Verkehrsdaten). Die Summe der individuellen Maximalwerte und damit die insgesamt registrierte Gesamtfahrleistung der Teilnehmenden während der Lastenradnutzung im Projekt ergibt 307.100 km. Der aufsummierte individuelle Maximalwert entspricht dabei zu 64 % dem vorliegenden Tachowert, zu 20 % dem Smartphone-basierten Wert und zu 16 % dem Wert des GPS-Trackers.

Tabelle 6: Aufgezeichnete Verkehrsdaten

| Welle | Fahrradcomputer („Tacho“) | Projekt-App (Android) | MovingLab-App (iOS) | GPS-Tracker | Individuelle Max-Werte |
|--|---------------------------|-----------------------|---------------------|-------------|------------------------|
| Aufgezeichnete Wege | --- | 26.500 | 4.300 | 61.600 | --- |
| Aufgezeichnete Fahrleistung | 281.000 km | 133.800 km | 27.600 km | 124.700 km | 307.100 km |
| Anzahl Teilnehmende, von denen Daten vorliegen | 690 | 518 ⁹ | 117 | 529 | 745 |
| Anteil an allen 755 Teilnehmenden | 91 % | 69 % | 15 % | 70 % | 99 % |
| Mittlere Fahrleistung je Teilnehmer/in | 407 km | 258 km | 236 km | 236 km | 412 km |

⁹ Davon 503 mit fahrtspezifischen Informationen etwa zum substituierten Verkehrsmittel.

Als ein methodischer Exkurs wird im Folgenden näher auf den Vergleich verschiedener Instrumente der Verkehrsdatenerhebung eingegangen (normiert auf eine wöchentliche Fahrleistung), siehe Abbildung 21. Zur Vermeidung von Verzerrungen werden hier nur Teilnehmende untersucht, zu denen Daten aus allen hier gegenübergestellten Quellen vorliegen (n=297):

- T0: Die zum Bewerbungszeitpunkt prognostizierte Fahrleistung beim Lastenradtest (Wochenmittel = 84 km),
- T1: Die am Ende des Lastenradtests angegebene Fahrleistung (Wochenmittel = 36 km),
- Tacho: Die vom Fahrradcomputer gemessene Fahrleistung (Wochenmittel = 33 km),
- Smartphone brutto: Die Summe der in den Apps- (Android und iOS) gemessenen Fahrleistung, bezogen auf alle Tage des Testzeitraums (Wochenmittel = 22 km),
- Android netto: Die in der App (hier: nur Android) gemessene Fahrleistung, bezogen auf die Anzahl der App-Nutzungstage (Wochenmittel = 56 km),
- GPS brutto: Die per GPS-Tracker gemessenen Fahrleistung, bezogen auf alle Tage des Testzeitraums (Wochenmittel = 20 km),
- GPS netto: Die per GPS-Tracker gemessenen Fahrleistung, bezogen auf die Anzahl der Nutzungstage des GPS-Trackers (Wochenmittel = 56 km),

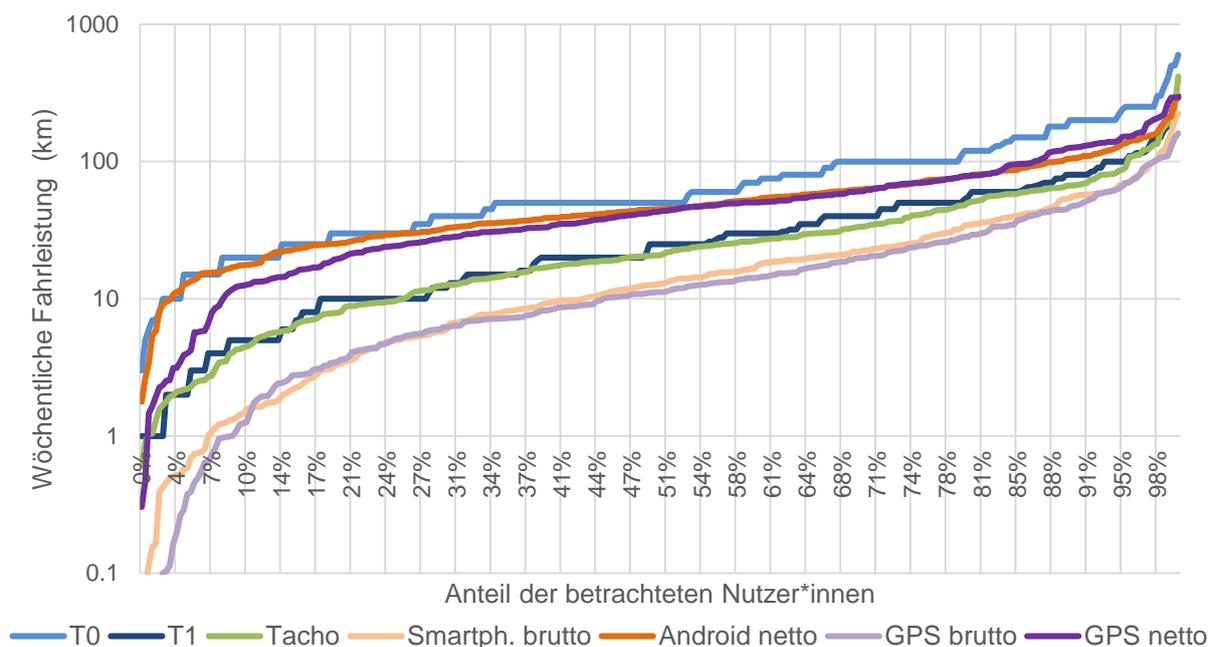


Abbildung 21: Kumulative Verteilung der Fahrleistung, Vergleich Erhebungsinstrumente

Diese Darstellung ist die bislang detaillierteste Repräsentation des Lastenrad-Nutzungsverhaltens eines heterogenen Querschnitts der deutschen Wirtschaft. Sie ermöglicht eine realistische Einschätzung der Fahrleistung von Betrieben und Einrichtungen mit keiner oder wenig Vorerfahrung. Folgende Rückschlüsse lassen sich aus der Interpretation der Kurven ableiten:

- Ungeachtet der verschiedenen Datenquellen kann die Verteilung grob in drei Bereiche unterteilt werden. Bei der Tacho-Fahrleistung teilen sich diese Bereiche bspw. in rund ein Viertel Abbrecherinnen bzw. Abbrecher und Geringnutzende (vgl. das folgende Kapitel 6.3) im linken Teil der Kurve (< 10 km je Woche), eine Mehrzahl von 70 % mit einer Nutzung von 10-100 km pro Woche und eine sehr kleine Gruppe (rechts) mit hoher Nutzungsintensität über 100 km pro Woche.
- $T_0 > T_1$: Die bei der Bewerbung getätigte Prognose überschätzt die Fahrleistung, die dann am Ende des Tests berichtet wurde.
- $T_1 \approx$ Tacho: Die am Ende des Tests berichtete Fahrleistung wird durch die Tachowerte bestätigt.
- Smartphone brutto \approx GPS brutto sowie Android netto \approx GPS netto: Dies war so zu erwarten und kann als Indiz für die Validität der Datenquellen interpretiert werden.
- Großes Delta zwischen Brutto- und Nettowerten bei App und GPS-Tracker: Hier zeigt sich die niedrige Nutzungsintensität im Testzeitraum von durchschnittlich 2,8 Tagen pro Woche. Die Nettowerte entsprechen einer Nutzung an 5 Tagen pro Woche.
- $T_0 \approx T_2$ (Kurve nicht eingezeichnet): Betrachtet man die Verteilung derjenigen 76 Teilnehmenden des Samples, die zum Zeitpunkt der T2-Befragung ein eigenes Lastenrad gekauft hatten, so liegt diese sehr vergleichbar mit den bei T_0 prognostizierten Werten. Käuferinnen und Käufer können also die ursprünglich erwartete Fahrleistung mit einem eigenen Lastenrad umsetzen.

Die Ausführungen zeigen auch, dass globale Mittelwerte nur mit Vorsicht verwendet werden sollten. Bei Bedarf eignet sich jedoch 12 km als pragmatische Rechengröße für die mittlere Tagesfahrleistung, entsprechend den Datenaufzeichnungen in der Projekt-App von 449 Beteiligten an 9.937 Lastenrad-Nutzungstagen.

6.3. Geringnutzende und Testabbrüche

Zu den Abbrecherinnen bzw. Abbrechern und Geringnutzenden zählten 150 Organisationen, was ein Fünftel aller Teilnehmenden darstellt. Als Geringnutzende werden Teilnehmende aufgefasst, die einen übermittelten individuellen Fahrleistungs-Maximalwert (bezogen auf alle Instrumente der Verkehrsdatenerhebung) von weniger als 50 km aufweisen. Hierin finden sich quasi alle Betriebe, für die das Lastenrad ungeeignet war, sowie Teilnehmende, die das Rad nicht akzeptiert haben oder den Test aus anderen Gründen abgebrochen haben. Ferner fallen hierunter auch Datenausfälle aus technischen oder operativen Gründen (z.B. Server-Ausfälle oder bewusste Nichtbeteiligung von Teilnehmenden an der Datenaufzeichnung). Wenngleich die Forschung nach den Ursachen geringer Fahrleistungen nicht in jedem Einzelfall realisierbar war, ergibt sich insgesamt dennoch die Erkenntnis, dass für einen gewissen, nicht geringen Teil der Teilnehmenden eine dauerhafte Lastenradnutzung nicht in Frage kommt.

Zur Ermittlung von wesentlichen Abbruchgründen wurde eine qualitative Analyse durchgeführt (Telefoninterviews mit 49 Abbrecherinnen und Abbrechern). Die folgende Tabelle 7 kategorisiert die meistgenannten Gründe für einen Testabbruch. Neben testspezifischen Problemen und Defekten am Fahrzeug ähnelt diese Zusammenstellung den Erkenntnissen, die aus der wiederholten Abfrage von Treibern und Hemmnissen abgeleitet werden konnten

Tabelle 7: Gründe für den Abbruch des Lastenradtests

| Anzahl Nennungen | Kategorie Hemmnis | Ausgewählte Aspekte (und Anzahl Nennungen) |
|------------------|---|---|
| 10 | Testspezifische Probleme | Servicepartner unzuverlässig (5); gescheiterte Abstimmung (3); Tracking zu aufwändig (2) |
| 15 | Mängel am Lastenrad, Sicherheitswahrnehmung | Diverse technische Mängel (9), darunter Motordefekte und (Vor)-Schäden durch Unfälle; daraus resultierende Sicherheitsbedenken (6) |
| 31 | Ausstattung und Handling des Lastenrads | Handling ist zu schwierig (15), etwa wegen Wendekreis; Transportkapazität nicht passend für Anwendung (10), Akkureichweite ist zu gering (1) |
| 18 | Personelle Probleme | Gesundheitliche Probleme der*s Fahrer*in unabhängig vom Lastenrad (7) oder in Folge der Lastenradnutzung (3); fehlendes oder nicht motiviertes Personal (7) |
| 6 | Wetterbedingte Probleme | Motivationsprobleme bei schlechtem Wetter (4); Saisonale Arbeit (2) |

6.4. Fahrtzeitenunterschiede zwischen Lastenrädern und Pkw

Wie bereits dargestellt, zeichneten die Teilnehmenden ihre Fahrten mit den Lastenrädern durch eine projekteigene App auf. Jeder Lastenradfahrt wurde anschließend mithilfe von Google Maps eine virtuelle Fahrt mit einem Pkw gegenübergestellt. Damit konnten die Fahrtzeitenunterschiede zwischen den zwei Modi analysiert werden. Dies geschah unter Berücksichtigung von Start- und Zielort sowie der Verkehrssituation. Diese Analyse und die Modellierung der Determinanten von Fahrtzeitenunterschieden zwischen Lastenrad und Pkw wurden in der Fachzeitschrift „Transportation Research Record“ veröffentlicht ¹⁰. Dieser Artikel erhielt im Januar 2019 die Auszeichnung „Best Research Paper“, vergeben durch das Urban Freight Transportation Committee (AT025) des US-amerikanischen Transportation Research Board (TRB).

Die teilweise überlappende Verteilung der Fahrtzeiten von Lastenrad und Pkw ist in Abbildung 22 zu sehen. Unter drei Kilometer haben Lastenräder und Pkw nahezu identische Fahrtzeitenbereiche, erst ab fünf Kilometer sind die Unterschiede deutlicher.

¹⁰ Gruber, J. & Narayanan, S. (2019): Travel Time Differences between Cargo Cycles and Cars in Commercial Transport Operations. In: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2673, 623–637.

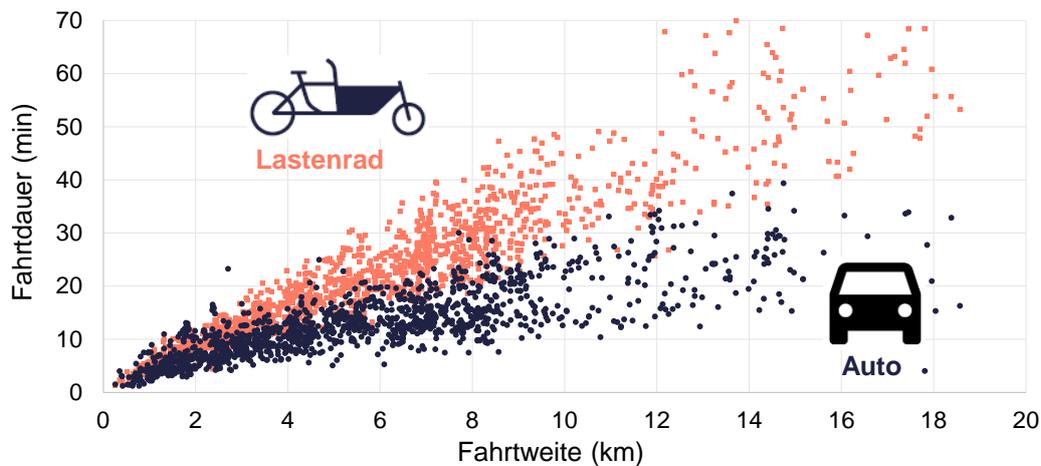


Abbildung 22: Gemessene Fahrtzeiten von Lastenrädern im Vergleich zu virtuellen Pkw-Fahrten (Ausgangslage der Analyse)

Von besonderem Interesse ist, wie diese Unterschiede zustande kommen. In Abbildung 23 werden diejenigen Variablen aufgeführt, die den Fahrtzeitenunterschied zwischen Lastenrad und Pkw im urbanen Wirtschaftsverkehr bis 20 km Distanz maßgeblich prägen. Die Variablen lassen sich in vier Kategorien gliedern: Räumliche Variablen, zeitliche Variablen, Fahrzeugvariablen und fahrt-spezifische Variablen. Vorteile für das Lastenrad ergeben sich insbesondere bei vorhandenen Abkürzungen für Fahrräder, etwa durch Parks oder freigegebene Einbahnstraßen, ebenso wie Fahrten im morgendlichen Berufsverkehr. Dort haben Pkw einen Nachteil von 1,3 Minuten. Schnelle Motorisierungen bis 45 km/h ermöglichen weitere Zeitvorteile für das Lastenrad. Ein Einfluss von fahrt-spezifischen Variablen wie Wetter, Wegezweck oder der Füllgrad der Transportkiste konnten bei dieser Auswertung nicht belastbar nachgewiesen werden. Eine Überlegenheit des Pkw gegenüber dem Lastenrad zeigt sich in Höhe von 2,3 Minuten pro Fahrt. Längere Wege sprechen ebenfalls für den Pkw: Jeder Kilometer mehr Fahrtweite gibt dem Pkw einen Vorteil von 1,7 Minuten.

| | Variable | Koeff. | Signif. |
|-------|--|--------|---------|
| | Konstante | 2.318 | *** |
| Raum | Fahrtweite Lastenrad in km | 1.696 | *** |
| | Höhenunterschied (ohne E-Motor) in m | 0.129 | *** |
| | Höhenunterschied (mit E-Motor) in m | 0.020 | *** |
| | Abkürzungen für Fahrräder in km | -1.665 | *** |
| | log(Motorisierung in Pkw je 1000 E.) | -0.512 | *** |
| Zeit | Fahrtbeginn zwischen 6 und 10 Uhr | -1.318 | *** |
| | Fahrtbeginn zwischen 10 und 19 Uhr | -0.993 | *** |
| Fzg. | Dreirädriges Lastenrad | 2.066 | *** |
| | Schnelles E-Bike (45 km/h) | -1.292 | * |
| | Standardabweichung der Konstante | 1.126 | |
| Fahrt | Insignifikant: z.B. Wetter, Wegezweck, Füllgrad der Cargobox | | |

Abbildung 23 Einflussfaktoren auf die Variable „Unterschied der Fahrtzeit von Lastenrad gegenüber Pkw in Minuten. Negative Koeffizienten (in orange) zeigen Fahrtzeitenvorteile für Lastenräder, positive Koeffizienten solche für Pkw (*p<0.05; ***p<0.001)

Weiterhin wurde untersucht, wie sich die Fahrzeitenunterschiede zwischen Lastenrad und Pkw verändern, wenn andere Verkehrsbedingungen vorliegen, etwa aufgrund von Stau oder Verkehrsberuhigung. In Abbildung 24 sind die Fahrzeitenunterschiede zwischen Lastenrad und Pkw als Wahrscheinlichkeitskurve aufgetragen. Die blaue Kurve stellt als Basisverteilung die Daten aus dem untersuchten Sample dar. Die Hälfte der Fahrten (gestrichelte Linie bei 50 %) dauern auf dem Lastenrad höchstens sieben Minuten länger, 10 % sind bereits jetzt schneller. Diesen Daten werden nun zwei weitere Verteilungen gegenübergestellt. Erstens wurden mithilfe der Modellergebnisse für rund 10.000 *Autokurier-Fahrten* hypothetische Lastenrad-Fahrzeiten berechnet. Das Ergebnis ist eine Verschiebung der S-Kurve nach rechts, also längere Fahrzeiten bei Lastenradnutzung. Zweitens ergeben sich in einem *Stau-Szenario* mit schlechteren Verkehrsbedingungen für Pkw ebenfalls neue Werte für die Fahrzeitenunterschiede. Die Verschiebung der S-Kurve nach links zeigt hier eine für Lastenräder deutlich vorteilhaftere Situation: Bei knapp 40 % der Fahrten wäre man mit einem Lastenrad schneller als mit dem Pkw unterwegs.

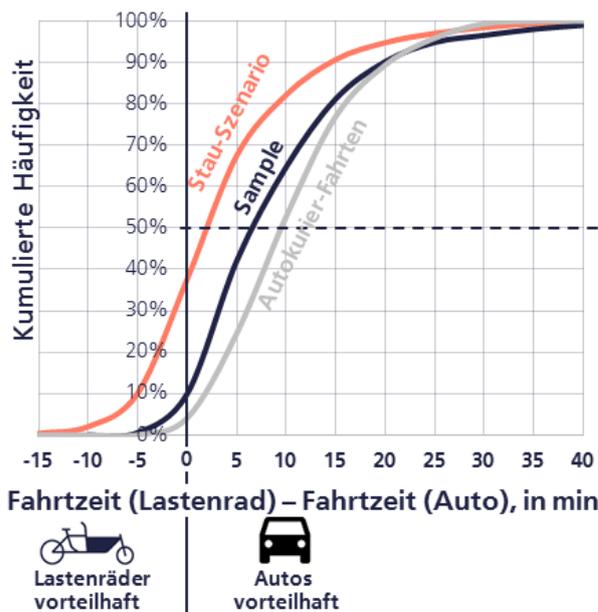


Abbildung 24 Fahrzeitenunterschiede von Lastenrädern und Pkw im Sample-Datensatz (blaue Kurve), im Datensatz mit Autokurier-Fahrten (graue Kurve) und in einem Stau-Szenario (orangene Kurve).

Zusammenfassend ergeben sich folgende Erkenntnisse bezüglich der Fahrzeitenunterschiede zwischen Lastenrädern und Pkw:

- Der Pkw ist derzeit im Schnitt noch dem Lastenrad überlegen, aber es sind deutliche Überlappungen im Bereich bis etwa drei Kilometer Fahrtweite zu sehen. Praktikerinnen und Praktiker können in diesem Bereich die besondere Wettbewerbsfähigkeit von Lastenrädern ableiten, etwa als Grundlage für Mikrodepot-Konzepte.

- 50 % der Fahrten würden bei einem Wechsel vom Pkw zum Lastenrad höchstens zwei bis zehn Minuten länger brauchen. Dabei wurden bei dieser Betrachtung noch keine zusätzlichen Zeiten berücksichtigt (etwa für das Suchen von Parkplätzen oder den Fußweg vom Parkplatz zum Zielpunkt), die den bestehenden Vorsprung des Pkw spürbar verringern könnten.
- Bereits kleine Änderungen an den noch bestehenden Fahrzeuervorteilen von konventionellen Lieferfahrzeugen (mittelbar etwa durch konsequentere Ahndung von Zweite-Reihe-Parken) können also bereits zu einem substanziellen Effekt führen.

6.5. Entscheidungskriterien bei der Nutzung von Lastenrädern und Pkw ("Modalwahl")

Bei der T1-Befragung am Ende des Testzeitraums beantworteten die Teilnehmenden eine Stated Preference (SP) Befragung, mit deren Hilfe die Lastenrad-Nutzungsbereitschaft der Unternehmen gemessen und (später auch) monetarisiert werden kann. Den Befragten wurden dabei jeweils neun SP-Auswahlspiele vorgelegt, bei denen sie sich zwischen den Alternativen Lastenrad, Pkw oder „Fahrt wird nicht durchgeführt“ entscheiden mussten (vgl. Abbildung 25). Hierbei spielen zweierlei Entscheidungsdimensionen eine Rolle. Einerseits sind Attribute der Alternativen (wie Kosten, Dauer, Zuverlässigkeit etc.) zu beachten, die auch auf Ebene der einzelnen Alternativen variieren. Auf der anderen Seite gibt es Attribute, die bei der Entscheidung für alle Alternativen gleich gelten und sich auf Ebene der Tour/Fahrt abspielen (z.B. gegeben durch das Wetter).

Stated Preference Befragung: Welches Fahrzeug würden Sie unter diesen Bedingungen wählen?

Unabhängige Merkmale

Spezifische Merkmale der Alternativen

- Parksituation
- Verkehrsführung
- Fahrzeit
- Gesamtkosten
- Risiko, Ladung zu beschädigen
- Verspätungsrisiko

| | |
|---|--|
| Distanz (hin und zurück) 5 km | Temperatur 18 °C Regenwahrscheinlichkeit |
|---|--|

| | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Lastenrad Direkt am Ziel möglich Auf sicherem Radweg 13 min € 5 15 % 15 % | <input type="checkbox"/> Auto Parkplatz vorhanden Straße 18 min € 6 0 % 0 % |
|---|--|

Unter diesen Umständen würde ich die Fahrt nicht durchführen.

Abbildung 25: Beispiel für eines der durchgeführten SP-Spiele

Eine Zwischenversion der Ergebnisse wurde 2019 auf einer internationalen Güterverkehrskonferenz vorgestellt¹¹. Auf Basis von über 3.000 Fahrzeug-Wahlentscheidungen konnten zahlreiche signifikante Variablen und sinnhafte Zusammenhänge herausgefunden werden – einen Überblick vermittelt die Abbildung 26.



Abbildung 26: Einflüsse auf die Nutzungsbereitschaft „Lastenrad vs. Pkw“ (vorläufig)

Im Folgenden einige ergänzende Ausführungen und Interpretationen:

- Regen (oder Schnee) ist ein deutlich stärkerer Hindernisfaktor als kalte Temperaturen, ein Regenschutz könnte hier Abhilfe schaffen.
- Wenn ein dezidierter Pkw-Parkplatz am Zielort vorhanden ist, wird eher das Auto als das Lastenrad für die Fahrt gewählt. Umgekehrt macht also eine Verknappung von Pkw-Parkraum das Lastenrad attraktiver.
- Das Vorhandensein von guten Fahrradwegen hat einen deutlich messbaren Effekt hinsichtlich einer Nutzungsentscheidung pro Lastenrad.
- Lastenräder sind für kürzere Wege deutlich beliebter als für lange Wege.
- 2-rädrige Lastenräder sind wendiger und in der Regel schneller einsetztauglich als 3-rädrige Modelle. Es ist daher nicht verwunderlich, dass Testende von 2-rädrigen Lastenrädern eine höhere Nutzungsbereitschaft als Testende von 3-rädrigen Lastenrädern aufweisen.
- Positive Testerfahrungen steigern ebenfalls die Bereitschaft das Lastenrad statt dem Pkw zu wählen.

¹¹ Gruber, J., Thoma, L. & Steck, F. (2019): Factors Explaining the Use of Cargo Bikes and Cars in Urban Logistics: Results from a Stated Preference Experiment in Germany. 8th International Urban Freight Conference (I-NUF). 15.-18.10.2019, Long Beach, CA, USA.

7. Kaufentscheidung (Lastenrad-Anschaffung)

7.1. Kaufquoten und Nutzung der angeschafften Lastenräder

Ein Element des Konzepts von „Ich entlaste Städte“ war, dass die teilnehmenden Betriebe und Einrichtungen das getestete Lastenrad *nicht* direkt erwerben bzw. übernehmen konnten, da sonst bei der Einschätzung der Kaufbereitschaft zu große Verzerrungen zu erwarten gewesen wären. Eine direkte Kaufoption wäre unrealistisch „bequem“ gewesen – stattdessen waren kaufwillige Ex-Teilnehmende wieder weitgehend auf sich alleine nach dem Lastenradtest gestellt, um ihre Anforderungen an ein Lastenrad mit ihren organisationalen Zusammenhängen und der Verfügbarkeit von Lastenrädern auf dem freien Markt in Einklang zu bringen.

Auch vor diesem Hintergrund sind die in der folgenden Tabelle 8 berichteten Kaufquoten beachtlich. Rund ein Viertel der Teilnehmenden (ohne Abbrecherinnen und Abbrecher) waren bereits gut drei Monate nach Beendigung des Testzeitraums in Besitz eines eigenen Lastenrads, mehrere Monate später gab fast jedes dritte Unternehmen bzw. jede dritte Einrichtung an, ein eigenes Lastenrad zur kontinuierlichen gewerblichen Nutzung angeschafft zu haben.

Tabelle 8: Quoten zur Anschaffung eines eigenen Lastenrads durch die Teilnehmenden

| | Kaufquote zum Zeitpunkt der T2-Befragung Ø 107 Tage nach Testende | Kaufquote zum Zeitpunkt des Nachfassens per E-Mail Ø 251 Tage nach Testende |
|---|--|--|
| Alle Teilnehmenden (n=755) | 22.0 % | 29.0 % |
| Teilnehmende ohne Abbrecher/innen (n=578) | 24.3 % | 31.7 % |
| Teilnehmende mit vollständiger Begleitforschung (n=440) | 25.3 % | 31.8 % |

Die folgenden Parameter beschreiben weiter Art und Nutzung der angeschafften Lastenräder:

- Mittlerer Kaufpreis: 4.432 €
- Mittlere elektrische Reichweite: 73,8 km
- Mittlere Anzahl Nutzungstage pro Woche: 4,3 – also deutlich höher als im Testzeitraum (vgl. Ausführungen in Kap. 8.1)
- Anzahl fester Fahrender: im Mittel 1,9 Männer und 0,7 Frauen, d.h. 2,6 Personen.

Die Anschaffungskosten liegen bei den tatsächlichen Kaufenden im Mittel um rund 1.000 € höher als bei der Gruppe aller Teilnehmenden, die sich am Ende des Testzeitraums einen Kauf vorstellen können. Unter den Kaufinteressenten würden ¼ unter 2.500 €, ¼ zwischen 2.500 und 3.500 €, ¼ zwischen 3.500 und 5.000 € und ¼ über 5.000 € ausgeben. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass nutzungswillige Interessenten aus Kostengründen doch auf einen Kauf verzichten.

Unter den Kaufinteressierten wurde der gewünschte Elektrifizierungsgrad eines eigenen Lastenrads abgefragt. Das Ergebnis zeigt die Dominanz der Variante „Pedelec-25“: 87 % der Testenden eines Pedelec-25 würden erneut ein Pedelec-25 wählen, auch 61 % der Testenden von Lastenrädern ohne E-Antrieb würden auf die Standard-Elektrifizierung wechseln. Von den Testenden eines schnellen E-Bikes („Pedelec-45“) würden gleich viele (jeweils 48 %) ein Pedelec-25 und erneut ein schnelles E-Bike wählen.

7.2. Einflussfaktoren auf die Kaufentscheidung

Eine weitere Analyse setzte sich zum Ziel, die Einflussfaktoren auf die Lastenrad-Kaufentscheidung herauszufinden und daraus Handlungsempfehlungen für Politik, Fahrradindustrie und transformationswillige Unternehmen abzuleiten. Diese Ergebnisse wurden auf der TRB-Konferenz 2021 als Poster präsentiert (Abbildung 27 auf der nächsten Seite), ein entsprechender Fachartikel¹² befindet sich in Veröffentlichung.

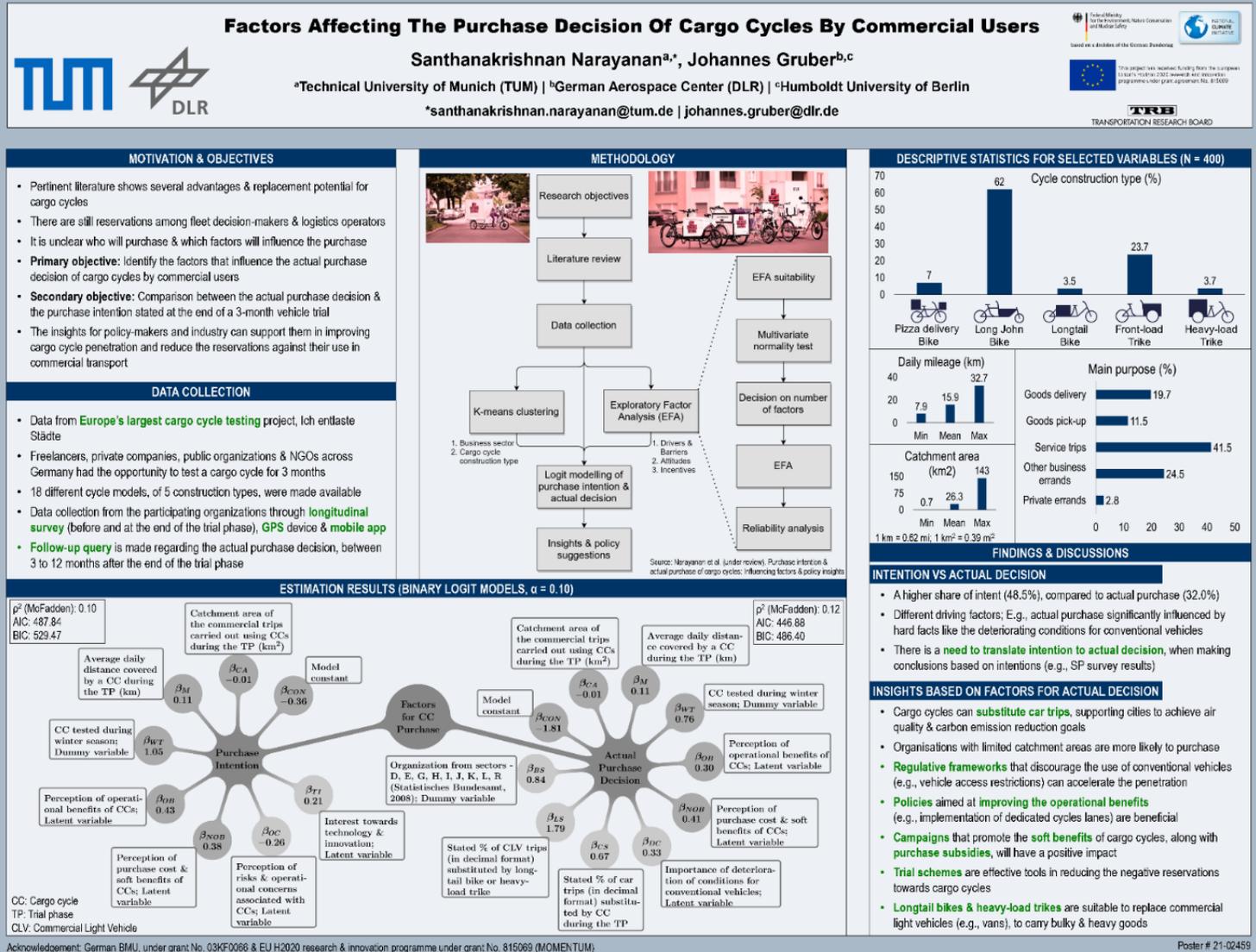
Die nachstehende Tabelle 9 gibt einen Überblick zu wesentlichen Determinanten der Kaufentscheidung.

Tabelle 9: Einflussfaktoren auf die Lastenrad-Kaufentscheidung

| | Eine höhere Kaufwahrscheinlichkeit liegt vor ... |
|----------------------|---|
| Raum | ... bei kleinerem räumlichen Geschäftsgebiet. |
| | ... bei höheren Fahrleistungen während des Tests. |
| Zeit | ... wenn ausschließlich im Winter (November bis März) getestet wurde. |
| Einstellungen | ... wenn operative Vorteile (wie Erreichbarkeit oder Flexibilität beim Parken) wichtig sind. |
| | ... wenn weiche Vorteile (wie Spaßfaktor oder Image) wichtig sind. |
| | ... je stärker Push-Maßnahmen (z.B. Zufahrtsbeschränkungen, Treibstoffkosten, Parkgebühren) zur Verschlechterung der Verkehrsbedingungen für konventionelle Fahrzeuge wahrgenommen werden. |
| Fahrzeug | ... je höher der Anteil substituierter Pkw-Fahrten im Test war. |
| | ... wenn Longtails oder Schwerlastenfahrräder eingesetzt wurden, um Transporter-Fahrten zu ersetzen. |
| Art der Organisation | ... bei Betrieben der Wirtschaftszweige D, E, G, H, I, J, K, L, R oder S. Diese kaufen eher als Betriebe der Wirtschaftszweige A, C, F, M, N, O, P und Q (vgl. WZ-Klassifikation in Abbildung 7) |

¹² Narayanan, S., Gruber, J, Liedtke, G. & Antoniou, C. (2021): Purchase intention and actual purchase of cargo cycles: Influencing factors and policy insights. Under review.

Ich entlaste Städte – Das Lastenrad-Testangebot für gewerbliche und öffentliche Nutzer (03KF0066)



Acknowledgement: German BMU, under grant No. 03KF0066 & EU H2020 research & innovation programme under grant No. 815069 (MOMENTUM)

Poster # 21-02459

Abbildung 27 Poster für die TRB-Konferenz zum Thema Einflussfaktoren auf die Lastenrad-Kaufentscheidung

Weiterhin sollten die direkt genannten Gründe aus Sicht der Teilnehmenden im Rahmen des T2-Fragebogens und somit etwa drei Monate nach Testende berücksichtigt werden. Die angegebenen Gründe beschreiben die Treiber und Hemmnisse aus der Sicht der Teilnehmenden, die für den Lastenradkauf oder -nichtkauf entscheidend waren (siehe Abbildung 28).

| Genannte Treiber | Käufer | | Genannte Hemmnisse | Nicht-Käufer | |
|--------------------------------|--------|--------------|-------------------------------|--------------|--------------|
| | Käufer | Nicht-Käufer | | Käufer | Nicht-Käufer |
| Spaßfaktor | 72% | 9% | Implementierungskosten | 1% | 42% |
| Vorbild sein | 70% | 10% | Fahrradinfrastruktur | 6% | 24% |
| Flexibles Parken | 63% | 10% | Sonstige Hemmnisse | 3% | 21% |
| Image | 62% | 10% | Fahrzeughandhabung | 4% | 21% |
| Fahrtzeit / Geschwindigkeit | 51% | 7% | Witterungsabhängigkeit | 4% | 20% |
| Gesundheit | 49% | 7% | Mitarbeiter-Motivation | 4% | 18% |
| Betriebliche Umweltschutzziele | 41% | 8% | Ladekapazität | 1% | 13% |
| Erreichbarkeit von Zielorten | 39% | 8% | Räumlicher Geschäftsbereich | 3% | 12% |
| Elektrische Reichweite | 36% | 7% | Organisatorischer Aufwand | 1% | 10% |
| Planbarkeit | 36% | 5% | Verkehrssicherheit | 2% | 9% |
| Wartungskosten | 33% | 4% | Diebstahl | 5% | 7% |
| Anschaffungskosten | 27% | 5% | Service-Netzwerk | 0% | 4% |
| Alternative für Fahrverbote | 15% | 2% | Beschädigung d. Transportguts | 1% | 3% |
| Sonstige Treiber | 12% | 7% | | | |

Abbildung 28: Von den Teilnehmenden genannte Einflussfaktoren auf die Kaufentscheidung

Für Kaufende von Lastenrädern waren weiche Vorteile wie der Spaßfaktor und die Rolle als Vorbild entscheidend, aber auch operative Vorteile wie Flexibilität beim Parken wurden häufig genannt. Für Personen die sich gegen einen Kauf entschieden haben waren die Implementierungskosten der mit großem Abstand am häufigsten genannte Aspekt, die darauf folgenden fünf Aspekte (in hellorange), wie etwa schlechte Fahrradinfrastruktur oder die Witterungsabhängigkeit liegen auf einem ähnlichen Niveau und sind jeweils bei rund einem Fünftel der Befragten von entscheidender Bedeutung für den Nicht-Kauf.

7.3. Sensitivität für Politikmaßnahmen

Im Rahmen der T2-Befragung wurden die Ex-Teilnehmenden auch nach Aspekten gefragt, die das Interesse an Lastenrädern (und damit die Kaufwahrscheinlichkeit) steigern würde (siehe Abbildung 29).



Abbildung 29: Aspekte und Politikmaßnahmen, die zu einer Steigerung des Interesses an Lastenrädern führen würde, abgefragt rund drei Monate nach dem Test (T2)

Eine Kostensenkung wird seitens der Nutzenden als stärkster Hebel angesehen: Günstigere Anschaffungskosten sowie eine Kaufprämie haben laut Befragung den höchsten Effekt. Auch die Existenz besserer Fahrradinfrastruktur würde das Interesse an Lastenrädern deutlich steigern.

Alle abgefragten Aspekte wurden im Rahmen einer Faktorenanalyse zu zwei Faktoren aggregiert. Die zwei Faktoren sind:

- Pull: Senkung der Anschaffungskosten von Lastenrädern
- Push: Abbau der Nutzungsvorteile von konventionellen Fahrzeugen

Bei der weiteren Förderung der gewerblichen Lastenradnutzung sind also idealerweise beide Dimensionen zu berücksichtigen: Kostensenkung der Lastenräder bei gleichzeitiger Verschlechterung der Attraktivität von verbrennungsmotorischen Fahrzeugen.

8. Treibhausgas-Minderung

8.1. Berechnung der direkt durch das Vorhaben erreichten Treibhausgas-Wirkungen

Die direkten Treibhausgas (THG)-Einsparungen im Projekt resultieren aus der Nutzung der 152 Lastenräder (Projektfahrzeuge) durch die 755 teilnehmenden Betriebe und Einrichtungen für gewerbliche Verkehre, die sonst mit verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugen durchgeführt worden wären. Zur Berechnung der erreichten Treibhausgas-minderungen dient das von BMU/NKI herausgegebene Modellschema (Abbildung 30) zur Berechnung der Treibhausgas-minderungen¹³.

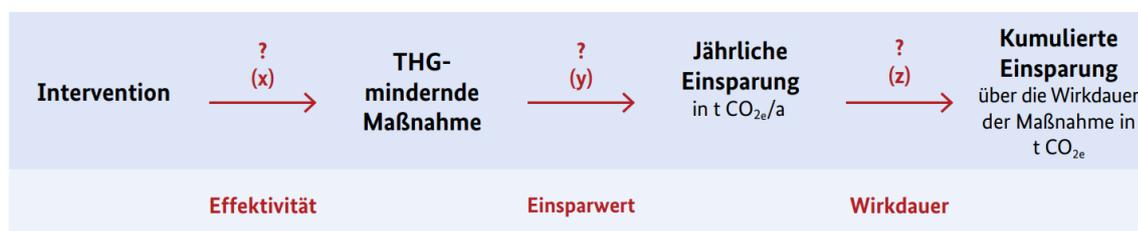


Abbildung 30: Wirkkette bei der THG-Minderung

Um die Potenziale von direkten und indirekten Interventionen berechnen zu können müssen Effektivität (x), der Einsparwert (y) und die Wirkdauer (z) geschätzt bzw. ermittelt werden:

- Die Annahmen für die **Effektivität (x)** der Interventionen sind an die Werte der Arbeitshilfe zur Ermittlung der Treibhausgas-minderung von BMU/NKI (2020) angelehnt.
- Dank des hohen Detailgrads an Daten, die im Projekt erhoben wurden, konnte ein sehr genauer **Einsparwert (y)** für Lastenräder ermittelt werden. Dieser basiert auf den mittels der Smartphone-gestützten App aufgezeichneten Fahrleistungsdaten von rund 500 Betrieben und der in der App erfolgten fahrtenspezifische Abfrage des jeweils substituierten Verkehrsmittels (genauere Berechnung unten).
- Für den Wert der **Wirkdauer/Lebensdauer (z)** nehmen wir einen Wert von fünf Jahren an. In der Arbeitshilfe finden sich zwei empirisch ermittelte Werte für den Bereich Verkehr: Zwei Jahre für verhaltensändernde Interventionen und acht Jahre für technische Interventionen. Da die Intervention die Einführung einer technischen Innovation im gewerblichen Bereich ist, aber auch dort eine individuelle Verhaltensänderung notwendig ist, kann eine Wirkdauer von fünf Jahren angenommen werden, entsprechend der üblicherweise kalkulierten Betriebsdauer von Elektro-Lastenrädern.

¹³ BMU 2020: Arbeitshilfe zur Ermittlung der Treibhausgas-minderung, erarbeitet von Dr. Kerstin Tews (FFU Berlin), Dr. Katja Schumacher (Öko-Institut), Lothar Eisenmann (ifeu), Dr. Adrian Saupe (BMU) und Karin Zacharias-Langhans (PtJ). URL: https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/2020-01_BMU-NKI_Arbeitshilfe-Ermittlung-THG-Minderung.pdf (Stand: 18.11.2020).

Im Folgenden werden das Vorgehen, das Erhebungs- bzw. Monitoring-Design und die Ergebnisse zur Abschätzung der direkten THG-Minderungen durch das Projekt dargestellt:

1. Emissionsfaktoren für die substituierten Verkehrsmittel

Für die genutzten verbrennungsmotorischen Fahrzeuge (insbesondere Pkw und leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5 t) wurden Flottenemissionsfaktoren entsprechend des Handbuches für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA 4.1) berechnet. Im Ergebnis liegen Werte für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge jeweils für innerstädtische und außerstädtische Nutzung vor (siehe Tabelle 10). Die Testteilnehmenden wurden anhand ihres Betriebsstandorts und den siedlungsstrukturellen Kreistypen des BBSR¹⁴ in städtische und ländliche Räume eingeteilt.

Tabelle 10: Emissionsfaktoren für substituierte Fahrleistung von Pkw oder leichten Nutzfahrzeugen, basierend auf 2020er-Flottenwerte des HBEFA

| | Pkw | Leichtes Nutzfahrzeug |
|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Innerorts bzw. städtischer Raum | 233 g CO _{2e} / km | 277 g CO _{2e} / km |
| Außerorts bzw. ländlicher Raum | 202 g CO _{2e} / km | 262 g CO _{2e} / km |

2. Fahrtenspezifische Erhebung des substituierten Fahrzeugs sowie des Anteils an substituierter Verbrenner-Fahrleistung via Projekt-App

Im Mittel liegt die individuell erzielte Einsparung pro gefahrenem km bei 163,2 g CO_{2e} (relativer Einsparwert entsprechend den oben dargestellten Emissionsfaktoren). Die Verteilung der jeweiligen Anteile substituierter Verbrenner-Fahrleistung zeigt Abbildung 31: Rund 30 % der Teilnehmenden hätten die Fahrleistung ohne Lastenrad ausschließlich verbrennungsmotorisch (d.h. v.a. per Pkw oder leichtem Nutzfahrzeug) erbracht. Bei einem Zehntel wiederum war die im Test gemessene Verlagerung ein Nullsummenspiel, da die Wege auch ohne Lastenrad mithilfe des Umweltverbunds (d.h. zu Fuß, per Fahrrad oder ÖPNV) durchgeführt worden wären.

¹⁴ BBSR 2020: Downloads. Siedlungsstrukturelle Kreistypen. URL <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/raumbeobachtung/downloads/downloadsReferenz2.html> (Stand 30.11.2020).

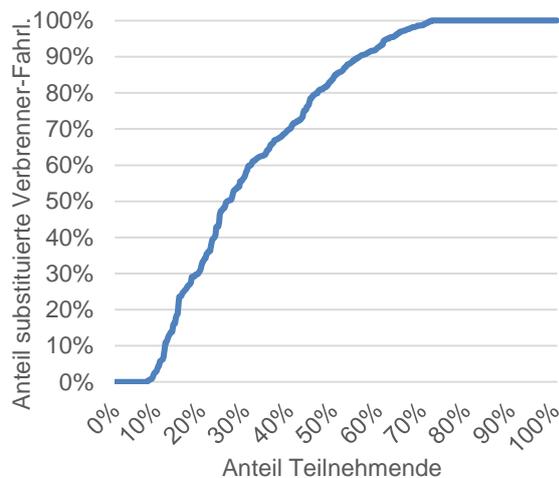


Abbildung 31: Kumulierte Häufigkeiten der individuellen Anteile substituierter Verbrenner-Fahrleistung (n=503)

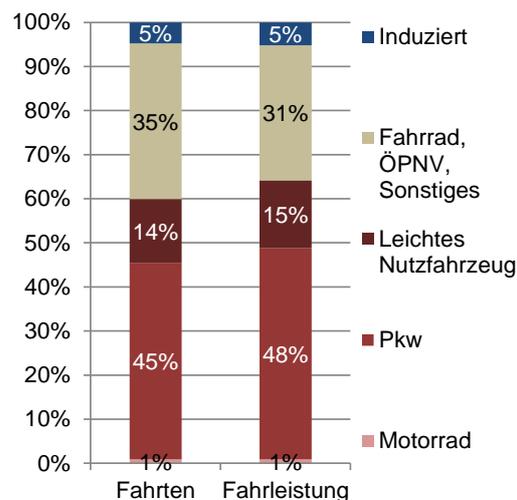


Abbildung 32: Verlagerte Verkehrsmittel, anteilig an den per App aufgezeichneten Fahrten bzw. der aufgezeichneten Fahrleistung (n=503)

Abbildung 32 weist eine aggregierte Verbrenner-Verlagerungsquote bezogen auf die gesamte per App aufgezeichnete Fahrleistung von 64 % aus. Der Anteil verlagertter Fahrten liegt etwas geringer. Lediglich jede 20. Fahrt bzw. jeder 20. gefahrene Kilometer ist induziert, hätte also ohne Projektfahrzeug nicht stattgefunden¹⁵.

3. Fahrleistung im Testzeitraum

Wie in dem Kapitel 6.2 Fahrleistung bereits beschrieben, wurden zur Erhebung der Fahrleistung im Testzeitraum mehrere Instrumente verwendet (Fahrradcomputer, Smartphone-gestützte App und GPS-Tracker). Durch die Nutzung aller Verkehrsdaten-Erhebungsinstrumente konnte für 99 % der 755 am Lastenradtest teilnehmenden Unternehmen und Einrichtungen ein Fahrleistungswert ermittelt werden. Dieser liegt im Mittel bei 412 km pro Teilnehmenden¹⁶ im rund dreimonatigen Testzeitraum oder in Summe bei 307.100 km aufgezeichneter Fahrleistung im Testbetrieb.

4. Ergebnis 1: Absolute Emissionsminderung im Testzeitraum

Multipliziert man den individuellen relativen Einsparwert (in kg CO_{2e} / km) mit der vom Teilnehmenden erbrachten Fahrleistung im Testzeitraum und summiert man das Ergebnis auf, erhält man

¹⁵ Während dieser Anteil keinen THG-mindernden Effekt hat, so ist er dennoch ein Indiz dafür, dass mit dem Lastenrad mehr (geschäftliche) Aktivitäten in einem größeren Aktionsraum möglich sind. Wenn daraus geschäftliche Umsätze resultieren, ist mindestens relativ zum erzielten Umsatz eine Emissionsminderung eingetreten.

¹⁶ Eingang finden hier auch die Daten sämtlicher Abbrecherinnen und Abbrecher oder Geringnutzenden, die das Lastenrad gar nicht oder kaum genutzt hatten: Rund 18 % der 755 Testteilnehmenden nahmen weniger als 1,5 Monate am Test teil oder übertrugen weniger als 50 km an Verkehrsdaten.

die absolute Emissionsminderung, die das Vorhaben direkt erzielt hat. Sie beträgt 49,9 t CO_{2e} oder im Mittel 66 kg CO_{2e} pro Teilnehmenden.

5. Ergebnis 2: Abgeleitete Werte für potenzielle jährliche Emissionsminderungen pro Teilnehmenden bzw. Lastenrad

Hochgerechnet auf ein Jahr, liegt der Wert für die absolute THG-Einsparung im Mittel bei 244,9 kg CO_{2e} / a pro Teilnehmenden, inklusive aller Testabbrecherinnen bzw. -abbrecher und Geringnutzenden¹⁷. Dieser Wert resultiert also aus einer Nutzungsintensität, wie sie im Testzeitraum erreicht wurde und die mit hoher Wahrscheinlichkeit geringer ist als eine Nutzungsintensität bei etablierter operativer Einbettung eines Lastenrads. Gründe hierfür sind die Lerneffekte und der bewusst experimentelle Charakter des Lastenradtests, sowie zeitweilige technische oder administrative Einschränkungen. Der Unterschied zwischen Testnutzung und voll-operativer Nutzung zeigt sich auch in der Empirie: Die Teilnehmenden geben eine mittlere Anzahl wöchentlicher Nutzungstage von 2,8 im Testzeitraum an, während die Käuferinnen und Käufer eines eigenen Lastenrads nach beendetem Test es im Schnitt an 4,3 Tagen pro Woche nutzen.

Die ermittelte Nutzungsintensität von gekauften Lastenrädern von 4,3 Tagen pro Woche oder 224 Tagen pro Jahr werden zur Abschätzung eines jährlichen Einsparwerts herangezogen. Dieser liegt bei 403,4 kg CO_{2e} / a. pro Teilnehmenden (n=503, aller App-Nutzenden) bzw. bei 428,5 kg CO_{2e} / a in der Gruppe der App-Nutzenden, die später ein Lastenrad kaufen (n=160).

Die folgende Abbildung 33 zeigt disaggregiert, welche absoluten jährlichen Minderungswerte durch die Teilnehmenden erreicht wurden, sowohl bei einer Nutzungsintensität wie im Testzeitraum, als auch bei einer Nutzungsintensität von 224 Tagen pro Jahr, wie sie beim Kauf eines eigenen Lastenrads zu erwarten ist.

¹⁷ Betrachtet man nur die Teilgruppe derjenigen, die sich im Anschluss ein Lastenrad gekauft haben (162 der 503 App-Nutzer*innen), liegt der Wert bei 291,2 kg CO_{2e} / a.

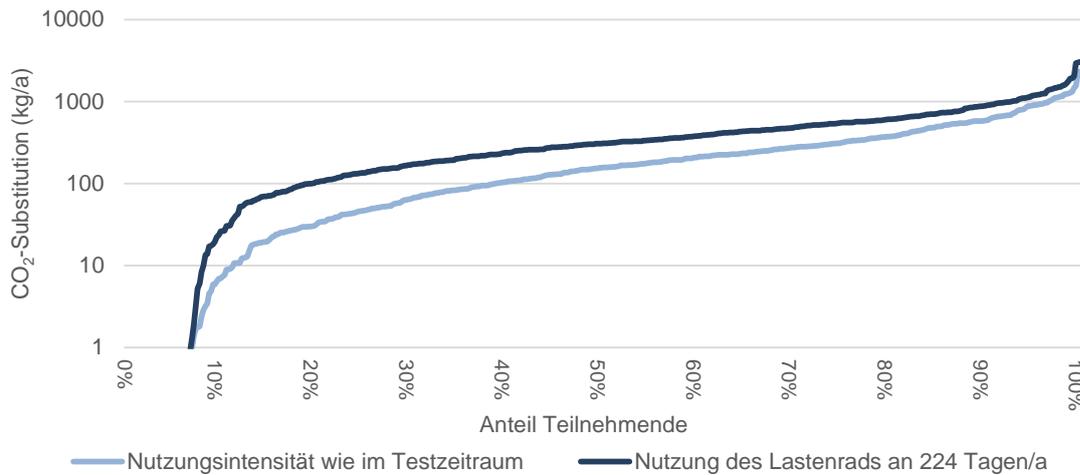


Abbildung 33: Verteilung der jährlichen absoluten THG-Minderung, nach Nutzungsintensität (n=503)

8.2. Abschätzung der indirekt angestoßenen THG-Wirkungen

Projekte wie „Ich entlaste Städte“ wollen durch kampagnenähnliche Elemente und andere Instrumente der Öffentlichkeitsarbeit ihre Zielgruppen erreichen und zur THG-Minderung bewegen, in diesem Fall durch Nutzung von Lastenrädern für gewerbliche Verkehre. Es liegt in der Natur dieses Projekttyps, dass sich die indirekt angestoßenen THG-Wirkungen solcher Projekte nur abschätzen, aber nicht exakt messen lassen, gerade auch weil bei „Ich entlaste Städte“ diverse Interventionsstypen zur Zielgruppenerreichung angewandt wurden.

Im Folgenden werden die indirekt angestoßenen THG-Wirkungen abgeschätzt. Hierzu wird zunächst dargestellt, welche Menge an Lastenrad-Anschaffungen sich aus welcher Intervention ergeben könnte – bei allen dargestellten Unsicherheiten:

- Eigene Lastenrad-Anschaffungen: 1.935 Bewerbungen gingen zur Projektteilnahme ein, multipliziert mit der empirisch gemessenen Kaufquote von rund 30 %
→ 580 Lastenräder
- Webseite (informativische Intervention): 88.000 Besucherinnen und Besucher x 1 % Effektivität
→ 880 Lastenräder
- Eigene lokale Informationsveranstaltungen (spezifische Beratung vor Ort mit Testmöglichkeit): 300 Besucherinnen und Besucher x 15 % Effektivität
→ 45 Lastenräder
- Drittveranstaltungen (unterschiedliche Formate, z. T. spezifische Beratung
30 Veranstaltungen x im Mittel 50 Besucherinnen und Besucher x 8 % Effektivität
→ 120 Lastenräder

- Verteiltes Projektmaterial (breite Kampagne): Material (Flyer, Factsheets, Poster etc.) wurden von rund 100 Multiplikatoren angefragt und in ihren Netzwerken (physisch) verteilt. 9.000 Flyer/Factsheets x 2 % Effektivität
→ 180 Lastenräder
- Medienberichte (indirekte informatorische Informationen): Rund 200 Artikel und Beiträge wurden über das Projekt erstellt, darunter Leitmedien wie FAZ, Süddeutsche Zeitung, und diverse dritte Programme der ARD. Bei einem Effekt von zwei Lastenrad-Anschaffungen je Medienbericht:
→ 400 Lastenräder
- Sichtbarkeit im öffentlichen Raum (breite Kampagne): Die Projekträder wurden über 300.000 km bewegt, überwiegend in Gebieten mit hoher Einwohnerdichte. Alle Lastenräder waren professionell beklebt (Projektlogo, URL, Startnummer etc.), um die Aufmerksamkeit der Passantinnen und Passanten für dieses Thema zu gewinnen und führten Flyer mit sich. Bei einem interessierten Beobachter, bzw. einer interessierten Beobachterin pro 10 Kilometer Fahrleistung und einer Effektivität von 1 % resultieren:
→ 300 Lastenräder

In Summe ergibt diese Auflistung 2.505 angestoßene Lastenrad-Käufe. Multipliziert mit dem ermittelten mittleren jährlichen Einsparwert von 428,5 kg CO_{2e} / a und einer Wirkdauer von fünf Jahren resultieren daraus 5.357 t CO_{2e} an THG-Minderung.

9. Empfehlungen an die Bundesregierung

Das Lastenrad-Testprogramm „Ich entlaste Städte“ kann insgesamt als sehr erfolgreiches Projekt zur Steigerung von emissionsfreien und stadtverträglichen Fahrzeugen im urbanen Kontext gezählt werden, auch wenn die indirekten Effekte bei derartigen Projekten nur grob abgeschätzt werden können. Es konnte demonstriert werden, dass Lastenräder in vielen Bereichen der Wirtschaft und auch in der Verwaltung eine echte Alternative zu konventionellen Fahrzeugen darstellen können. Die Bundesregierung reagierte auf die steigende Bereitschaft zur gewerblichen Fahrradnutzung u.a. mit der Kleinserienrichtlinie zur finanziellen Förderung von Schwerlastenfahrrädern und unterstützt somit die weitere Verbreitung dieses emissionsfreien und stadtverträglichen Fahrzeugtyps bei Gewerbetreibenden. Es hat sich zudem gezeigt, dass die erfolgreiche Nutzung von Lastenrädern auf der letzten Meile in der Paketverteilung weitere innerstädtische Infrastruktur (hier: Umschlagsmöglichkeiten, sog. Mikrodepots) benötigt. Mit der jüngst erfolgten Verabschiedung der Förderrichtlinie zur finanziellen Unterstützung beim Aufbau von innerstädtischen Mikrodepots fördert die Bundesregierung aktiv die weitere Verbreitung von Lastenrädern innerhalb der Paketbranche. Aus den Erkenntnissen des hier beschriebenen Vorhabens heraus begrüßt der Zuwendungsempfänger diese Entscheidungen, bei deren Entwicklung er mitgewirkt hat.

Die deutschlandweit hohe Nachfrage am Lastenrad-Testprogramm konnte zeigen, dass in vielen Betrieben unterschiedlichster Branchen eine gewisse Akzeptanz gegenüber der Nutzung von Lastenrädern besteht, begleitet von einem Experimentierwillen und dem Wunsch, eigene gewerbliche Verkehre nachhaltiger zu gestalten. Die Ergebnisse des Tests können aber noch nicht abschließend das Verhalten der Entscheidenden zu Auswahl und Einsatz von Flottenfahrzeugen erklären. Das Potenzial der E-Lastenräder wird auch weiterhin – trotz steigender Absatzzahlen – nur zu einem sehr geringen Anteil ausgenutzt.

Daher besteht aus Sicht der Projektverantwortlichen weiterhin Bedarf an durch die Bundesregierung geförderten Projekten, die zur weiteren Ausschöpfung des bestehenden substanziellen Potenzials beitragen. Solche Projekte sollten u.a. untersuchen bzw. voranbringen:

- Detaillierte Total Cost-of-Ownership-Gegenüberstellungen (Vollkostenberechnungen) in verschiedenen Branchen,
- Möglichkeiten und Bedarfe von branchenspezifischen Anpassungen (Ergonomie, Funktionalität, Transportmöglichkeiten etc.) der Fahrzeuge zur weiteren Akzeptanzsteigerung der Nutzenden,
- Qualitätssteigerung bei Fahrradkomponenten und -konzepten, Vergrößerung der Produktvielfalt, aber auch der Verlässlichkeit; Unterstützung beim Aufbau eines After-Sales-Markts, insbesondere eines Service-Netzwerks,
- Weitere Wege zur Information, Motivation und Akzeptanzsteigerung bei Fuhrparkentscheiderinnen und -entscheidern und Fahrenden gegenüber Lastenrädern.

Um weiter bestehende Vorbehalte gegenüber diesem „neuen alten“ Fahrzeugkonzept abzubauen, wird der Bundesregierung empfohlen, neben der direkten Fahrzeugbezuschung und der indirekten Förderung über Forschungs- und Umsetzungsprojekte zusätzlich Aufklärungskampagnen zum Thema stadt- und klimaverträgliche Transport- und Mobilitätskonzepte durchzuführen, die die positiven Auswirkungen der Lastenradnutzung auf den städtischen Verkehr und das Klima darstellen. Das Projekt „Ich entlaste Städte“ hat neben Informationsmaterial auch detaillierte Erkenntnisse zur Lastenradnutzung und den resultierenden Umweltwirkungen vorgelegt, die ein Ausgangspunkt für Kampagnen dieser Art darstellen können.

10. Weiterführendes Material

Ergebnisbroschüre

Grafisch gestaltete Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse auf 32 Seiten:

http://www.lastenradtest.de/wordpress/wp-content/uploads/2021/08/Broschuere_Ich-entlaste-Staedte_DLR.pdf

Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Konferenzposter mobil.TUM 2018 zur ex-ante Einschätzung von Treibern und Hemmnissen:

Gruber, J. & Thoma, L. (2018): Perception of Drivers and Barriers in the Adoption of Cargo Cycles by Private and Public Organizations in Germany: Insights into Europe's Largest Cargo Cycle Testing Scheme.

Siehe Kap. 10.

Konferenzbeitrag „City Logistics Conference 2019“ zur Faktorenanalyse Treiber & Hemmnisse:

Thoma, L. & Gruber, J. (2020): Drivers and barriers for the adoption of cargo cycles: An exploratory factor analysis. In: Transportation Research Procedia, 46, 197–203.

<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.181>

Prämierter Artikel zu Fahrzeitenunterschieden:

Gruber, J. & Narayanan, S. (2019): Travel Time Differences between Cargo Cycles and Cars in Commercial Transport Operations. In: Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2673, 623–637.

<https://doi.org/10.1177/0361198119843088>

Konferenzbeitrag „I-NUF“ zur Nutzungsbereitschaft (nur Vortrag):

Gruber, J., Thoma, L. & Steck, F. (2019): Factors Explaining the Use of Cargo Bikes and Cars in Urban Logistics: Results from a Stated Preference Experiment in Germany. Präsentiert auf der 8th International Urban Freight Conference (I-NUF). 15.-18. Oktober 2019, Long Beach, CA, USA.

Siehe Kap. 6.5 (Fachartikel in Bearbeitung)

Konferenzbeitrag TRB 2021 zu Einflussfaktoren auf die Kaufentscheidung

Narayanan, S. & Gruber, J. (2020): Factors Affecting the Purchase Decision of Cargo Cycles by Commercial Users. 100th Annual Meeting of the Transportation Research Board (TRB), Januar 2021, virtuelle Konferenz.

(Fachartikel eingereicht)

Projektwebseite mit weiteren Outputs

www.lastenradtest.de